

- ร่าง -

กฎกระทรวง  
กำหนดให้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมออกซิเจนทางการแพทย์  
ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน  
พ.ศ. ....

---

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๗ วรรคหนึ่ง แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ฉบับที่ ๘) พ.ศ. ๒๕๖๒ และมาตรา ๕๘ วรรคหนึ่ง แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ฉบับที่ ๗) พ.ศ. ๒๕๕๘ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม ออกกฎกระทรวงไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ กฎกระทรวงฉบับนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดสองร้อยเจ็ดสิบวันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ข้อ ๒ ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมออกซิเจนทางการแพทย์ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก. ๕๔๐ - ๒๕๖๔ ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ .... (พ.ศ. ....) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมออกซิเจนทางการแพทย์ ลงวันที่ ..... พ.ศ. ....

ให้ไว้ ณ วันที่ ..... พ.ศ. ....

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

# มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ออกซิเจนทางการแพทย์

## 1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมเฉพาะออกซิเจนที่ใช้ทางการแพทย์

## 2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 ออกซิเจนทางการแพทย์ ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “ออกซิเจน” หมายถึง ออกซิเจนที่อยู่ในสถานะก๊าซหรือของเหลว มีสูตรเคมี  $O_2$  สำหรับใช้ในทางการแพทย์ และมีปริมาณออกซิเจนไม่น้อยกว่า 99.0 % โดยปริมาตรของออกซิเจน

## 3. คุณลักษณะที่ต้องการ

### 3.1 ลักษณะทั่วไป

3.1.1 ในสถานะก๊าซ ไม่มีกลิ่น ไม่มีสี

3.1.2 ในสถานะของเหลว ไม่มีกลิ่น มีสีฟ้าอ่อน

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและปฏิบัติตามข้อ 7.3

### 3.2 คุณลักษณะที่ต้องการ

ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณลักษณะที่ต้องการ  
(ข้อ 3.2)

รายการที่	คุณลักษณะ	หน่วย	เกณฑ์ที่กำหนด	การทดสอบ
1	ความบริสุทธิ์ ไม่น้อยกว่า	% โดยปริมาตร	99.0	ข้อ 7.4
2	คาร์บอนไดออกไซด์ ไม่เกิน	ppm	300	ข้อ 7.5
3	คาร์บอนมอนอกไซด์ ไม่เกิน	ppm	5	ข้อ 7.6
4	ความชื้น ไม่เกิน	mg/m <sup>3</sup>	120	ข้อ 7.7
5	ความเป็นกรดหรือความเป็นด่าง*		ต้องผ่านการทดสอบ	ข้อ 7.8
6	สารออกซิไดส์* (oxidizing substance)		ต้องผ่านการทดสอบ	ข้อ 7.9

หมายเหตุ \* หมายถึง กรณีที่กระบวนการผลิตเป็นกระบวนการแยกออกซิเจนจากอากาศ (air-liquefaction) และใช้เทคนิคการดูดซับโดยใช้สารอะลูมิโนซิลิเกต (aluminosilicate) หรือแอคทีเวตอะลูมินา (activated alumina) เป็นตัวกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์และความชื้น ไม่ต้องทดสอบความเป็นกรดหรือความเป็นด่าง และสารออกซิไดส์

#### 4. ภาชนะบรรจุและการบรรจุ

- 4.1 ภาชนะบรรจุออกซิเจนต้องสะอาด และใช้บรรจุออกซิเจนเท่านั้น ห้ามนำภาชนะที่เคยบรรจุก๊าซอื่นมาใช้
- 4.2 ภาชนะบรรจุที่เป็นท่อให้เป็นไปตาม มอก. 359 เล่ม 1 หรือ มอก. 359 เล่ม 2 หรือ มอก. 2775 ในกรณีที่เป็นท่อใช้แล้ว ให้ตรวจสอบสภาพความแข็งแรงของท่อตาม มอก. 358 ทุก 5 ปี พร้อมเอกสารรับรองการตรวจสอบ
- 4.3 สีส่อบรรจุออกซิเจนให้ใช้สีเขียวมรกตตาม BS 381C หมายเลข 228 ตลอดทั้งตัวท่อ คอและไหล่ให้ใช้สีขาว และเป็นไปตาม มอก. 87
- 4.4 ข้อต่อท่อบรรจุออกซิเจนให้เป็นไปตาม มอก. 1095
- 4.5 ภาชนะบรรจุที่เป็นถังเก็บ (storage tank) สำหรับออกซิเจนเหลว ให้เป็นดังนี้
  - 4.5.1 กรณีเป็นถังเก็บออกซิเจนเหลวที่โรงงานผู้ทำ ให้เป็นไปตาม AIGA 030 หรือ AIGA 031
  - 4.5.2 กรณีเป็นถังเก็บออกซิเจนเหลวที่ตัวแทนจำหน่ายหรือผู้ใช้งาน ให้เป็นไปตาม AIGA 030
- 4.6 ให้มีวัสดุหุ้มท่อข้อต่อท่อบรรจุออกซิเจน เพื่อป้องกันสิ่งสกปรกเข้าไปในข้อต่อ และเพื่อแยกท่อที่ยังไม่ได้ใช้งานออกจากท่อที่ใช้งานแล้ว และให้มีชื่อหรือเครื่องหมายการค้าของผู้บรรจุที่วัสดุหุ้มท่อด้วย

