

ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

วศ
กม
อว 21

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 7 ว.

เรื่องที่ 2

การตรวจพิสูจน์ก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์

โดย

นางอรสพร เสนะวัต

นักวิทยาศาสตร์ 6 ว.

กลุ่มงานอินทรีเคมิวิเคราะห์ 2

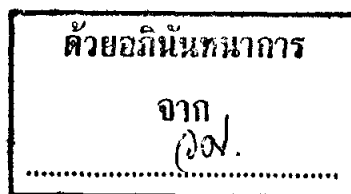
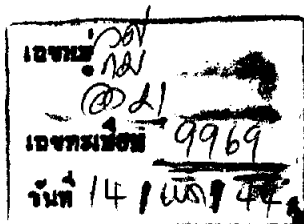
กองเคมี

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

บทคัดย่อ

เมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ.2539 โรงพยาบาลประจำจังหวัดยะลา ใช้ก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ ที่ซื้อมาจากบริษัทเอกชนแห่งหนึ่งทางภาคใต้ เพื่อใช้เป็นยาดมสลบสำหรับคนไข้ที่จะทำการผ่าตัด แต่เกิดปัญหาที่คนไข้ที่ใช้ก๊าซเหล่านี้ จึงส่งตัวอย่างก๊าซที่ระบุว่าเป็นก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ มาให้กรมวิทยาศาสตร์บริการตรวจวิเคราะห์ จำนวน 3 ตัวอย่าง ดังหมายเลขปฏิบัติการ TA.105-107 ผลการวิเคราะห์พบว่าตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการ TA.105 เป็นก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์จริง แต่มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปนเปื้อนเกินเกณฑ์ที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไนตรัสออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ มอก.30-2527 กำหนด ตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการ TA.106 เป็นก๊าซผสมระหว่างก๊าซไนตรัสออกไซด์กับก๊าซออกซิเจน อัตราส่วน 1.2 : 1 และตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการ TA.107 เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์บริสุทธิ์



สารบัญ

	หน้า
1. คำนำ	1
- วัตถุประสงค์	5
- ประโยชน์ที่ได้รับ	5
- ระยะเวลาดำเนินการ	5
2. เครื่องมือและสารเคมี	5
3. วิธีวิเคราะห์	6
4. ผลการวิเคราะห์	18
5. สรุปและวิจารณ์	21
6. ข้อเสนอแนะ	22
7. กิตติกรรมประกาศ	23
8. เอกสารอ้างอิง	24

การตรวจพิสูจน์ก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์

1. คำนำ

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ก๊าซได้เข้ามามีบทบาทสำคัญทั้งในชีวิตประจำวัน ในการแพทย์ และอุตสาหกรรม โดยส่วนใหญ่จะบรรจุในถังหรือท่อเหล็กภายใต้ความกดดันสูง เนื่องจากมีความสะดวกในการผลิตและความปลอดภัยในขณะที่ใช้งาน ดังนั้นภาชนะบรรจุต้องมีสภาพแข็งแรงทนทาน ที่สำคัญต้องมีการตรวจสอบเป็นประจำเพื่อความปลอดภัย นอกจากนี้ยังต้องกำหนดลักษณะภาชนะบรรจุ เช่น สี อักษร และเครื่องหมาย ให้แตกต่างกันเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการเลือกใช้ เพราะผลิตภัณฑ์ก๊าซมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีความบริสุทธิ์และสารปนเปื้อนในปริมาณที่ต่างกัน ตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ โดยแบ่งผลิตภัณฑ์ก๊าซตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือก๊าซที่ใช้ในการแพทย์ และอุตสาหกรรม

คุณลักษณะของก๊าซอุตสาหกรรมจะมีความบริสุทธิ์สูงกว่าก๊าซที่ใช้ในการแพทย์ เช่น ก๊าซออกซิเจนอุตสาหกรรมต้องมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.5 ร้อยละ โดยปริมาตร³ ส่วนก๊าซออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ต้องมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.0 ร้อยละ โดยปริมาตร² หรือคาร์บอนไดออกไซด์อุตสาหกรรมต้องมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.5 ร้อยละ โดยปริมาตร⁵ ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ต้องมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.0 ร้อยละ โดยปริมาตร⁴ เนื่องจากการใช้ก๊าซรักษาพยาบาลคนไข้ไม่จำเป็นต้องใช้ในปริมาณมาก แต่จะใช้ร่วมกับก๊าซอื่นตามความจำเป็นสำหรับคนไข้แต่ละราย เช่น การให้ก๊าซออกซิเจนร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคนไข้ที่ขาดออกซิเจนอันเนื่องมาจากโรคหอบหืดอย่างรุนแรง โรคปอดบวม เส้นเลือดที่ไปเลี้ยงหัวใจอุดตัน และคนไข้ที่หมดสติ เนื่องจากสูดคาร์บอนมอนอกไซด์เข้าไปมากๆ เพื่อช่วยเร่งการเปลี่ยนคาร์บอกซีเฮโมโกลบินที่เกิดจากคาร์บอนมอนอกไซด์ให้เป็นออกซีเฮโมโกลบิน และในทางตรงข้าม ถ้าให้ก๊าซออกซิเจนในปริมาณสูงเกินไปอาจทำลายเนื้อเยื่อของปอดได้ ส่วนคาร์บอนไดออกไซด์จะกดระบบหายใจ ทำให้หายใจไม่ออก

ในงานวิสัญญีวิทยาจะใช้ก๊าซไนตรัสออกไซด์ร่วมกับก๊าซออกซิเจน โดยใช้เป็นยาสลบอย่างอ่อน เพื่อใช้ในการถอนฟัน หรือใช้เป็นยาสลบควบคู่กับอีเทอร์ หรือไซโคลโพรเพน เพื่อให้เกิดความรู้สึกสบายได้เร็วก่อนการสลบโดยอีเทอร์ หรือไซโคลโพรเพน ซึ่งการใช้ก๊าซไนตรัสออกไซด์นี้ต้องควบคุมโดยวิสัญญีแพทย์ที่ชำนาญ เพราะปริมาณของก๊าซไนตรัสออกไซด์ ต้องมีสัดส่วนที่เหมาะสมกับปริมาณของออกซิเจน เพื่อป้องกันการขาดออกซิเจนอันเป็นสาเหตุให้เนื้อเยื่อของระบบประสาทส่วนกลางถูกทำลาย

