

บทที่ 3

สารเคมีและการคำนวณค่าความเข้มข้นของสารเคมี (Reagent and Calculation of Reagent Concentration)

ประเภทสารเคมี (Variety of Chemical)

สารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมีหลายประเภทซึ่งขึ้นอยู่กับระดับชั้นของงาน ซึ่งแบ่งเป็นหลายประเภทดังนี้

3.1 Commercial grade สารเคมีที่มีความบริสุทธิ์ต่ำสุด ใช้ในงานที่สารมลทินไม่มีผลกระทบต่องานนั้น ไม่สามารถกำหนดความบริสุทธิ์ มีสิ่งปนเปื้อนมากไม่ควรนำมาใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี ยกเว้นในกรณีที่ไม่ต้องการความถูกต้องมากนัก เช่นเกลือทะเล ที่ได้จากน้ำทะเลมาทำให้แห้ง ถ้าต้องการนำไปใช้วิเคราะห์ต้องนำมาทำให้สะอาดบริสุทธิ์และสามารถบอกปริมาณสารที่เจือปน สารที่ใช้ทำความสะอาดเครื่องแก้ว ใช้เป็นสารดูดความชื้น NF Grade

3.2 Lab grade สารเคมีที่ไม่ระบุนิ่งปนเปื้อนชัดเจน ใช้ในงานทั่วไป

3.3 USP grade เป็นสารเคมีที่รับรองคุณภาพตามมาตรฐาน United States Pharmacopoeia การผลิตอยู่ภายใต้สภาวะ **Good Manufacturing Practices** เป็นสารเคมีที่ปราศจากสารปนเปื้อนที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ สามารถนำไปผลิตยาชนิดต่าง ๆ ยกเว้นยาฉีดต้องใช้สารเคมีที่มีความบริสุทธิ์มากกว่าเกรดนี้

3.4 Chemical Pure (C.P.) grade เป็นสารเคมีที่มีความบริสุทธิ์ ค่อนข้างสูงใช้เตรียมสารละลาย ในงานวิเคราะห์ ทดสอบ และสังเคราะห์สารในห้องปฏิบัติการ

3.5 Reagent grade หรือ Analar grade เป็นสารเคมีที่มีคุณภาพตามมาตรฐานของ Reagent Chemical Committee of the American Chemical Society (ACS) แสดงค่าการปนเปื้อนบนฉลากข้างภาชนะบรรจุชัดเจน เป็นสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทั่วไป มีใบรับรองสารเคมีทุกขวด

3.6 Technical Grade เป็นสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมทั่วไป

3.7 Standard Grade เป็นสารเคมีที่มีความบริสุทธิ์สูงอย่างน้อย 99.95% มีสมบัติเป็นสารมาตรฐานมีใบรับรองแสดงผลการวิเคราะห์ และแสดงรายละเอียดอย่างชัดเจนบน

ฉลากข้างภาชนะบรรจุ ใช้สำหรับเตรียมสารมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ

3.8 Special Purpose Reagent สารเคมี และตัวทำละลายที่เตรียมขึ้นมาใช้เฉพาะงาน ซึ่งควรจะจัดสารปนเปื้อนที่จะมีผลเสียต่องานเฉพาะนั้นออกไปเช่น

3.8.1 High Pressure Liquid Chromatography & Spectrophotometry

OmniSolv HPLC Grade Solvents สารเคมีที่ได้มาตรฐาน มีสารปนเปื้อนน้อยมากที่รู้ค่าแน่นอนเพื่อใช้กับเครื่องมือที่ราคาสูงและต้องการผลการทดลองที่มีความแม่นยำสูง เหมาะจะใช้กับเครื่อง HPLC

HPLC/Spectro เป็นสารเคมีมาตรฐานที่ใช้กับการวิเคราะห์งานทดลองจากเครื่อง HPLC และเครื่อง Spectrophotometry

ChromAR สารเคมีที่ได้มาตรฐานของ ACS (Reagent Chemical Committee of the American Chemical Society) ใช้กับ Liquid Chromatography และ UV-spectrophotometry

SpectrAR สารเคมีที่ใช้กับ UV-spectrophotometry

3.8.2 Bio Tech Applications

OmniSolv Biosynthesis เป็นสารเคมีที่มีความบริสุทธิ์สูงมากถึง 99.9 % ปราศจากสาร amine มีความชื้นต่ำมาก และความเป็นกรดต่ำมากใช้กับงานสังเคราะห์ด้าน Biomolecular