## 5. เครื่องหมายและฉลาก

5.1 ที่ภาชนะบรรจุออกซิเจนหรือฉลากที่ติดอยู่ที่ภาชนะบรรจุทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจนและไม่ลบเลือน

5.1.1 ในกรณีที่เป็นท่อบรรจุออกซิเจน

5.1.1.1 ที่ท่อ

- (1) เครื่องหมายกากบาทสีแดงล้อมรอบด้วยวงกลมสีแดงบนส่วนไหล่ และคำว่า “ออกซิเจนทางการแพทย์” และสัญลักษณ์ “O<sub>2</sub>” โดยใช้อักษรสีขาวที่ตัวท่อ ขนาดสูงไม่ต่ำกว่า 1 ใน 8 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ
- (2) ปริมาตร เป็นลูกบาศก์เมตร อ้างอิงที่ความดันบรรยากาศและอุณหภูมิ 27 °C

5.1.1.2 ฉลากที่ติดมากับท่อ

- (1) ความดันเกจของออกซิเจนที่บรรจุ เป็น เมกะพาสคัลและพีเอสไอ (lb/in<sup>2</sup>)
- (2) สัญลักษณ์ “UN 1072”
- (3) วัน เดือน ปี ที่บรรจุ หรือรหัสรุ่นที่บรรจุ
- (4) ข้อความหรือเครื่องหมายแสดงคำแนะนำในการเก็บและการใช้อย่างปลอดภัย เช่น “ห้ามใช้สารหล่อลื่นกับข้อต่อ” “เก็บในที่ร่มและที่มีอากาศถ่ายเท” “ห้ามสูบบุหรี่หรือทำให้เกิดประกายไฟ”
- (5) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือชื่อผู้บรรจุและชื่อผู้จัดจำหน่าย หรือชื่อเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

5.1.2 ในกรณีที่เป็นถังเก็บออกซิเจนเหลว

- (1) คำว่า “ออกซิเจนทางการแพทย์” และสัญลักษณ์ “O<sub>2</sub>” โดยใช้อักษรสีดำ
- (2) สัญลักษณ์ “UN 1073”
- (3) ข้อความหรือเครื่องหมายแสดงคำเตือน เช่น ห้ามสูบบุหรี่ ห้ามทำให้เกิดประกายไฟ ห้ามนำสารไวไฟเข้าใกล้

5.2 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

## 6. การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน

6.1 การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสินให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

## 7. การทดสอบ

- 7.1 ให้ใช้วิธีที่กำหนดในมาตรฐานนี้หรือวิธีอื่นใดที่ให้ผลเทียบเท่า ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีที่กำหนดในมาตรฐานนี้เป็นวิธีตัดสิน
- 7.2 ตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ ต้องเก็บไว้ที่อุณหภูมิ  $(27 \pm 2)$  °C อย่างน้อย 6 h ก่อนการวิเคราะห์ และให้ทำการวิเคราะห์ที่อุณหภูมิเดียวกัน
- 7.3 ลักษณะทั่วไป
- เปิดลิ้นภาชนะบรรจุด้วยความระมัดระวัง ให้ก๊าซออกซิเจนไหลด้วยความเร็วปานกลาง อย่าให้ก๊าซออกซิเจนเข้าที่หน้าโดยตรง แต่หันส่วนของไอก๊าซออกซิเจนให้เข้าที่จุ่มก ต้องไม่ปรากฏกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์
- 7.4 ความบริสุทธิ์
- ให้ใช้เครื่องมือวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ที่กำหนดดังต่อไปนี้ หลอดตรวจก๊าซ (gas detector tube) หรือเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟี หรือเครื่องวิเคราะห์แบบพาราแมกเนติก ที่สอบเทียบแล้ว หรือวิธีวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ทางเคมีในภาคผนวก ข. ในกรณีมีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีวิเคราะห์ด้วยเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟีเป็นวิธีตัดสิน
- 7.5 คาร์บอนไดออกไซด์
- ให้ใช้เครื่องมือวิเคราะห์คาร์บอนไดออกไซด์ที่กำหนดต่อไปนี้ หรือวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโตรสโกปี (IR technique) ในกรณีมีข้อโต้แย้งให้ใช้เครื่องมือตามข้อ 7.5.1 และวิธีวิเคราะห์ตาม 7.5.2 เป็นวิธีตัดสิน
- 7.5.1 เครื่องมือ
- 7.5.1.1 หลอดวัดคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide detector tube)
- 7.5.1.2 เครื่องวัดปริมาตรก๊าซ
- 7.5.2 วิธีวิเคราะห์
- ผ่านก๊าซตัวอย่าง  $(100 \pm 5)$  mL หรือปริมาตรตามที่เครื่องมือระบุ ลงในหลอดวัดคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งต่อกับเครื่องวัดปริมาตรก๊าซ โดยให้อัตราการไหลของก๊าซเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่หลอดวัด แล้วอ่านค่าที่ได้จากหลอดวัด
- 7.6 คาร์บอนมอนอกไซด์
- ให้ใช้เครื่องมือวิเคราะห์คาร์บอนมอนอกไซด์ที่กำหนดต่อไปนี้ หรือวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโตรสโกปี (IR Technique) ในกรณีมีข้อโต้แย้งให้ใช้เครื่องมือตามข้อ 7.6.1 และวิธีวิเคราะห์ตามข้อ 7.6.2 เป็นวิธีตัดสิน
- 7.6.1 เครื่องมือ
- 7.6.1.1 หลอดวัดคาร์บอนมอนอกไซด์ (carbon monoxide detector tube)
- 7.6.1.2 เครื่องวัดปริมาตรก๊าซ
- 7.6.2 วิธีวิเคราะห์
- ผ่านก๊าซตัวอย่าง  $(1\ 000 \pm 50)$  mL หรือปริมาตรตามที่เครื่องมือระบุ ลงในหลอดวัดคาร์บอนมอนอกไซด์