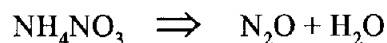
ส่วนปริมาณสารปนเปื้อนที่ยอมให้มีในก๊าซนั้น มีการควบคุมชนิด และปริมาณของสารปนเปื้อนในก๊าซที่ใช้ในการแพทย์ มากกว่าก๊าซอุตสาหกรรม เนื่องจากก๊าซที่ใช้ในการแพทย์จะเข้าสู่ร่างกายได้โดยตรง ดังนั้นถ้าสารปนเปื้อนในก๊าซที่ใช้ในการแพทย์นั้นเป็นสารพิษ ย่อมก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตของผู้ป่วยได้อย่างเฉียบพลัน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจึงกำหนดชนิด และปริมาณสารปนเปื้อนที่ยอมให้มีในก๊าซได้ดังนี้

ชนิดของสารปนเปื้อน	ปริมาณที่ยอมให้มีได้ไม่เกิน				
	คาร์บอนไดออกไซด์		ไนตรัสออกไซด์	ออกซิเจน	
	ใช้ในการแพทย์	อุตสาหกรรม		ใช้ในการแพทย์	ใช้ในการแพทย์
ความชื้น,	0.5	0.5	2.0	-	-
มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร					
ปริมาณน้ำ,	-	-	-	ต้องไม่มีน้ำ	5.0
ลูกบาศก์เซนติเมตร					
คาร์บอนไดออกไซด์,	-	-	300.0	300.0	-
ลูกบาศก์มิลลิเมตร/ลูกบาศก์					
เดซิเมตร					
คาร์บอนมอนอกไซด์,	10.0	-	10.0	5.0	-
ลูกบาศก์มิลลิเมตร/ลูกบาศก์					
เดซิเมตร					
ไนตริกออกไซด์,	2.5	-	1.0	-	-
ลูกบาศก์มิลลิเมตร/ลูกบาศก์					
เดซิเมตร					
ไนโตรเจนไดออกไซด์,	2.5	-	1.0	-	-
ลูกบาศก์มิลลิเมตร/ลูกบาศก์					
เดซิเมตร					

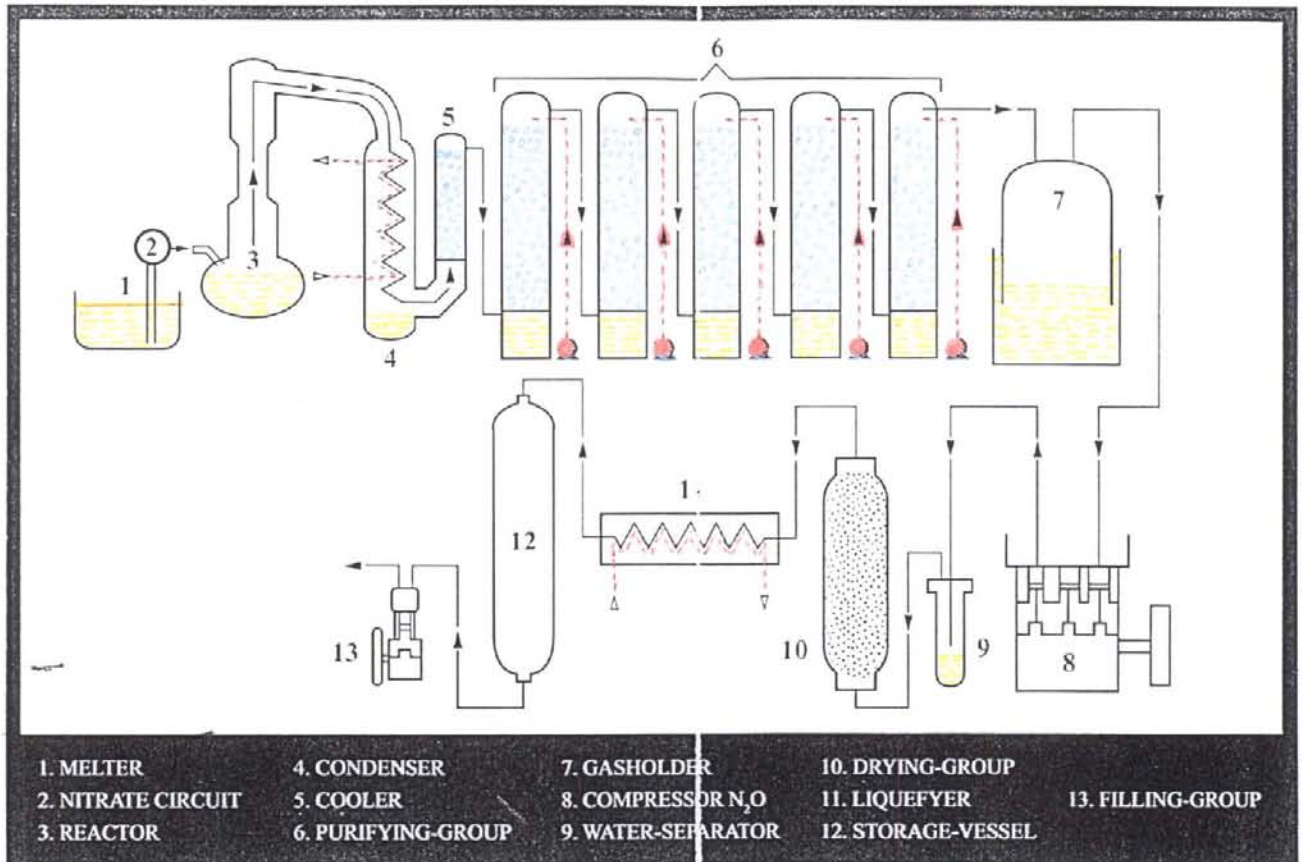
จากการที่ก๊าซที่ใช้ในการแพทย์มีผลต่อชีวิตของผู้ป่วยโดยตรง สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จึงกำหนดให้ก๊าซที่ใช้การแพทย์เป็นมาตรฐานบังคับ ต้องมีเจ้าหน้าที่จากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไป สุ่มตัวอย่างเป็นระยะๆ จากโรงงาน เพื่อส่งให้กลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 2 กรมวิทยาศาสตร์บริการตรวจวิเคราะห์ ว่ามีคุณสมบัติตรงตามมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ โดยผลิตภัณฑ์ที่เป็นมาตรฐานบังคับ จะสังเกตได้จากภาชนะบรรจุต้องมีเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และมีวงกลมล้อมรอบเครื่องหมายนั้น