GenAR สารเคมีที่ใช้เฉพาะกับงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพและงานวิจัยด้านพันธุศาสตร์

Accugen สารเคมีที่มีความบริสุทธิ์สูงมากผลิตโดยวิธีกลั่นหรือการตกผลึกซึ่งราคาค่อนข้างสูงใช้กับงานวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพและด้านพันธุศาสตร์

Anhydrosolv สารเคมีที่มีความชื้นต่ำมากน้อยกว่า 50 ppm บรรจุในหลอดขนาดเล็ก ใช้ที่ละหลอดเพื่อลดการปนเปื้อน

DriSolv สารเคมีที่นิยมใช้กับงานสังเคราะห์ด้านอินทรีย์เคมี

Standard solutions เป็นสารเคมีที่มีความบริสุทธิ์สูง เตรียมจากสารเคมีที่ได้มาตรฐานจาก American Chemical Society เตรียมด้วยน้ำกรองที่สะอาดซึ่งน้ำที่ใช้ได้มาตรฐาน ASTM สารเคมีกลุ่มนี้ก่อนใช้ต้อง standardized กับ primary standard

StandARd สารละลายกลุ่มนี้ใช้กับการวิเคราะห์ด้าน atomic absorption และใช้เป็น

เป็นสารละลายไอเดทรทเพื่อหาความเข้มข้นของสารละลายอื่น

Primary standard เป็นสารเคมีที่มีความบริสุทธิ์สูง สามารถใช้เป็นสารเปรียบเทียบกับสารอื่นเพื่อเทียบความบริสุทธิ์ของสารนั้นๆ

ลักษณะสำคัญของ Primary standard

1. มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ทำให้ relative error จากการชั่งต่ำ
2. มีความบริสุทธิ์ไม่ต่ำกว่า 99.9% มีรายละเอียดแสดงปริมาณของสารมลทิน
3. เป็นสารที่หาได้ทั่วไป วิธีเก็บรักษาไม่ยุ่งยาก สะดวกในการทำให้แห้ง
4. ไม่เปลี่ยนแปลงง่าย มีความเสถียรในบรรยากาศปกติ ไม่ดูดความชื้น ไม่สลายตัว

เมื่อถูกแสงและความร้อน

5. มีสารปนเปื้อนน้อยมาก (รู้ปริมาณ)
6. ละลายดีในสภาวะที่ต้องการเตรียม
7. มีปริมาณสัมพัทธ์ระหว่างน้ำหนักและสูตรโมเลกุล เช่น Sodium carbonate (Na_2CO_3), Potassium dichromate ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), Sodium metaborate ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$), Potassium hydrogen phthalate $\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}$

Secondary Standard (สารมาตรฐานทุติยภูมิ) มีความบริสุทธิ์น้อยกว่า primary standard การชั่งน้ำหนัก และเครื่องแก้วปริมาตรที่ใช้ไม่ต้องการความแม่นยำมากนัก นำสารละลายที่ได้ไปหาความเข้มข้นที่แน่นอน Standardization โดยการไทเทรตกับสารละลาย primary standard

Standard Solution เป็นสารละลายที่เตรียมจากสารมาตรฐาน primary standard แล้วนำมาละลายจนครบปริมาตรที่กำหนด แต่ถ้าเตรียมจาก secondary standard ต้องนำมา standardize กับ primary standard ก่อนเพื่อรู้ความเข้มข้นที่แน่นอน

Standardization คือ การวิเคราะห์หาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโดยไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน

นอกจากนี้ถ้าต้องการค้นคว้าสารมาตรฐานต่างๆเพิ่มเติมสามารถค้นคว้าได้จากคู่มือ

NIST Special Publication 260 catalogues standard reference materials

สารเคมีอันตราย แบ่งประเภทได้ดังนี้

1. สารที่ระเบิดได้
2. สารออกซิไดซ์
3. สารพิษ
4. สารพิษรุนแรง
5. วัตถุอันตราย
6. สารไวไฟสูงสุด
7. สารไวไฟมาก
8. สารกัดกร่อน
9. สารที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง
10. สารที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม พืช และสัตว์