ซึ่งต่อกับเครื่องวัดปริมาตรก๊าซ โดยให้อัตราการไหลของก๊าซเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่หลอดวัด แล้วอ่านค่าที่ได้จากหลอดวัด

7.7 ความชื้น

ให้ใช้เครื่องมือวิเคราะห์ความชื้นที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้เครื่องวิเคราะห์เซลล์ไฟฟ้าเคมี (electrochemical cell) เช่น  $Pb_2O_5$ ,  $Al_2O_3$  หรือเทคนิคจุดน้ำค้าง (dew point) ในภาคผนวก ค. ในกรณีมีข้อโต้แย้งให้ใช้เครื่องมือตามข้อ 7.7.1 และวิธีวิเคราะห์ตามข้อ 7.7.2 เป็นวิธีตัดสิน

7.7.1 เครื่องมือ

7.7.1.1 หลอดวัดไอน้ำ (water vapor detector tube)

7.7.1.2 เครื่องวัดปริมาตรก๊าซ

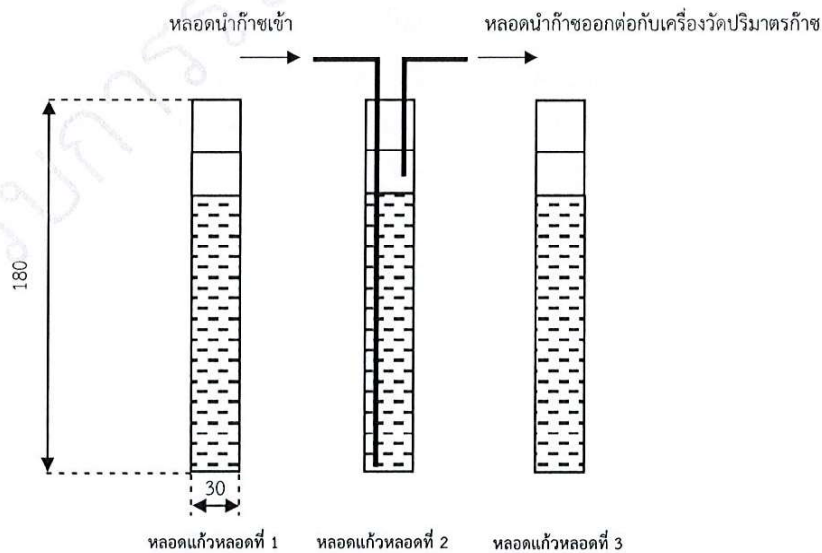
7.7.2 วิธีวิเคราะห์

ไล่ก๊าซในเครื่องวัดปริมาตรก๊าซด้วยก๊าซตัวอย่าง 5 L หรือมากกว่า ผ่านตัวอย่างสถานะก๊าซ ( $100 \pm 5$ ) mL หรือปริมาตรตามที่เครื่องมือระบุ ลงในหลอดวัดไอน้ำซึ่งต่อกับเครื่องวัดปริมาตรก๊าซด้วยท่อโลหะหรือท่อพอลิเอทิลีนที่ยาวน้อยสุด แล้วอ่านค่าที่ได้จากหลอดวัด

7.8 ความเป็นกรดหรือความเป็นด่าง

7.8.1 เครื่องมือ (ดูรูปที่ 1)

7.8.1.1 หลอดแก้วรูปทรงกระบอกจำนวน 3 หลอด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 30 mm สูงประมาณ 180 mm พร้อมจุกปิด เฉพาะหลอดแก้วที่ 2 มีจุกยางที่เจาะรูเพื่อใส่หลอดนำก๊าซเข้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.5 mm ยาวเกือบถึงก้นหลอด และมีหลอดนำก๊าซออกซึ่งต่อกับเครื่องวัดปริมาตรก๊าซ



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 1 เครื่องมือวิเคราะห์ความเป็นกรดหรือความเป็นด่าง (ข้อ 7.8.1)

7.8.1.2 เครื่องวัดปริมาตรก๊าซ

7.8.2 สารละลายและวิธีเตรียม

7.8.2.1 สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.01 mol/L

7.8.2.2 สารละลายเมทิลเรดอินดิเคเตอร์ 0.5 % โดยมวล (ละลายเมทิลเรด 0.5 g ในน้ำกลั่น 100 mL)