ถึงแม้ก๊าซที่ใช้ในการแพทย์จะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานบังคับ แต่มีบางบริษัทได้ละเลยไม่ปฏิบัติตามที่มาตรฐานกำหนด โดยขายก๊าซที่ไม่มีคุณภาพแก่ลูกค้า คือ โรงพยาบาลต่างๆ ดังเช่น โรงพยาบาลประจำจังหวัดยะลา ได้ซื้อก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์จำนวน 3 ท่อจากบริษัทปัตตานีออกซิเจน เพื่อใช้ในการดมยาคนไข้ที่จะทำการผ่าตัด แต่มีปัญหาเกิดขึ้น จึงส่งก๊าซทั้ง 3 ท่อมาให้กรมวิทยาศาสตร์บริการตั้งหมายเลขปฏิบัติการ TA105-107 เพื่อตรวจวิเคราะห์ว่ามีคุณลักษณะเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไนตรัสออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ มอก.30-2527 หรือไม่ แต่ที่สำคัญคือทางโรงพยาบาลสงสัยว่าบริษัทจะส่งก๊าซผิดชนิดมาให้ ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายต่อคนไข้

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.30-2527 อาจเรียกก๊าซไนตรัสออกไซด์ว่า “ไดไนโตรเจนมอนอกไซด์” (Dinitrogen monoxide) หรือ “ไนโตรเจนมอนอกไซด์” (Nitrogen monoxide) มีสูตรเคมี N_2O จะบรรจุท่อในสถานะก๊าซหรือของเหลว มีกลิ่นเฉพาะตัว ไม่ติดไฟแต่ช่วยให้ไฟติด โดยผลิตจากการให้ความร้อนแก่แอมโมเนียมไนเตรท (Ammonium nitrate) สูตรเคมี “ NH_4NO_3 ” เพื่อให้หลอมเป็นของเหลวแล้วเกิดปฏิกิริยาสลายตัว (Thermal decompose) ได้ไนตรัสออกไซด์และน้ำ



ขบวนการผลิตไนตรัสออกไซด์



จากนั้นต้องผ่านขบวนการกำจัดน้ำ เพื่อให้ได้ไนตรัสออกไซด์ที่บริสุทธิ์ โดยใช้กรดเป็นตัวดูดซับ (Adsorb) น้ำ แล้วจึงกำจัดกรดโดยใช้ด่าง จากนั้นเพิ่มความดัน เพื่อเปลี่ยนสถานะให้เป็นของเหลว(Liquid) โดยการควบแน่น ซึ่งจะทำให้น้ำที่อาจเหลืออยู่แยกตัวออกมาเรียกขั้นตอนนี้ว่า "Vapor condense" แล้วจึงกำจัดน้ำโดยใช้อลูมินา(Al₂O₃)

- วัตถุประสงค์

1. เพื่อตรวจพิสูจน์ก๊าซทั้ง 3 ท่อว่าเป็นก๊าซไนตรัสออกไซด์หรือไม่
2. เพื่อวิเคราะห์หาความบริสุทธิ์ว่าเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไนตรัสออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ มอก.30-2527 หรือไม่ ถ้าเป็นก๊าซไนตรัสออกไซด์จริง

- ประโยชน์ที่ได้รับ

- 1 ทำให้ทราบชนิดและความบริสุทธิ์ของก๊าซที่บรรจุท่อ
- 2 เพื่อความปลอดภัยของผู้ป่วยที่จำเป็นต้องใช้ก๊าซที่ใช้ในการแพทย์
- 3 สามารถนำข้อมูลที่ได้ออกไปใช้เป็นหลักฐาน เพื่อให้มีการตรวจติดตาม และควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ก๊าซที่ใช้ในการแพทย์ให้รัดกุมยิ่งขึ้น เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นอีก
- 4 ผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการตรวจรับก๊าซที่ใช้ในการแพทย์สามารถใช้ข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาตรวจรับก๊าซต่อไป

- ระยะเวลาดำเนินการ

ธันวาคม 2539 -ธันวาคม 2540

2. เครื่องมือและสารเคมี

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

- 2.1.1 เครื่องมือวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ของก๊าซไนตรัสออกไซด์(รูปที่1)
- 2.1.2 เครื่องมือหาปริมาณความชื้น โดยDew point(รูปที่2)
- 2.1.3 เครื่องมือวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ของก๊าซออกซิเจน (รูปที่3)
- 2.1.4 เครื่องมือวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (รูปที่4)
- 2.1.5 หลอดวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(Carbon dioxide detector tube)
- 2.1.6 เครื่องวัดปริมาณก๊าซ
- 2.1.7 เครื่องชั่ง
- 2.1.8 เครื่องแก้ว

2.2 สารเคมีและวิธีเตรียม

2.2.1 ปรอท(Mercury), Commercial grade

2.2.2 ไนโตรเจนเหลว(Liquid nitrogen)

2.2.3 น้ำแข็งแห้ง(Dry ice)

2.2.4 อะซีโตน(Acetone), Commercial grade

2.2.5 สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์(ร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก)

ละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 75 กรัมในน้ำ 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2.2.6 กรดซัลฟูริก(ร้อยละ 3 โดยปริมาตร)

ละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น 6 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในน้ำ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2.2.7 สารละลายแอมโมเนียคลอไรด์

ละลายแอมโมเนียคลอไรด์ 550 กรัม ในน้ำ 1250 ลูกบาศก์เซนติเมตร
เติมสารละลายแอมโมเนียเข้มข้น ความหนาแน่น 0.88 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร 750 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3. วิธีวิเคราะห์

3.1 พิจารณาลักษณะภายนอก ดังนี้

3.1.1 สีของภายนอก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนดสีของท่อก๊าซแต่ละชนิดดังนี้

ชนิดของก๊าซ		สีของภายนอก
ก๊าซที่ใช้ในการแพทย์	คาร์บอนไดออกไซด์ ไนตรัสออกไซด์ ออกซิเจน	สีเทาตลอดทั้งตัวภายนอก คอ และไหล่ สีน้ำเงินตลอดทั้งตัวภายนอก คอ และไหล่ ตัวภายนอกใช้สีเขียวมรกต แต่ส่วนคอและไหล่ให้ใช้สีขาว
ก๊าซที่ใช้ในอุตสาหกรรม	คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน	ตัวภายนอกใช้สีดำ ส่วนไหล่ตอนล่างให้คาดแถบสีขาว สีดำตลอดทั้งตัวภายนอก คอ และไหล่

