

มารู้จักกรดซัลฟิวริกกันเถอะ

เขมเชิต ธนากิจชาญเจริญ*



กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid) หรือกรดกำมะถัน เป็นชื่อทางเคมีที่รู้จักกันดี นอกจากนี้ยังมีชื่อเรียกอย่างอื่นอีก เช่น hydrogen sulfate, oil of vitriol, vitriol brown oil, dipping acid สูตรโมเลกุล คือ H_2SO_4 น้ำหนักโมเลกุล 98.08 ลักษณะทั่วไปจะเป็นของเหลวใสคล้ายน้ำมัน ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีความหนืด จัดเป็นกรดอย่างแรง ละลายในน้ำได้ดี กรดซัลฟิวริกเป็นเคมีภัณฑ์พื้นฐานสำคัญที่มีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเคมีต่างๆ เช่น ใช้ในการผลิตปุ๋ย เคมีภัณฑ์ปิโตรเลียม การผลิตแร่ การสังเคราะห์สารเคมี และใช้ในการบำบัดน้ำเสีย

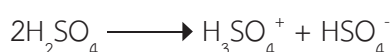
เป็นต้น การผลิตกรดซัลฟิวริกถือว่าการใช้ประโยชน์ปลายทางของธาตุกำมะถัน ปริมาณการใช้กรดซัลฟิวริกเป็นดัชนีชี้วัดในการบอกถึงความแข็งแกร่งของอุตสาหกรรมในประเทศอย่างหนึ่งนอกเหนือจากตัวชี้วัดด้านการใช้พลังงาน สำหรับอุตสาหกรรมกรดซัลฟิวริกภายในประเทศไทยมีโรงงานผู้ผลิตหลายราย กรดนี้มีขายในรูปของสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้นหรือกรดซัลฟิวริกที่มีซัลเฟอร์ไตรออกไซด์อิสระละลายอยู่ เรียกว่า โอเลียม (oleum) โดยควรมีคุณภาพเป็นไปตาม มอก. 41-2554 : กรดซัลฟิวริกเข้มข้นและโอเลียมสำหรับอุตสาหกรรม แม้ว่าในกระบวนการผลิตจะสามารถผลิตกรดซัลฟิวริกที่มีความเข้มข้นได้ใกล้เคียงร้อยละ 100 แต่จะมีการสูญเสียซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ที่จุดเดือดทำให้กรดซัลฟิวริกที่ได้เหลือความเข้มข้นประมาณร้อยละ 98.3 ซึ่งจะมีเสถียรภาพในการเก็บรักษา กรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นนี้จะเรียกว่า กรดซัลฟิวริกเข้มข้น นอกจากนี้ยังมีการแบ่งชนิดตามปริมาณเนื้อกรดดังนี้

| Mass fraction | Density (kg/L) | Concentration (mol/L) | Common name |
|---------------|----------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 29 – 32% | 1.25 – 1.28 | 4.2 – 5 | Batter acid |
| 62 – 70% | 1.52 – 1.60 | 9.6 – 11.5 | Chamber acid หรือ fertilizer acid |
| 78 – 80% | 1.70 – 1.73 | 13.5 – 14 | Tower acid หรือ Glover acid |
| 98% | 1.83 | ~18 | Concentration sulfuric acid |

สมบัติทางกายภาพ

จุดหลอมเหลว เท่ากับ $10.4^{\circ}C$ ที่ความดัน 1 บรรยากาศ ความดันไอ เท่ากับ 0.001 mmHg ที่อุณหภูมิ $20^{\circ}C$ จุดเดือด เท่ากับ $337^{\circ}C$ ที่ความดัน 1 บรรยากาศ แรงตึงผิว เท่ากับ 54.53 dynes/cm ความถ่วงจำเพาะ เท่ากับ 1.836 ที่อุณหภูมิ $20^{\circ}C$ ความหนืด เท่ากับ 26.7 cP ที่อุณหภูมิ $20^{\circ}C$ ความหนาแน่นไอสัมพัทธ์ (อากาศ = 1) เท่ากับ 3.4 ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายในน้ำ เท่ากับ $1.97 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{sec}$

กรดซัลฟิวริกจัดเป็นกรดที่มีขี้วมมาก มีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกประมาณ 100 มีค่าการนำไฟฟ้าสูง เนื่องจากมันสามารถแตกตัวให้โปรตอนภายในโมเลกุลแก่ตัวมันเองได้ เรียกขบวนการนี้ว่า auto protolysis ดังปฏิกิริยา