7.8.3 วิธีวิเคราะห์

เติมสารละลายเมทิลเรดอินดิเคเตอร์ 1 mL ลงในน้ำกลั่น 350 mL ต้มให้เดือด 5 min เทใส่หลอดแก้วที่ 3 หลอด หลอดละ 100 mL ในขณะที่ยังอุ่นอยู่ โดยหลอดแก้วที่ 1 เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.1 mL ส่วนหลอดแก้วที่ 2 และหลอดแก้วที่ 3 เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.2 mL หลังจากนั้นปิดจุกหลอดแก้วที่ 1 และหลอดแก้วที่ 3 แล้วผ่านก๊าซตัวอย่าง 2 L/min ลงในหลอดแก้วที่ 2 ภายใน 30 min เปรียบเทียบสีที่เกิดขึ้นในหลอดแก้วทั้งสาม โดยตั้งหลอดแก้วทั้งสามบนพื้นสีขาว เปิดจุก แล้วมองตรงจากด้านบนลงมา สีของสารละลายในหลอดแก้วที่ 2 ต้องไม่เข้มกว่าสีเหลืองของสารละลายในหลอดแก้วที่ 1 หรือไม่เข้มกว่าสีชมพูของสารละลายในหลอดแก้วที่ 3 จึงจะถือว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.9 สารออกซิไดส์

7.9.1 เครื่องมือ

หลอดแก้วรูปทรงกระบอกเช่นเดียวกับข้อ 7.8.1.1 หลอดแก้วที่ 1 และหลอดแก้วที่ 2

7.9.2 สารเคมี สารละลาย และวิธีเตรียม

7.9.2.1 กรดเกลือเชิลแอซีติก ความหนาแน่น 1.049 g/cm<sup>3</sup>

7.9.2.2 สารละลายไอโอดีนความเข้มข้น 0.5 mmol/L

7.9.2.3 สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์-น้ำแข็ง

(1) ละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ 0.75 g ในน้ำกลั่น 100 mL ต้มให้เดือด เติมน้ำแข็ง (ละลายน้ำแข็ง 0.5 g ในน้ำกลั่น 35 mL) ลงไปจนหมดพร้อมทั้งคนอย่างสม่ำเสมอ ต้มให้เดือดอีก 2 min ถึง 3 min ปล่อยให้เย็น

(2) ทดสอบความไวของสารละลาย โดยนำสารละลาย 15 mL เติมกรดเกลือแอซีติก 0.05 mL และไอโอดีน 0.5 mmol/L ปริมาตร 0.25 mL สารละลายต้องไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

7.9.3 วิธีวิเคราะห์

เติมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์-น้ำแข็ง ซึ่งเตรียมขึ้นใหม่ ๆ 50 mL และกรดเกลือแอซีติก 0.2 mL ลงในหลอดแก้วทั้งสอง แล้วผ่านก๊าซตัวอย่าง 5 L ลงในหลอดแก้วที่ 2 สีของสารละลายในหลอดแก้วที่ 2 ต้องเหมือนกับสีของสารละลายในหลอดแก้วที่ 1 จึงจะถือว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด การทดสอบนี้ควรกระทำในที่ซึ่งไม่มีแสงสว่างมากเกินไป

## ภาคผนวก ก.

## การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 6.1)

- ก.1 รุ่น ในที่นี้หมายถึง ออกซิเจนที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน บรรจุในวันเดียวกัน มีขนาดความจุเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน
- ก.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

## ก.2.1 การชักตัวอย่าง

- ก.2.1.1 ในกรณีที่ภาชนะบรรจุเป็นท่อ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ ก.1 เพื่อทดสอบภาชนะบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก และคุณลักษณะที่ต้องการ

## ตารางที่ ก.1 แผนการชักตัวอย่าง

(ข้อ ก.2.1)

ขนาดรุ่น หน่วยภาชนะบรรจุ	ขนาดตัวอย่าง หน่วยภาชนะบรรจุ
1 ถึง 30	1
31 ถึง 60	2
ตั้งแต่ 60 ขึ้นไป	3

- ก.2.1.2 ในกรณีที่ภาชนะบรรจุเป็นถังเก็บออกซิเจนเหลว ให้ชักตัวอย่างในสภาพออกซิเจนเหลวจากถังเก็บลงในเดวาร์ฟลasks (dewar flask) หรือภาชนะอื่นใดที่มีคุณภาพเทียบเท่า ในปริมาตรไม่น้อยกว่า 2 L ของออกซิเจนเหลว เพื่อทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการ
- ก.3 เกณฑ์ตัดสิน
- ตัวอย่างออกซิเจนต้องเป็นไปตามข้อ 3, ข้อ 4, และข้อ 5. ทุกข้อ จึงจะถือว่าออกซิเจนรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้