3.1.2 มีเลข อักษร และเครื่องหมายที่ชัดเจน ไม่ลบเลือนดังนี้

ชนิดของก๊าซ		เลข อักษร และเครื่องหมายของภาชนะ
ก๊าซที่ใช้ในการแพทย์	คาร์บอนไดออกไซด์	โหลมีเครื่องหมายกากบาทสีขาวล้อมรอบด้วยวงกลมสีขาว ตัวท่อมมีคำว่า “คาร์บอนไดออกไซด์” และสูตรเคมี “CO ₂ ” โดยใช้อักษรสีขาว ขนาดสูงไม่ต่ำกว่า 1/8 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ
	ไนตรัสออกไซด์	โหลมีเครื่องหมายกากบาทสีขาวล้อมรอบด้วยวงกลมสีขาว ตัวท่อมมีคำว่า “ไนตรัสออกไซด์” และสูตรเคมี “NO ₂ ” โดยใช้อักษรสีขาว ขนาดสูงไม่ต่ำกว่า 1/8 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ
	ออกซิเจน	โหลมีเครื่องหมายกากบาทสีแดงล้อมรอบด้วยวงกลมสีแดง ตัวท่อมมีคำว่า “ออกซิเจน” และสูตรเคมี “O ₂ ” โดยใช้อักษรสีขาว ขนาดสูงไม่ต่ำกว่า 1/8 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ
ก๊าซที่ใช้ในอุตสาหกรรม	คาร์บอนไดออกไซด์	ตัวท่อมมีคำว่า “คาร์บอนไดออกไซด์” และสูตรเคมี “CO ₂ ” โดยใช้อักษรสีขาว ขนาดสูงไม่ต่ำกว่า 1/8 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ
	ออกซิเจน	ตัวท่อมมีคำว่า “ออกซิเจน” และสูตรเคมี “O ₂ ” โดยใช้อักษรสีขาว ขนาดสูงไม่ต่ำกว่า 1/8 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ

3.2 วิเคราะห์หาส่วนประกอบของก๊าซ ดังนี้

3.2.1 การวิเคราะห์หาความบริสุทธิ์ของก๊าซไนตรัสออกไซด์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไนตรัสออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ มอก.30-2527¹

หลักการวิเคราะห์

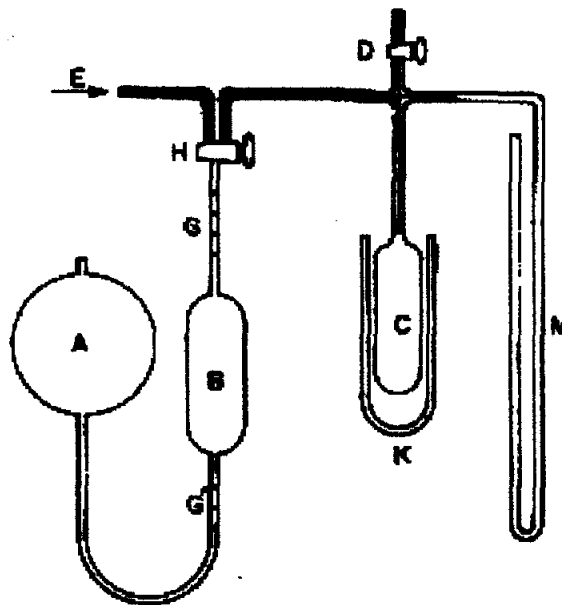
การวิเคราะห์ก๊าซไนตรัสออกไซด์ ใช้หลักการเปลี่ยนสถานะ โดยการลดอุณหภูมิลงด้วยไนโตรเจนเหลว (Liquid nitrogen) จนถึงจุดที่ก๊าซไนตรัสออกไซด์เกิดการควบแน่น (Condensation) ที่อุณหภูมิต่ำกว่า -210°C ทำให้ปราศจากความดัน

ส่วนก๊าซอื่นที่ปนเปื้อนอยู่ในตัวอย่างจะไม่ควบแน่นที่อุณหภูมินี้ จึงยังอยู่ในสถานะก๊าซ จากคุณสมบัติของก๊าซจะมีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดันและอุณหภูมิ ดังสมการ

$$PV = nRT$$

ถ้าควบคุมปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ ก่อนการวิเคราะห์ และปริมาตร อุณหภูมิหลังการวิเคราะห์เพื่อดูความดันที่เปลี่ยนไป อันเนื่องมาจากการก๊าซที่ไม่ควบแน่น จะทำให้คำนวณหาค่าก๊าซไนตรัสออกไซด์ได้

เครื่องมือวิเคราะห์หาความบริสุทธิ์ของก๊าซไนตรัสออกไซด์



รูปที่ 1

A คือ กระจกปรับระดับความจุ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร ภายในบรรจุปรอทและต่ออยู่กับหลอด G' ด้วยท่ออย่าง

B คือ บิวเรตต์ ประกอบด้วยกระจกเปาะและหลอด G,G' ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของหลอด 3 มิลลิเมตร และมีความจุ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีขีดบอกปริมาตรที่หลอดอ่านได้ละเอียดถึง 0.1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

C คือ กระจกควบแน่น ความจุประมาณ 60 ลูกบาศก์เซนติเมตร

D คือ ก๊อกปิดเปิดสู่อากาศภายนอก

E คือ หลอดนำก๊าซเข้า

H คือ ก๊อกสามทาง

K คือ ภาชนะคิวเออร์บรรจุใน โตรเจนเหลว

M คือ แมนอมิเตอร์ชนิดปรอท (Mercury manometer) ประกอบด้วยหลอดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 5 มิลลิเมตร

วิธีวิเคราะห์

- ปิดก๊อก D และ H แล้วค่อยๆยกภาชนะคิวเออร์ K ขึ้น ให้ระดับในโตรเจนเหลวอยู่เหนือกระจกเปาะ C เพียง 2 ถึง 3 มิลลิเมตร ปรอทในแมนอมิเตอร์ควรมีระดับคงที่เพื่อแสดงว่าเกิดภาวะสมดุล(Equilibrium)
- เลือกใช้ความดันที่เหมาะสมเป็นความดันมาตรฐาน(ประมาณ 50 มิลลิเมตรของปรอท) ปรับระดับความดันในเครื่องมือให้อยู่ในช่วงความดันที่เลือกไว้ ± 0.5 มิลลิเมตรของปรอท โดยการเพิ่มหรือไล่อากาศในบิวเรตต์ด้วยการยกกระจกเปาะ A ขึ้นลง อ่านค่าระดับปรอทที่แมนอมิเตอร์โดยใช้แว่นขยายช่วย ถ้าระดับปรอทนี้มีค่าคงที่หลายนาที แสดงว่าระบบนี้ไม่มีการรั่ว
- หมุนก๊อก H ให้บิวเรตต์ต่อถึงหลอดนำก๊าซเข้า ยกกระจกเปาะ A ให้ปรอทไหลเข้าไปในบิวเรตต์และหลอดนำก๊าซเข้าจนเต็ม ปิดก๊อก H แล้วตรึงกระจกเปาะ A ไว้ให้อยู่เหนือหลอดนำก๊าซเข้าเล็กน้อย