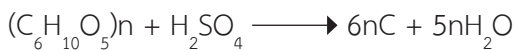
* นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ โครงการเคมี

สมบัติทางเคมี

กรดซัลฟิวริกเป็นกรดไดโพรติกมีสมบัติเป็นกรดแก่ สามารถดูดความชื้น เป็นสารออกซิไดซ์ เสถียรต่อความร้อน

ปฏิกิริยากับน้ำ

การทำปฏิกิริยากับน้ำของกรดซัลฟิวริกเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะรุนแรงโดยกรดซัลฟิวริกเข้มข้นจะมีคุณสมบัติในการขจัดโมเลกุลน้ำออกจากโมเลกุลของสารประกอบอื่น เช่น ปฏิกิริยาระหว่างกรดซัลฟิวริกกับน้ำตาล กรดซัลฟิวริกกับคาร์โบไฮเดรต จะทำให้ได้ธาตุคาร์บอน ไอน้ำ และเกิดความร้อนขึ้น ดังปฏิกิริยา



ปฏิกิริยากับโลหะ

กรดซัลฟิวริกเจือจางจะทำปฏิกิริยารุนแรงกับโลหะต่างๆให้ก๊าซไฮโดรเจน และเกลือโลหะซัลเฟต เช่น Fe, Al, Zn, Mn, Mg, Ni เป็นต้น



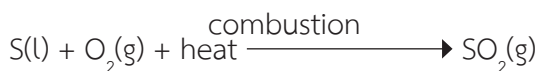
ปฏิกิริยากับอโลหะ

กรดซัลฟิวริกเข้มข้นที่ร้อนจะสามารถออกซิไดซ์ธาตุที่ไม่ใช่โลหะได้ เช่น คาร์บอน ซัลเฟอร์ ดังปฏิกิริยา

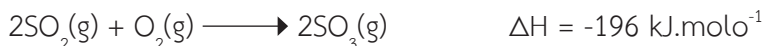


กระบวนการผลิตกรดซัลฟิวริกในอุตสาหกรรม

การผลิตกรดซัลฟิวริกในอุตสาหกรรมปัจจุบันจะใช้กรรมวิธีแบบ **contact process** ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้
ขั้นที่ 1 การผลิตก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยการเผาซัลเฟอร์กับออกซิเจนที่มากเกินพอเพื่อเปลี่ยนเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์



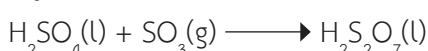
ขั้นที่ 2 การออกซิไดซ์ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อเปลี่ยนเป็นซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ โดยใช้วานาเดียมเพนตะออกไซด์ (V_2O_5) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา



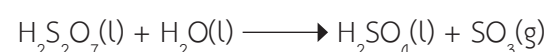
ขั้นที่ 3 การดูดกลืนซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ โดยซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ทำปฏิกิริยากับน้ำให้กรดซัลฟิวริกดังสมการ



ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อนทำให้กรดซัลฟิวริกกลายเป็นไออยู่ในรูปของหมอก ซึ่งนำไปใช้งานได้ยากและใช้เวลานานในการทำให้กลับเป็นของเหลว จึงไม่นิยมผลิตกรดซัลฟิวริกโดยการใช้ น้ำทำปฏิกิริยากับซัลเฟอร์ไตรออกไซด์โดยตรง แต่จะใช้กรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 98% เป็นตัวดูดซับก๊าซซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ เรียกว่า โอเลียม หรือ fuming sulfuric acid ($H_2S_2O_7$) โดยความเข้มข้นของโอเลียมจะถูกอธิบายในรูปของซัลเฟอร์ไตรออกไซด์อิสระที่ละลายอยู่ในกรดซัลฟิวริก เรียกว่า เปอร์เซ็นต์โอเลียม



เมื่อนำโอเลียมไปเติมน้ำจะให้กรดซัลฟิวริกดังสมการ



ประโยชน์ของกรดซัลฟิวริก

1. ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสารเคมี
2. ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
3. ใช้เป็นตัวปรับสภาพค่าพีเอช ในกระบวนการผลิต
4. ใช้เป็นตัวสกัดแร่
5. ใช้เป็นตัวทำความสะอาดชิ้นงาน
6. ใช้เป็นสารอิเล็กทรอนิกส์