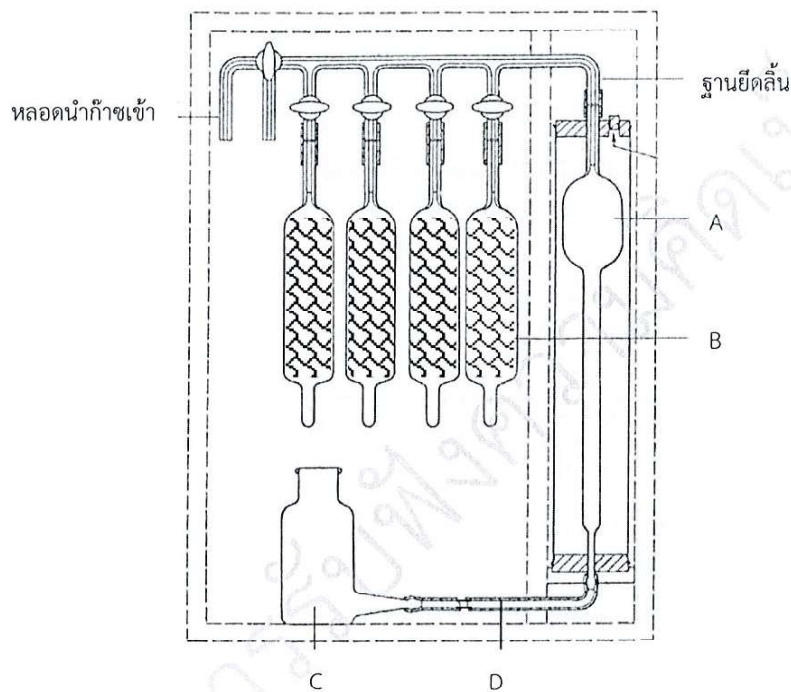
ภาคผนวก ข.

วิธีวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ทางเคมี  
(ข้อ 7.4)

ข.1 ความบริสุทธิ์ทางเคมี

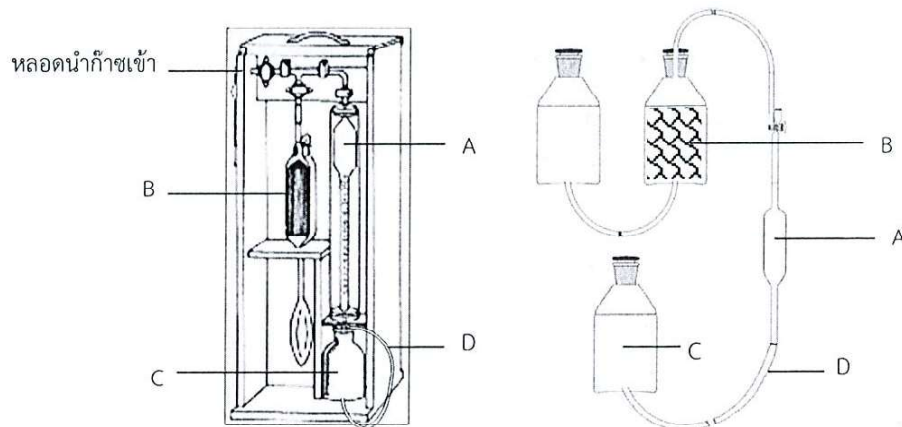
ข.1.1 เครื่องมือ

ข.1.1.1 เครื่องวัดความบริสุทธิ์ ตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ ข.1 หรือ ข.2



- A คือ บิวเรตต์ที่สอบเทียบแล้ว ความจุ 100 mL ระหว่างขีดบอกปริมาตรตั้งแต่ 99 mL ถึง 100 mL มีสเกลที่อ่านละเอียดถึง 0.1 mL
- B คือ แอบซอร์ปชันปิเปตต์ ซึ่งภายในบรรจุทองแดงที่ลักษณะเป็นขดลวด ตะแกรงลวด หรือรูปร่างอื่นที่เหมาะสม
- C คือ ขวดปรับระดับ ความจุประมาณ 175 mL
- D คือ สายยางประมาณ 750 mm ต่ออยู่ระหว่างบิวเรตต์ A กับขวดปรับระดับ C

รูปที่ ข.1 ตัวอย่างเครื่องมือวิเคราะห์ความบริสุทธิ์  
(ข้อ ข.1.1.1)



- A คือ บิวเรตต์ที่สอบเทียบแล้ว ความจุ 100 mL ระหว่างขีดบอกปริมาตรตั้งแต่ 99 mL ถึง 100 mL มีสเกลที่อ่านละเอียดถึง 0.1 mL
- B คือ แอบซอร์บชันปิเปตต์ ซึ่งภายในบรรจุทองแดงที่ลักษณะเป็นขดลวด ตะแกรงลวด หรือรูปร่างอื่นที่เหมาะสม
- C คือ ขวดปรับระดับ ความจุประมาณ 175 mL
- D คือ สายยาง ต่ออยู่ระหว่างบิวเรตต์ A กับขวดปรับระดับ C

รูปที่ ข.2 ตัวอย่างเครื่องมือวิเคราะห์ความบริสุทธิ์  
(ข้อ ข.1.1.1)

### ข.1.2 สารละลายและวิธีเตรียม

#### ข.1.2.1 สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์-แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์

ผสมน้ำและสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (แอมโมเนียความเข้มข้น 28.0% ถึง 30.0%) ในปริมาตรเท่ากัน แล้วทำให้อิ่มตัวด้วยแอมโมเนียมคลอไรด์ ที่อุณหภูมิห้องให้มีปริมาณเพียงพอสำหรับทดสอบ

### ข.1.3 วิธีวิเคราะห์

ข.1.3.1 ประกอบเครื่องมือเข้าด้วยกัน (ดังรูปที่ ข.1 หรือดังรูปที่ ข.2) ให้ปลายหลอดแก้วชนกัน และบรรจุสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์-แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ลงในแอบซอร์บชันปิเปตต์และขวดปรับระดับ ให้มีปริมาณพอเหมาะ