- แล้วต่อสายยางเข้าที่หลอดนำก๊าซเข้า รีบเปิดก๊อก H เก็บก๊าซในบิวเรตต์ให้มีปริมาณมากกว่า 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรเล็กน้อย ปิดก๊อก H แล้วปลดสายยางออกจากหลอดนำก๊าซเข้า ปรับให้ได้ปริมาณก๊าซที่แน่นอน 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค่อยๆเปิดก๊อก H เพื่อให้ก๊าซในบิวเรตต์ไหลเข้ากระเปาะ C โดยให้ระดับปรอทในบิวเรตต์ขึ้นไปจนถึงก๊อก H หลังจากปล่อยให้ตัวอย่างควบแน่นอย่างสมบูรณ์ในกระเปาะ C เป็นเวลา 15 ถึง 20 วินาที แล้วอ่านค่าความดันในแมนอมิเตอร์ เพื่อหาผลต่างระหว่างความดันนี้กับความดันมาตรฐานที่เลือกไว้ โดยรายงานเป็นมิลลิเมตรของปรอท และบันทึกความดันบรรยากาศ (P1) และอุณหภูมิห้องขณะทดลอง

วิธีคำนวณ

- คำนวณหาค่าร้อยละของก๊าซที่ไม่ควบแน่น(Uncondensable gas) จากสูตรดังนี้

$$\text{ก๊าซที่ไม่ควบแน่น, ร้อยละโดยปริมาตร} = 100 PVT_1 / P_1 V_1 T$$

เมื่อ P คือ ความดันที่เพิ่มขึ้น เป็นมิลลิเมตรปรอท

V คือ ปริมาตรของกระเปาะ เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

T₁ คือ อุณหภูมิห้องขณะทดลอง เป็นองศาสัมบูรณ์

P₁ คือ ความดันบรรยากาศขณะทดลอง เป็นมิลลิเมตรปรอท

V₁ คือ ปริมาตรของก๊าซตัวอย่าง เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

T คือ อุณหภูมิของไนโตรเจนเหลว เป็นองศาสัมบูรณ์

- คำนวณหาความบริสุทธิ์ จากสูตรดังนี้

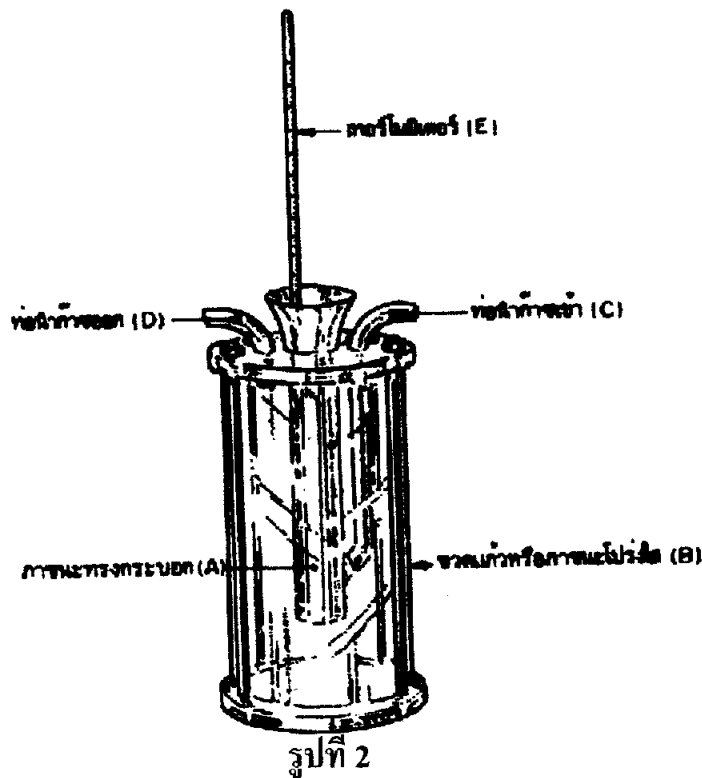
ความบริสุทธิ์, ร้อยละโดยปริมาตร = 100 - ก๊าซที่ไม่ควบแน่น

3.3 การหาปริมาณความชื้น ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมในครั้สออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ มอก.30-2527¹

หลักการวิเคราะห์

การหาปริมาณความชื้นจะใช้เทคนิค Dew point คือการหาอุณหภูมิที่ความชื้นซึ่งปนอยู่ในก๊าซควบแน่นเป็นหยดน้ำ โดยการพ่นก๊าซที่ต้องการวิเคราะห์ ไปยังภาชนะโลหะที่ภายในบรรจุคาร์บอนไดออกไซด์แข็ง หรือเรียกว่าน้ำแข็งแห้ง (Dry ice) ซึ่งละลายในอะซิโตนหรือเอทานอล แล้ววัดอุณหภูมิที่เกิดหยดน้ำที่ผนังภาชนะนั้น อุณหภูมินี้จะสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นของก๊าซ

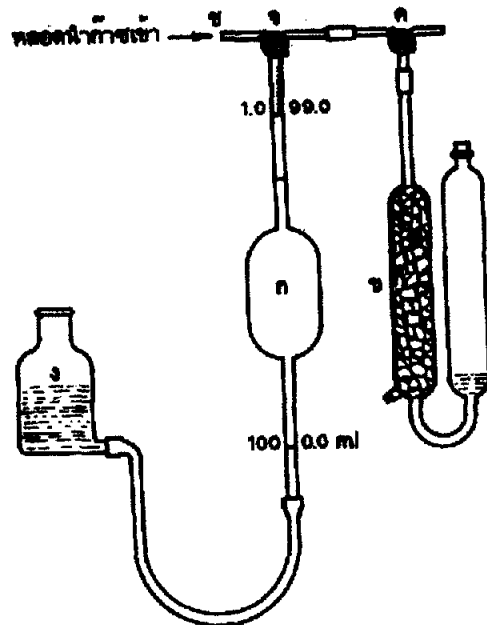
เครื่องมือหาปริมาณความชื้น



A คือ ภาชนะทรงกระบอกผนังบางทำด้วยโลหะ เช่นทองแดงชุบโครเมียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4 เซนติเมตร สูงประมาณ 7.5 ถึง 12.7 เซนติเมตร ผิวนอกเป็นมัน และจะต้องไม่ทำให้อุณหภูมิที่ผิวด้านในและด้านนอกต่างกัน

B คือขดแก้วหรือภาชนะโปร่งใสพร้อมฝาปิด

เครื่องมือวิเคราะห์หาความบริสุทธิ์ของก๊าซออกซิเจน



รูปที่ 3

บิวเรตต์ ก ความจุ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปลายบนมีก๊อกสามทางชนิดอะปิลลารี (Capillary) จ ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1 มิลลิเมตร ระหว่างขีดบอกปริมาตรตั้งแต่ 99 ถึง 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรต้องมีสเกลที่อ่านได้ละเอียดถึง 0.1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ขวดปรับระดับ ง ความจุ 175 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อกับบิวเรตต์ ก ด้วยสายยาง ประมาณ 750 มิลลิเมตร