ลักษณะสำคัญของสารเคมีอันตราย

1. ความไวไฟ (Flammability) ลูกไหม้ได้เองเมื่อได้รับความร้อนถึงจุดวาบไฟ การเสียดสี หรือประกายไฟ ทำให้เกิดเปลวไฟ และเกิดก๊าซ
2. ความไม่เสถียร (Instability) เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เอง เมื่อได้รับความร้อนสูง แรงกระแทก แรงดันสูง และประกายไฟ ทำให้เกิดระเบิด และเกิดก๊าซต่างๆ
3. ความเป็นพิษ (Toxicity) สามารถแทรกซึมเข้าไปในอวัยวะต่างๆ เช่น ตับ ไต สมอง ปอด เลือด เกิดผลต่อการทำงานของอวัยวะ ทำลายอวัยวะ
4. การแผ่รังสี (Radioactivity) ให้รังสีที่ทะลุทะลวงเข้าไปทำลายเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตทำให้เกิดผิดปกติของเซลล์เนื้อเยื่อหรือการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรม (mutation)
5. ความไวต่อปฏิกิริยาเคมี (Reactivity) เกิดปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ กรดและด่าง อากาศ และสารออกซิไดซ์ ทำให้เกิดระเบิด เกิดแก๊ส
6. การกัดกร่อน (Corrosivity) สารที่กัดกร่อน วัสดุต่างๆ ได้ รวมทั้งทำลายเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต

ความเสี่ยงอันตรายจากสารเคมี

1. วัตถุระเบิด
ความเสี่ยง อาจระเบิด เมื่อกระทบกระแทก ถูกความร้อนเปลวไฟ ประกายไฟ ถ้ามีเพลิง

ไหม้อาจทำให้มีก๊าซพิษ หรือก๊าซที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน

2. ก๊าซไวไฟภายใต้ความดัน

ความเสี่ยง ลูกไหม้ติดไฟ อาจระเบิด ไอมีฤทธิ์กัดกร่อนถ้าสัมผัสอาจไหม้พอง เกิด
บาดแผล

3. ก๊าซไม่ไวไฟภายใต้ความดัน ของเหลว

ความเสี่ยง ไอรระเหยอาจทำให้เวียนศีรษะ ถ้าส่วนของร่างกายสัมผัสก๊าซของเหลวอาจทำให้
เกิดบาดแผลได้

4. ก๊าซพิษภายใต้ความดัน ของเหลว

ความเสี่ยง การอยู่ใกล้ลม พื้นที่ลุ่มอาจเสี่ยงอันตรายสูง การสูดดมไอรระเหยอาจทำให้
หมดสติ กายสัมผัสก๊าซ ก๊าซของเหลวอาจทำให้เกิดการไหม้พอง เกิดบาดแผลร้ายแรง หรือ
บาดแผลจากความเย็นได้

วิธีที่ร่างกายได้รับสารเคมีอันตราย

1. ทางระบบหายใจ ของแข็ง ฝุ่นผง ไอรระเหย ละอองของเหลว ที่กระจาย
ในอากาศ และสารเคมีที่อยู่ในสถานะแก๊ส เข้าสู่ร่างกายโดยการสูดดม หายใจ
2. ทางผิวหนัง โดยการ สัมผัส และอาจซึมผ่านเข้าสู่กระแสโลหิต
3. ทางบาดแผล
4. ทางระบบทางเดินอาหาร โดยการกลืนสารโดยตรงทำให้เกิดผลต่อบริเวณที่สัมผัส
สารหรือมีสารปนเปื้อนจากมือที่หยิบอาหาร เครื่องดื่มที่บริโภค แล้วดูดซึมเข้าสู่ร่างกายจาก
ลำไส้

อันตรายจากสารเคมี

อันตรายจากสารเคมีที่มีต่อร่างกายของผู้ใช้ หรือผู้สัมผัส ขึ้นกับ 4 ปัจจัยได้แก่

1. ลักษณะทางกายภาพของสาร
2. วิธีที่ร่างกายได้รับสาร
3. ปริมาณสารที่เข้าสู่ร่างกาย
4. ลักษณะความเป็นพิษมากน้อย เจียบพลันหรือสะสมของสารนั้น

การเลือกใช้สารเคมี ขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการใช้และราคา เช่นถ้าใช้ในโรงเรียนมัธยม วิทยาลัยต่างๆทางด้านวิทยาศาสตร์ก็สามารถใช้ Lab grade เพราะไม่จำเป็นต้องเป็นสารเคมีที่บริสุทธิ์มาก