ข.1.3.2 ไล่ก๊าซในบิวเรตต์ แอบซอร์บชันปิเปตต์ ขวดปรับระดับ และก๊อก ออกให้หมด ปล่อยก๊าซตัวอย่างเข้าให้ได้ปริมาตรในบิวเรตต์เป็น 100 mL ในขณะที่ขวดปรับระดับอยู่ต่ำกว่ากระเปาะบิวเรตต์ที่สอบเทียบแล้ว

ข.1.3.3 เปิดก๊อกที่แอบซอร์บชันปิเปตต์ แล้วไล่ก๊าซในบิวเรตต์ไปยังแอบซอร์บชันปิเปตต์ โดยการยกขวดปรับระดับขึ้น เขย่าแอบซอร์บชันปิเปตต์สม่ำเสมอ เพื่อให้เกิดการสัมผัสของสารละลาย ก๊าซ และทองแดง เขย่าต่อเนื่องจนกระทั่งปริมาตรไม่ลดลง

ข.1.3.4 เมื่อก๊าซที่เหลือกลับลงมาในบิวเรตต์วัดปริมาตร ปริมาตรที่วัดได้ต้องไม่เกิน 1.0 mL จึงจะถือว่ามีความบริสุทธิ์ ไม่น้อยกว่า 99.0 % โดยปริมาตร

หมายเหตุ กรณีใช้เครื่องมือในรูปที่ ข.2 ให้ทำการทดลองซ้ำอย่างน้อย 4 ครั้ง แล้วจึงวัดปริมาตรของก๊าซที่เหลือ

ใช้สำหรับการรับฟังความคิดเห็นเท่านั้น

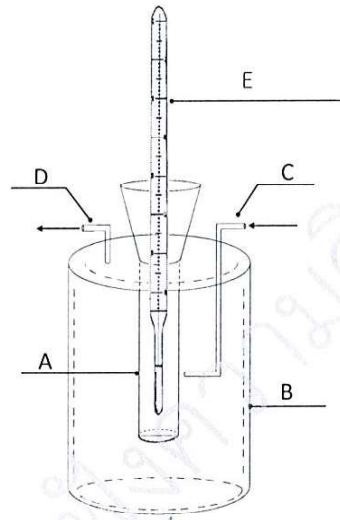
## ภาคผนวก ค.

เทคนิคจุดน้ำค้าง  
(ข้อ 7.7)

## ค.1 เทคนิคจุดน้ำค้าง

## ค.1.1 เครื่องมือ

เครื่องวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ดังรูปที่ ค.1



- A คือ ภาชนะทรงกระบอกผนังบางทำด้วยโลหะ เช่น ทองแดงชุบโครเมียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4 cm สูง 7.5 cm ถึง 12.7 cm ผิวด้านนอกเป็นมัน และต้องไม่ทำให้อุณหภูมิที่ผิวด้านในและผิวด้านนอกต่างกัน
- B คือ ขวดแก้วหรือภาชนะโปร่งใสพร้อมฝาปิด
- C คือ ท่อนำก๊าซเข้า ทำด้วยทองแดง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm ปลายท่ออยู่เหนือปลายล่างสุดของภาชนะทรงกระบอก A ประมาณ 1-2.5 cm และปลายท่อ C จ่อไปที่ภาชนะทรงกระบอก A โดยมีระยะห่างไม่เกิน 3 mm
- D คือ ท่อนำก๊าซออก ทำด้วยทองแดง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm ปลายอีกด้านหนึ่งต่อกับเครื่องวัดปริมาตรก๊าซ
- E คือ เทอร์โมมิเตอร์ที่วัดอุณหภูมิได้ต่ำกว่า  $-40^{\circ}\text{C}$

รูปที่ ค.1 เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณความชื้น  
(ข้อ ค.1.1)

## ค.1.2 สารเคมี

ค.1.2.1 คาร์บอนไดออกไซด์แข็ง

ค.1.2.2 แอซีโตนหรือเอทานอล

ค.1.3 วิธีวิเคราะห์

- ค.1.3.1 ผ่านก๊าซตัวอย่างเข้าทางท่อนำก๊าซเข้า ด้วยอัตรา 1 L/min ถึง 5 L/min เติมแอสีโทนหรือเอทานอลลงในภาชนะบรรจุทรงกระบอก ประมาณครึ่งหนึ่งของความสูง
- ค.1.3.2 ค่อย ๆ เติมคาร์บอนไดออกไซด์แข็งขึ้นเล็ก ๆ พร้อมทั้งคนตลอดเวลา จนกระทั่งสังเกตเห็นละอองน้ำที่เกิดที่ผิวนอกของภาชนะทรงกระบอก A ตรงปลายท่อนำก๊าซเข้า อ่านอุณหภูมิทันที
- ค.1.3.3 ทำซ้ำโดยปล่อยให้อุณหภูมิสูงขึ้นจนกระทั่งละอองน้ำหายไป แล้วปฏิบัติตามข้อ ค.1.3.2 ซ้ำจนได้ค่าอุณหภูมิคงที่ อุณหภูมิที่อ่านได้ต้องต่ำกว่าหรือเท่ากับ  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  จึงจะถือว่ามีความชื้นไม่เกิน  $120\text{ mg/m}^3$