แอบซอร์ปชันปิเปต ข ซึ่งภายในบรรจุทองแดงที่มีลักษณะเป็นขดลวด เศษหรือแท่ง เล็กๆ ไว้จนเต็ม

ก๊อกสามทางชนิดอะปิลลารี ค ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1 มิลลิเมตร

วิธีวิเคราะห์

- ประกอบเครื่องมือเข้าด้วยกัน ให้ปลายหลอดแก้วชนกัน และบรรจุสารละลาย แอมโมเนียคลอไรด์ ลงในแอบซอร์ปชันปิเปตและขวดปรับระดับ ให้มีปริมาณพอเหมาะ

- ไล่อากาศในบิวเรตต์ แอบซอร์ปชันปีเปต ก๊อก ค และ จ ออกให้หมด แล้วปล่อยก๊าซตัวอย่างเข้าทางปลาย ข ให้ได้ปริมาตรในบิวเรตต์ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ไล่ก๊าซในบิวเรตต์ไปยังแอบซอร์ปปีเปตไปมา จนปริมาตรของก๊าซที่เหลือในบิวเรตต์คงที่
- ปริมาตรของก๊าซในบิวเรตต์ที่หายไป คือความบริสุทธิ์ของก๊าซตัวอย่าง เป็นร้อยละโดยปริมาตร

หมายเหตุ 1. วิธีนี้ใช้ในกรณีที่ไม่มีคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไป

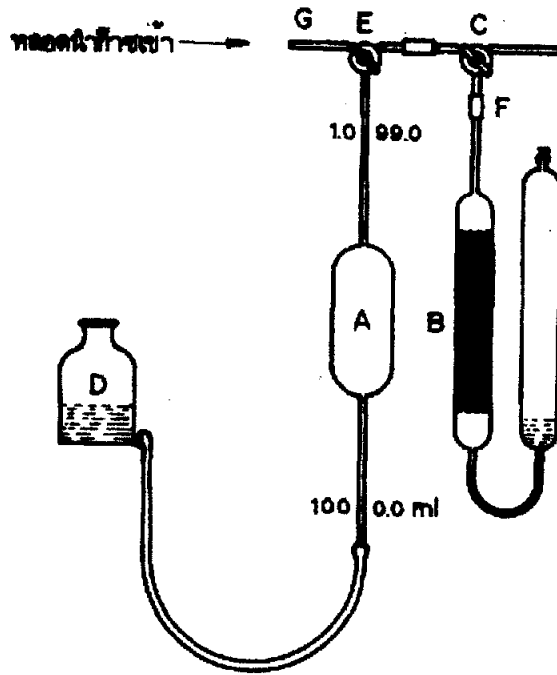
2. สารละลายแอมโมเนียคลอไรด์ที่เตรียมใหม่ ให้ทดลองวิเคราะห์ออกซิเจน 2 ถึง 3 ครั้งก่อน แล้วจึงวิเคราะห์จริง และสารละลายนี้ใช้ได้หลายครั้ง แต่การดูดซึมออกซิเจนช้าเกินไปหรือมีตะกอนเกิดขึ้น ให้เปลี่ยนสารละลายใหม่
3. ทองแดงในแอบซอร์ปชันปีเปต ควรเติมให้เต็มอยู่เสมอ

3.5 การวิเคราะห์หาความบริสุทธิ์ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ มอก.539-2527⁴

หลักการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีปริมาณมาก ต้องใช้เทคนิคการวิเคราะห์ก๊าซโดยปริมาตร (Gas volumetric analysis) คือการวัดปริมาตรของก๊าซตัวอย่างที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อถูกดูดซับ (Absorp) ด้วยสารละลายที่เหมาะสม ในสถานะที่ควบคุมอุณหภูมิและความดันให้คงที่ ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกดูดซับ (Absorp) ได้ดีด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์

เครื่องมือวิเคราะห์หาความบริสุทธิ์ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



รูปที่ 4

บิวเรตต์ A ความจุ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปลายบนมีก๊อกสามทางชนิดกะปิลลารี (Capillary) E ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1 มิลลิเมตร ระหว่างขีดบอกปริมาตรตั้งแต่ 99 ถึง 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรต้องมีสเกลที่อ่านได้ละเอียดถึง 0.1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ขวดปรับระดับ D ความจุ 175 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อกับบิวเรตต์ A ด้วยสายยาง ประมาณ 750 มิลลิเมตร

แอบซอร์ปชันปิเปต B ซึ่งภายในบรรจุสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ก๊อกสามทางชนิดกะปิลลารี C ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1 มิลลิเมตร

วิธีวิเคราะห์

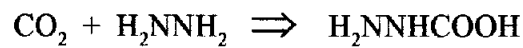
- ต่อบิวเรตต์และแอบซอร์ปชันปิเปตด้วยก๊อกสามทาง C ให้ปลายแก้วชนกันโดยใช้สายยาง

- เติมกรดสำหรับปรับระดับที่เย็นแล้วลงในขวดปรับระดับ และเติมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่เย็นแล้ว ลงในแอบซอร์ปชันปีเปต
- เปิดก๊อก C และ E ให้ติดต่อกัน ยกขวดปรับระดับขึ้นลงหลายๆครั้ง เพื่อให้สารละลายในขวดปรับระดับและแอบซอร์ปชันปีเปตดูอากาศจนอึดตัว แล้วค่อยๆลดขวดปรับระดับลง จนสารละลายในแอบซอร์ปชันปีเปตอยู่ที่ระดับ F พอดี ปิดก๊อก C
- เปิดก๊อก E ทางด้าน G ยกขวดปรับระดับ จนสารละลายในบิวเรตต์ล้นออกทางปลาย G ปิดก๊อก E แล้วเปิดก๊อก E ให้ก๊าซตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์เข้าไปในบิวเรตต์ทางปลาย G ให้ได้ปริมาตรมากกว่า 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรเล็กน้อย ปิดก๊อก E ทิ้งไว้ประมาณ 2 นาที
- ยกขวดปรับระดับขึ้นเพื่อปรับระดับสารละลายในบิวเรตต์ให้อยู่ที่ระดับ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรพอดี แล้วบีบสายยางให้แน่น เปิดก๊อก E เพื่อให้ก๊าซส่วนที่เกินกว่า 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรออกไปทางปลาย G แล้วปิดก๊อก E ทันที ปรับระดับก๊าซจนกว่าจะได้ปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรพอดี
- เปิดก๊อก E และ C ให้ติดต่อกัน ยกขวดปรับระดับเพื่อให้ก๊าซผ่านลงในแอบซอร์ปชันปีเปต ยกขวดปรับระดับขึ้นลงต่อไปให้ระดับสารละลายในบิวเรตต์คงที่ ลดระดับขวดปรับระดับ จนสารละลายในแอบซอร์ปชันปีเปตอยู่ที่ระดับ F พอดี ปิดก๊อก C แล้วยกขวดปรับระดับขึ้นจนระดับสารละลายในขวดปรับระดับเท่ากับระดับสารละลายในบิวเรตต์
- ปริมาตรของก๊าซในบิวเรตต์หายไป คือความบริสุทธิ์ของก๊าซตัวอย่างเป็นร้อยละโดยปริมาตร