อุตสาหกรรมเคมีที่มีการนำกรดซัลฟิวริกไปใช้

1. อุตสาหกรรมการผลิตคาโปแลคตัม

คาโปแลคตัม มีสูตรทางเคมี $C_6H_{10}NO$ เป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต Nylon-6 ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมการผลิตสิ่งทอ อุปกรณ์การประมง และพลาสติกในชิ้นส่วนยานยนต์ กระบวนการผลิตคาโปแลคตัมเป็นกระบวนการโพลีเมอไรเซชันเชิงซ้อน โดยมีวัตถุดิบหลัก คือ แอมโมเนีย กรดซัลฟิวริกหรือโอเลียม ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และไซโคลเฮกเซน โดยกรดซัลฟิวริกหรือโอเลียม ไฮดรอกซิลเอมีน และไซโคลเฮกซาโนน ทำปฏิกิริยากันได้คาโปแลคตัมและแอมโมเนียมซัลเฟต ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์รวมที่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตปุ๋ย

2. อุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยวิสโคเรยอน

การผลิตเส้นใยวิสโคเรยอนประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเตรียมวิสโคส โดยนำเยื่อเซลลูโลสซึ่งอยู่ในรูปเยื่อกระดาษ มาเติมโซดาไฟเพื่อทำให้เป็นเยื่อต่าง นำเยื่อต่างมาปรับสภาพให้เหมาะสมแล้ว จึงนำมาทำปฏิกิริยากับสารคาร์บอนไดซัลไฟด์ เพื่อเปลี่ยนเยื่อต่างให้เป็นเซลลูโลสแซนเทต ละลายด้วยด้วยโซดาไฟจะได้สารละลายที่เรียกว่า วิสโคส ซึ่งจะนำไปใช้ในขั้นตอนการผลิตเส้นใย โดยจะทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริกได้เป็นเส้นใยเซลลูโลส โซเดียมซัลเฟต และคาร์บอนไดซัลไฟด์

3. อุตสาหกรรมการผลิตสารส้มชนิดอะลูมิเนียมซัลเฟต

การผลิตอะลูมิเนียมซัลเฟตซึ่งเป็นสารส้มชนิดหนึ่งทีนิยมใช้เป็นสารตกตะกอนในการผลิตน้ำประปาและในระบบบำบัดน้ำเสีย โดยผลิตจากปฏิกิริยาระหว่างอะลูมินา (Al_2O_3) และกรดซัลฟิวริก ได้เป็นอะลูมิเนียมซัลเฟต ดังสมการ



4. อุตสาหกรรมการผลิตผงชูรส

ผงชูรสหรือโมโนโซเดียมกลูตาเมตผลิตจากแป้งมันสำปะหลังหรือกากน้ำตาลโดยใช้เอนไซม์อะไมเลสและอะไมโลกลูโคซิเดส ทำการย่อยให้เป็นน้ำตาลกลูโคสที่อุณหภูมิ $60^{\circ}C$ นำไปผ่านกระบวนการหมัก โดยเติมเชื้อจุลินทรีย์ลงในสารละลายน้ำตาลกลูโคสและเติมแอมโมเนียเพื่อใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนของจุลินทรีย์ เพื่อเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสเป็นกรดกลูตามิก หลังจากกระบวนการหมักเสร็จสิ้นจะได้สารละลายกรดกลูตามิก จากนั้นทำการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยกรดซัลฟิวริกเพื่อตกผลึกเป็นกรดกลูตามิกและปรับสภาพกรดกลูตามิกให้เป็นกลางโดยการเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพื่อเปลี่ยนกรดกลูตามิกให้กลายเป็นโมโนโซเดียมกลูตาเมตในสภาวะที่เป็นกลาง จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการกำจัดสีและสิ่งเจือปนโดยการผ่านสารละลายไปในถังถ่านกัมมันต์และตกผลึกเป็นผลึกโมโนโซเดียม กลูตาเมตบริสุทธิ์

5. อุตสาหกรรมการผลิตกรดซิตริก

กรดซิตริกหรือกรดมะนาวจะอยู่ในรูปผลึกโมโนไฮเดรต เป็นผลึกใส ไม่มีกลิ่น มีรสเปรี้ยว การผลิตจะใช้มันสำปะหลังที่บดละเอียดและตากแห้งมาเติมเอนไซม์อะไมเลสเพื่อเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล แล้วนำไปผ่านกระบวนการหมักโดยเชื้อรา *Aspergillus niger* เพื่อเปลี่ยนน้ำตาลให้กลายเป็นกรดซิตริก นำไปผ่านกระบวนการกรองและทำให้เป็นกลางโดยเติมแคลเซียมออกไซด์เพื่อเปลี่ยนกรดซิตริกให้อยู่ในรูปแคลเซียมซิเตรท นำไปกรองเพื่อแยกเอากากออกและเข้าสู่กระบวนการแยกสลายกรด โดยเติมผงถ่านและกรดซัลฟิวริกเพื่อเปลี่ยนแคลเซียมซิเตรทให้กลับมามีอยู่ในรูปกรดซิตริกเหมือนเดิม นำกรดซิตริกที่ได้ไปกรองเพื่อแยกแคลเซียมซัลเฟตหรือยิปซัมออก นำไปผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออนเพื่อกำจัดไอออนส่วนเกินออกไป จากนั้นนำไประเหยเพื่อเพิ่มความเข้มข้นและตกผลึก กรดซิตริกที่ได้นำไปเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงเพื่อทำการปั่นแยกเม็ดและนำไปอบไล่ความชื้น