## ภาคผนวก ง.

## การเก็บและการเคลื่อนย้าย

## (ข้อแนะนำ)

## ง.1 การเก็บท่อออกซิเจน

- ง.1.1 ต้องกำหนดสถานที่เก็บให้แน่นอน และสถานที่เก็บนั้นต้องเป็นที่แห้งและอากาศถ่ายเทได้ดี ถ้าเก็บนอกอาคารต้องมีที่รองรับและหลังคากันแดดกันฝน
- ง.1.2 สถานที่ติดตั้งชุดจ่ายก๊าซ ต้องมีระยะปลอดภัยขั้นต่ำจากชุดจ่ายก๊าซ ตามตารางที่ ง.1
- ง.1.3 ห้ามเก็บท่อใกล้วัตถุไวไฟ เช่น น้ำมัน ไซ สารที่ไหม้ไฟได้ หรือใต้เพลาเครื่องจักร หรือสถานที่ซึ่งน้ำมันสามารถหยดลงบนท่อ ลิ้น หรือส่วนประกอบอื่น ๆ ของท่อได้
- ง.1.4 ไม่ควรเก็บท่อออกซิเจนไว้ในห้องเดียวกับที่ผลิตอะเซทิลีนหรือใกล้กับท่อบรรจุก๊าซอะเซทิลีนหรือก๊าซอื่น ๆ ที่ไหม้ไฟได้ ถ้าจำเป็นต้องเก็บห้องเดียวกัน ต้องเก็บให้ห่างจากกันอย่างน้อย 6 m หรือมีฉนวนกันไฟด้วยผนังกันไฟ ซึ่งมีอัตราการต้านไฟอย่างน้อย 30 min สูงอย่างน้อย 1.50 m
- ง.1.5 ไม่ควรให้อุณหภูมิของท่อสูงถึง 50 °C เพราะความดันในท่อจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น ห้ามเก็บท่อไว้ใกล้เตาไฟ เครื่องกระจายความร้อนและแหล่งให้ความร้อน
- ง.1.6 ต้องมีวิธีหรืออุปกรณ์ป้องกันมิให้ท่อล้ม เช่น มีสายรัด โดยควรจะมีสายรัดที่ตำแหน่งหนึ่งในสามของความยาวท่อจากพื้น และสองในสามของความยาวท่อจากพื้น
- ง.1.7 ต้องไม่ให้ท่อได้รับการกระทบกระเทือนอย่างแรง ซึ่งอาจทำให้ตัวท่อ ลิ้นหรืออุปกรณ์นิรภัยอื่น ๆ เสียหายได้ ไม่ควรเก็บท่อใกล้ลิฟต์ทางเดินหรือสถานที่ที่มีการเคลื่อนย้ายวัตถุหนัก ๆ ไปมา เพราะอาจกระทบหรือตกทับท่อได้
- ง.1.8 ต้องติดอุปกรณ์ป้องกันลื่นตลอดเวลา
- ง.1.9 ห้ามบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปในบริเวณที่เก็บท่อ
- ง.1.10 ควรเก็บท่อให้ใช้ได้ตามลำดับก่อนหลังที่ได้รับมา
- ง.1.11 ควรแยกท่อเปล่าและท่อมีก๊าซอยู่เต็มออกจากกัน ท่อเปล่าควรติดอุปกรณ์ป้องกันลื่น และทำเครื่องหมายไว้เพื่อป้องกันมิให้สับสน
- ง.1.12 ห้ามเก็บท่อไว้ในที่ชื้น ใกล้เกลือ หรือสารเคมีกัดกร่อน เพราะจะทำให้ท่อเป็นสนิม
- ง.1.13 ให้มีป้ายเตือน ข้อความว่า “ห้ามสูบบุหรี่หรือทำให้เกิดประกายไฟ” ในบริเวณใช้งานและสถานที่เก็บ

## ง.2 การเคลื่อนย้ายท่อออกซิเจน

- ง.2.1 ต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง ไม่ให้เกิดการกระเทือนหรือกระทบ ห้ามโยนท่อ และต้องติดอุปกรณ์ป้องกันลื่น

- ง.2.2 พาหนะบรรทุกออกซิเจนต้องมีสายรัดท่อไว้ให้แน่น ควรมีที่ยึดให้มั่นคงเพื่อไม่ให้หล่น และควรจะต้องตั้งตรง โดยควรมีสายรัดที่ตำแหน่งหนึ่งในสามของความยาวท่อจากพื้น และสองในสามของความยาวท่อจากพื้น
- ง.2.3 พาหนะที่ใช้ขนส่งท่อต้องมีข้อความ “ก๊าซอันตราย” ให้เห็นได้อย่างชัดเจน
- ง.3 การเก็บและการเติมออกซิเจนเหลว
- ง.3.1 ถังเก็บออกซิเจนเหลว ไม่ควรตั้งในบริเวณที่เสี่ยงต่ออันตรายจากการถูกชน หรือใกล้เคียงกับบริเวณก่อสร้าง เสาไฟแรงสูง หม้อแปลงไฟฟ้า หรือใกล้เคียงกับบริเวณที่มีเชื้อเพลิง ตามข้อแนะนำระยะห่างจากถังเก็บออกซิเจนเหลวดังแสดงในตารางที่ ง.2
- ง.3.2 บริเวณที่ตั้งถังเก็บออกซิเจนเหลวต้องมีรั้วสูงไม่น้อยกว่า 2 m ล้อมรอบ ป้องกันไม่ให้บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไป
- ง.3.3 การเติมออกซิเจนเหลวทุกครั้งต้องกระทำโดยผู้ชำนาญการด้วยความระมัดระวัง เพื่อป้องกันอันตรายซึ่งอาจเกิดขึ้นได้
- ง.3.4 พาหนะขนส่งออกซิเจนเหลวต้องมีตัวอักษรระบุคำว่า “ออกซิเจนเหลว” และ “ก๊าซอันตราย” อย่างชัดเจนในที่ซึ่งสังเกตเห็นได้ง่าย