3.6 การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีปริมาณน้อย ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไนตรัสออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ มอก.30-2527¹

หลักการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีปริมาณน้อย จะใช้หลอดวัด ก๊าซที่อยู่ในบรรจุสารประกอบไฮไดรราซีน (Hydrazine compound) ซึ่งมีสีขาว เมื่อทำปฏิกิริยากับคาร์บอนไดออกไซด์แล้วจะเปลี่ยนเป็นสีม่วง ดังสมการ



วิธีวิเคราะห์

ผ่านก๊าซตัวอย่าง 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ลงในหลอดวัดคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งต่อกับเครื่องวัดปริมาณก๊าซ ด้วยอัตราการไหลตามที่กำหนดไว้สำหรับหลอดวัดแต่ละชนิดที่ใช้ แล้วอ่านค่าที่ได้จากหลอดวัด

คำนวณหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ จากสูตรดังนี้

$$\text{คาร์บอนไดออกไซด์, ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อลูกบาศก์เดซิเมตร} = n \times 100 \times C / 1000 \times V$$

n = จำนวน stroke

โดย 1 stroke = 100 มิลลิลิตร

C = ความเข้มข้นของก๊าซที่อ่านได้, ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

V = ปริมาตรของก๊าซที่วิเคราะห์, ลูกบาศก์เดซิเมตร

4. ผลการวิเคราะห์และวิจารณ์ผล

รายการวิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์		
	TA.105	TA.106	TA.107
ลักษณะภาษาบรรณ <ul style="list-style-type: none"> ● สี ● เครื่องหมาย 	สีน้ำเงินปนเขียว ส่วนใหญ่มีเครื่องหมายกากบาทสีขาวล้อมรอบด้วยวงกลมสีขาว ตัวท่อมมีคำว่า “ไนตรัสออกไซด์” และชื่อบริษัท โดยใช้อักษรสีขาว แต่ไม่ชัดเจน	สีน้ำเงิน ส่วนใหญ่มีเครื่องหมายกากบาทสีขาวล้อมรอบด้วยวงกลมสีขาว และคำว่า “ไนตรัสออกไซด์” ใช้อักษรสีขาวตัวท่อมมีอักษรและเครื่องหมาย มอก. โดยใช้สีขาวแต่ไม่ชัดเจน	สีน้ำเงินปนเขียว ส่วนใหญ่มีเครื่องหมายกากบาทสีขาวล้อมรอบด้วยวงกลมสีขาว ตัวท่อมมีคำว่า “ไนตรัสออกไซด์” และชื่อบริษัท โดยใช้อักษรสีขาว แต่ไม่ชัดเจน
ไนตรัสออกไซด์, ร้อยละ โดยปริมาตร	99.1	43.0	ไม่พบ
ความชื้น, มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร	0.03	0.03	0.03
ออกซิเจน, ร้อยละ โดยปริมาตร	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
คาร์บอนไดออกไซด์, ร้อยละ โดยปริมาตร	1.0	52.0	99.8

4.1 สีของภาชนะบรรจุตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการ TA.105 และ TA.107 เป็นสีน้ำเงินปนเขียว ซึ่งไม่เป็นไปตาม มอก.30-2527 ซึ่งกำหนดให้เป็นสีน้ำเงินตรงตามตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการ TA.106

การที่สีของภาชนะบรรจุมีสีน้ำเงินปนเขียว อาจเนื่องมาจากมีการใช้ภาชนะต่างชนิดมาทาสีทับให้เหมือนภาชนะใหม่ ซึ่งสีเขียวเป็นสีที่กำหนดสำหรับก๊าชออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ จึงสันนิษฐานได้ว่าถ้าตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการ TA.105 และ TA.107 ไม่ใช่ก๊าชไนโตรออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ อาจเป็นก๊าชออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์

4.2 จากการพิจารณาสีของภาชนะบรรจุสันนิษฐานว่าอาจใช้ก๊าชออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์มาพ่นสีทับใหม่ จึงทดลองวิเคราะห์หาความบริสุทธิ์ของก๊าชออกซิเจน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ มอก.540-2527 ไม่พบออกซิเจนทั้ง 3 ตัวอย่าง

4.3 เครื่องหมายที่ภาชนะบรรจุของตัวอย่างทั้ง 3 ท่อไม่ชัดเจน แสดงว่าภาชนะบรรจุทั้ง 3 มีสภาพเก่า ไม่ได้รับการดูแล และตรวจสอบสภาพให้ดีพอ

4.4 จากการวิเคราะห์หาความบริสุทธิ์ของก๊าชไนโตรออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไนโตรออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ มอก.30-2527 พบว่าตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการ

TA.105 มีปริมาณไนโตรออกไซด์,ร้อยละ โดยปริมาตร = 99.1

TA.106 มีปริมาณไนโตรออกไซด์,ร้อยละ โดยปริมาตร = 43.0

TA.107 ไม่พบไนโตรออกไซด์

4.5 จากขบวนการผลิตก๊าชไนโตรออกไซด์จะได้น้ำเกิดขึ้น จึงต้องมีขบวนการกำจัดน้ำและความชื้นในเนื้อก๊าชออกไป ซึ่งถ้าขบวนการกำจัดน้ำและความชื้นไม่ดีอาจมีความชื้นเกินมาตรฐานกำหนด จึงทดลองวิเคราะห์ความชื้น พบว่าตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการ

TA.105 มีปริมาณความชื้น = 0.03 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

TA.106 มีปริมาณความชื้น = 0.03 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

TA.107 มีปริมาณความชื้น = 0.03 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ซึ่งอุตสาหกรรมไนตรัสออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ มอก.30-2527 กำหนดให้ไม่เกิน 2.0 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ดังนั้นตัวอย่างทั้ง 3 จึงมีปริมาณความชื้นไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