ความเป็นพิษต่อร่างกายของกรดซัลฟิวริก

1. หากผิวหนังสัมผัสโดยตรง ทำให้เกิดการระคายเคืองอย่างรุนแรง ผิวหนังไหม้ ปวดแสบปวดร้อน และเกิดแผลพุพอง
2. ดวงตา การสัมผัสโดยตรงกับของเหลว ไอ หรือหมอกควันของกรดซัลฟิวริก จะทำให้ดวงตาระคายเคือง พร่ามัว ตาแดง น้ำตาไหล กระจกตาเสียหาย และกรอกตาไปมาไม่ได้ ถ้าหากโดนดวงตามากๆ อาจทำให้เกิดการไหม้อย่างสาหัส จนถึงตาบอดได้
3. การสูดดม เอาไอหรือหมอกควันของกรดซัลฟิวริกซึ่งมีฤทธิ์กัดกร่อนสูงจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อเนื้อเยื่อที่เป็นเมือก เกิดการระคายเคืองอย่างรุนแรงของโพรงจมูก ลำคอ และระบบทางเดินหายใจ ทำให้เกิดอาการน้ำท่วมปอด หายใจติดขัด ถี่เร็ว และอาจทำให้เสียชีวิตได้
4. การกินเข้าไปจะทำให้เกิดการไหม้ของลำคอ หลอดอาหารและกระเพาะอาหาร เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน การไหลเวียนของโลหิตล้มเหลว หายใจติดขัด ปัสสาวะน้อย เกิดอาการช็อคและเสียชีวิตได้

จากการที่กรดซัลฟิวริกถูกนำไปใช้ในหลายๆ อุตสาหกรรม จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพของกรดให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.41-2554 : กรดซัลฟิวริกเข้มข้นและโอเลียมสำหรับอุตสาหกรรม เพื่อให้อุตสาหกรรมปลายทางได้ใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพทำให้สินค้าที่ผลิตได้มีคุณภาพตามที่ต้องการ โดยกลุ่มเคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเคมี โครงการเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นห้องปฏิบัติการที่ทำหน้าที่ทดสอบกรดซัลฟิวริกตาม มอก. 41-2554 ผู้ผลิตที่ผลการทดสอบผ่านเกณฑ์กำหนดตาม มอก. สามารถใช้เป็นข้อมูลในการยื่นขออนุญาตใช้เครื่องหมาย มอก. นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นข้อมูลในการควบคุมและพัฒนาคุณภาพของเคมีภัณฑ์ หากสนใจติดต่อกลุ่มเคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โครงการเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ โทรศัพท์ 0 2201 7227-8 โทรสาร 0 2201 7229

เอกสารอ้างอิง

- The Contact Process. [Online] [cite dated 10 May 2013]. Available from internet: <http://www.chemguide.co.uk/physical/equilibria/contact.html>.
- Extensive definition. [Online] [cite dated 28 June 2013]. Available from internet: <http://vitriol.askdefine.com/>
- Sulfuric Acid (H₂SO₄). [Online] [cite dated 28 June 2013]. Available from internet: <http://www.giantbatteryco.com/GLOSSARY/Sulfuric.Acid-Industrial.Batteries.html>.
- Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry. 6th, completely rev. ed. Vol. 35. Weinheim : Wiley-VCH, 2003.
- กรดกำมะถัน (Sulfuric acid). [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 3 มิถุนายน 2556]. เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : <http://infofile.pcd.go.th/has/73-Sulfuricacid.pdf?>
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. คู่มือการจัดการสารเคมีอันตรายสูง กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid). [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 2 พฤษภาคม 2556]. เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต: <http://oaep.diw.go.th/CMS/imegs/stories/pdf/Sulfuric%20Acid.pdf>.