ตารางที่ ง.1 ระยะปลอดภัยขั้นต่ำจากชุดจ่ายก๊าซ  
(ข้อ ง.1.2)

ลำดับ	ประเภทวัสดุ	หน่วยเป็น เมตร
		ระยะปลอดภัย ไม่น้อยกว่า
1	ช่องลมหรือช่องระบายอากาศ (wall opening)	0.3
2	ทางออกหรือประตู (room or area exit)	1.0
3	ขอบถนนหรือฟุตบาท (property line)	1.5
4	ทางเข้าของเครื่องอัดอากาศ (air intake of air compressor)	3.0
5	ทางออกอาคาร (building exit)	3.0
6	วัสดุติดไฟ เช่น กระดาษ ไม้ หญ้าแห้ง	4.5
7	วัสดุอันตรายที่ไม่เหมาะสม (incompatible hazardous material) เช่น น้ำมันหล่อลื่น	6.0

ตารางที่ ง.2 ข้อเสนอแนะระยะห่างจากถังเก็บออกซิเจนเหลว  
(ข้อ ง.3.1)

ลำดับ	ประเภทวัสดุ	ระยะห่างจากถังเก็บออกซิเจนเหลว	
		ขนาดถังไม่เกิน 20 ตัน	ขนาดถังเกิน 20 ตัน ถึง 200 ตัน
1	ช่องเปิดผนัง เช่น ประตู หน้าต่าง	3	3
2	ท่อก๊าซหรือของเหลวติดไฟได้ (ไม่มีข้อต่อหรือลิ้น)	3	3
3	ของเหลวไวไฟและติดไฟได้ที่อยู่ใต้ดิน	4.6	4.6
4	ท่อบรรจุก๊าซเชื้อเพลิงขนาดไม่เกิน 70 m <sup>3</sup>	5	8
5	เปลวไฟ คิวไฟ	5	8
6	แหล่งเก็บวัสดุติดไฟ เช่น บ้านไม้	5	8
7	ปล่องระบายก๊าซเชื้อเพลิง	5	8
8	ที่จอดรถทั่วไป (ยกเว้นรถที่ได้รับอนุญาต)	5	8
9	ถนนที่มีรถสัญจร	5	8
10	รั้วหรือต้นไม้ใหญ่ หรือกองเศษวัสดุธรรมชาติติดไฟได้	5	8
11	สำนักงาน ห้องอาหาร ที่มีคนอยู่รวมกัน	5	8
12	เครื่องยนต์ เครื่องจักรที่ไม่เกี่ยวข้อง	5	8
13	ท่อระบายน้ำและฝาท่อระบบใต้ดิน	5	8
14	ทางอากาศเข้า หรือทางระบายอากาศของเครื่องคอมเพรสเซอร์	5	8
15	สถานีไฟฟ้าย่อย/หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด medium หรือ high voltage	5	8
16	ช่องเติมหรือช่องระบายของเหลวไวไฟหรือของเหลวติดไฟที่อยู่ใต้ดิน	7.6	7.6
17	รางรถไฟ	10	15
18	สายส่งไฟฟ้าแรงสูง (transmission line)	10	15
19	ชุมชนสาธารณะ เช่น สนามกีฬา	10	15
20	เตียงผู้ป่วย	10	15
21	วัสดุติดไฟได้อย่างรวดเร็ว เช่น กระดาษ กล่อง ลัง	15	15
22	โครงสร้าง หรืออาคารไม้ขนาดใหญ่	15	15
23	หน้าแปลนเชื่อมต่อ หรือข้อต่อท่อก๊าซ หรือของเหลวไวไฟ	15	15
24	ลานจอดเฮลิคอปเตอร์	15	15
25	ถังเก็บก๊าซปิโตรเลียมเหลวขนาดไม่เกิน 4 ตัน	7.5	7.5
26	ถังเก็บก๊าซปิโตรเลียมเหลว ขนาดไม่เกิน 60 ตัน	15	15
27	ถังเก็บของเหลวไวไฟ เช่น น้ำมัน น้ำมันเตา ขนาดไม่เกิน 7.8 m <sup>3</sup>	7.5	7.5
28	ถังเก็บของเหลวไวไฟ เช่น น้ำมัน น้ำมันเตา ขนาดไม่เกิน 117 m <sup>3</sup>	15	15
29	ที่เก็บไฮโดรเจนเหลว	23	23



ภาคผนวก จ.

การจัดการกับสิ่งปนเปื้อนภายนอกท่อบรรจุก๊าซออกซิเจน

(ข้อแนะนำ)

- จ.1 แนะนำให้ปฏิบัติตาม AIGA 077 การจัดการกับสิ่งปนเปื้อนภายนอกท่อบรรจุก๊าซทางการแพทย์ในสภาวะการเกิดสถานการณ์ระบาดของโรค
-