4.6 จากการพิจารณาเกลียวข้อต่อของภาชนะบรรจุ พบว่าตัวอย่างทั้ง 3 ท่อมีขนาดและลักษณะของเกลียวข้อต่อ เหมือนกับเกลียวข้อต่อของภาชนะบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสามารถใช้มาตรวัดความดัน (Pressure regulator) ของภาชนะบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตาม CGA connection No.320¹¹ ได้ จึงทดลองวิเคราะห์หาความบริสุทธิ์ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ มอก.539-2527 พบว่าตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการ

TA.105 มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์, ร้อยละ โดยปริมาตร ประมาณ 2-3 (มีค่าไม่คงที่)

TA.106 มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์, ร้อยละ โดยปริมาตร = 52.0

TA.107 มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์, ร้อยละ โดยปริมาตร = 99.8

ตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการ TA.105 ไม่สามารถวิเคราะห์หาความบริสุทธิ์ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ มอก.539-2527 ได้ เนื่องจากปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในตัวอย่างมีน้อยเกินไป ซึ่งวิธีนี้เหมาะสำหรับวิเคราะห์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีปริมาณสูงมากๆ

4.7 ทดลองวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการ TA.105 โดยใช้หลอดวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide detector tube) พบว่าตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการ TA.105 มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์, ร้อยละ โดยปริมาตร = 1.0

5. สรุปและวิจารณ์

5.1 จากการวิเคราะห์ตัวอย่างชื้อก๊าซไนตรัสออกไซด์ หมายเลขปฏิบัติการ TA.105-107 ทำให้ทราบว่าตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการ TA.105 เป็นก๊าซไนตรัสออกไซด์ ร้อยละ 99.1 (โดยปริมาตร) และมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 1 (โดยปริมาตร) ซึ่งเกินเกณฑ์กำหนด ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไนตรัสออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ มอก.30-2527

หมายเหตุ การวิเคราะห์หาความบริสุทธิ์ของก๊าซไนตรัสออกไซด์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไนตรัสออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ มอก.30-2527 มีค่าความไม่แน่นอน, ร้อยละ โดยปริมาตร $= \pm 0.14$ (จากการทดลองวิเคราะห์ตัวอย่างเดียวกัน จำนวน 10 ครั้ง)

5.2 ตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการ TA.106 เป็นก๊าซผสมระหว่างก๊าซไนตรัสออกไซด์ ร้อยละ 43.0 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 52.0 (โดยปริมาตร)

5.3 ตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการ TA.107 เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 99.8 (โดยปริมาตร)

5.4 จากข้อมูลที่ได้ แสดงว่าถ้าทางโรงพยาบาลใช้ก๊าซตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการ TA.106-107 เพื่อเป็นยาดมสลบแก่คนไข้ โดยเข้าใจว่าเป็นก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ อาจก่อให้เกิดอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ เนื่องจากมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผสมอยู่ด้วย ดังนั้นหน่วยงานที่มีส่วนรับผิดชอบควรร่วมมือกันดูแล ตรวจสอบติดตาม และควบคุมผลิตภัณฑ์ก๊าซที่ใช้ในการแพทย์ให้มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐาน

5.5 ก๊าซที่บรรจุในตัวอย่างทั้ง 3 ท่อไม่ใช่ก๊าซชนิดเดียวกัน และไม่ตรงตามที่ทางโรงพยาบาลประจำจังหวัดยะลาสั่งซื้อ อาจเนื่องจาก

- ผู้ผลิตไม่ได้ยึดถือรหัสประจำสีภาชนะตามที่มาตรฐานกำหนด
- ในกรณีที่ขายก๊าซหลายชนิด มีการใช้ภาชนะร่วมกัน
- มีการบรรจุก๊าซลงในถังต่างชนิดแล้วทาสีให้เหมือนก๊าซชนิดที่บรรจุใหม่
- ไม่มีการทำความสะอาดก่อนบรรจุก๊าซใหม่
- ไม่มีการตรวจสอบสภาพท่อ เนื่องจากท่อมีสภาพเก่า และเครื่องหมาย หรือรายละเอียดอื่นๆลบเลือน ไม่ชัดเจน

- ผู้ซื้อไม่เข้มงวดในการตรวจรับ

6. ข้อเสนอแนะ

ผู้ซื้อก๊าซที่ใช้ในการแพทย์ควรมีความรู้ และสนใจในเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับการใช้ผลิตภัณฑ์ก๊าซ ควรมีความรอบคอบและเข้มงวดเกี่ยวกับการตรวจรับก๊าซ โดยตรวจสอบภาชนะบรรจุก๊าซ ดังนี้

6.1 สภาพภายนอกของภาชนะบรรจุเก่า หรือมีรอยบุบหรือไม่

6.2 สีของภาชนะตรงตามมาตรฐานกำหนดสำหรับก๊าซแต่ละชนิดหรือไม่

6.3 เครื่องหมาย และรายละเอียดอื่นๆ เช่นชื่อก๊าซ สูตรเคมี ชื่อผู้ผลิต หรือผู้บรรจุ พร้อมสถานที่ตั้ง น้ำหนัก และวัน เดือน ปี ที่บรรจุชัดเจนหรือไม่

นอกจากนี้อาจตรวจสอบปริมาณก๊าซอย่างคร่าวๆ โดยใช้หลอดวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อให้ทราบปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่อาจปนเปื้อนอยู่ หรือก๊าซท่อนั้นอาจเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์บริสุทธิ์ เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซที่มีอันตรายสูงต่อชีวิตคนไข้ และก๊าซที่มีปัญหาส่วนใหญ่เป็นก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ แต่เมื่อส่งมาวิเคราะห์ จะได้ผลการวิเคราะห์ว่ามีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปนเปื้อนหรือเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์บริสุทธิ์

10. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณนางส่องแสง เลี้ยวชวลิต ผู้อำนวยการกองเคมี นางสาววิริยา จุลโมกษ์ หัวหน้ากลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 2 และผู้ร่วมงานในกลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 2 ทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ให้การช่วยเหลือ และขอขอบคุณกรมวิทยาศาสตร์บริการ ที่ให้ความเอื้อเฟื้อวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีต่างๆทำให้การศึกษาทดลองนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไนตรัสออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์: มอก.30-2527
 2. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมออกซิเจนที่ใช้ในการแพทย์ : มอก.540-2527
 3. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมออกซิเจนอุตสาหกรรม : มอก.541-2527
 4. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ในการแพทย์ : มอก.539-2527
 5. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคาร์บอนไดออกไซด์อุตสาหกรรม : มอก.568-2528
 6. Thai industrial gases public company limited NITROUS OXIDE, N₂O for Hospital Laboratory HIGH QUALITY SAFETY
-