การใช้สารเคมี เพื่อความปลอดภัยก่อนใช้สารเคมีควรอ่านฉลาก 2 ครั้ง เมื่อหยิบขวดสารเคมีออกจากชั้นที่วางก็อ่านฉลาก 1 ครั้ง ก่อนเทสารเคมีออกจากขวดก็อ่านอีก 1 ครั้ง เมื่อจะเตรียมสารละลายควรเทสารละลายที่เข้มข้นกว่าลงในสารละลายที่เจือจางกว่า เช่นเมื่อต้องการจะเตรียมสารละลายซัลฟูริก 1 N เมื่อคำนวณว่าต้องการใช้สารละลายเข้มข้นของกรดซัลฟูริกก็มีลิลิตรก็ตวงซัลฟูริกเข้มข้นแล้วเทลงในน้ำ ถ้าทำตรงกันข้ามสารละลายจะกระเด็นใส่หน้า และไม่ลืมใส่แว่นตานิรภัยทุกครั้งเตรียมสารเคมี

การเก็บสารเคมี ต้องมีฉลากชัดเจนซึ่งประกอบด้วย

1. ชื่อและสูตรเคมี
2. วันที่ซื้อและวันหมดอายุ
3. คำแนะนำในการเก็บรักษา
4. เครื่องหมายเตือนอันตรายตามชนิดและความรุนแรงของสารเคมี

การเก็บสารละลายเคมี หลังจากเตรียมสารละลายตามความต้องการ ควรเตรียมฉลากที่ถูกต้อง

1. ชื่อและความเข้มข้นของสารละลาย
2. วันที่เตรียม
3. ชื่อและนามสกุลผู้เตรียม
4. วันหมดอายุ
5. วิธีเตรียม

ความหมายของศัพท์ต่าง ๆ ของสารเคมี

LD₅₀ มาจาก Lethal dose 50 ซึ่งหมายถึง ปริมาณสารเคมีสัตว์ทดลองได้รับ 1 ครั้ง และมีผลทำให้ 50 % ของจำนวนสัตว์นั้นตายลงแบ่งเป็น 5 ระดับ

- < 50mg (body weight) or carcinogen
- 50-500 mg/kg

- 500 mg-5 g/kg
- 5 -15 g/kg
- > 15 g/kg

Hazardo chemical เป็นสารเคมีซึ่งมีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนว่าอาจทำให้ผู้ที่สัมผัสเคมีเป็นอันตรายแบบเฉียบพลันหรือเรื้อรังได้

Incompatible เป็นคุณสมบัติของสารเคมีที่ที่ทำปฏิกิริยากับสารอื่นแล้วเกิดความร้อนรุนแรงมากเกินสารพิษขึ้นเช่น Sodium Cyanide เมื่อทำปฏิกิริยากับ Hydrochloric acid จะเกิดแก๊ส hydrogen cyanide ที่มีความเป็นพิษสูงมาก

Irritan เป็นสารเคมีที่ก่อให้เกิดความระคายเคืองมากเมื่อสัมผัสร่างกาย เช่น ทำให้ผิวหนังบวมแดง หรือแสบ

Threshold Limit Value (TLV) เป็นปริมาณสารเคมีซึ่งกำหนดขึ้นและเป็นที่ยอมรับ การสัมผัสสารเคมี เป็นประจำของผู้ปฏิบัติงาน โดยเชื่อว่าสารเคมีในปริมาณที่กำหนดจะไม่เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ

เกณฑ์การจัดลำดับความเป็นพิษของสารเคมี

	LD ₅₀ กรอกหนู มิลลิกรัม/กิโลกรัม	LD ₅₀ ฉีดหนู มิลลิกรัม/กิโลกรัม	LD ₅₀ หนูสุดคม มิลลิกรัม/กิโลกรัม
Very toxic	<25	<15	<0.5
Toxic	>25-200	>50-400	>0.5-2
Harmful	>200-2000	>400-2000	>2-20

การทำความสะอาดเครื่องแก้ว เครื่องแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องรู้วิธีการทำความสะอาดที่ถูกต้องไม่เช่นนั้นจะเกิดความเสียหายต่องานอย่างมาก การทำความสะอาด

เครื่องแก้วต่างๆไปคือล้างด้วยน้ำยาล้างเครื่องแก้วและล้างด้วยน้ำสะอาด หลังจากนั้นก็ฉีดล้างด้วยน้ำกลั่นอีกครั้งเพื่อลดคราบน้ำที่เกาะข้างเครื่องแก้วทำให้เครื่องแก้วสะอาดเงางาม และนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสในตู้อบลมร้อน ถ้าต้องการให้แห้งด่วนสามารถใช้อะซิโตนชะน้ำได้ เพราะอะซิโตนมีคุณสมบัติดูดน้ำ ด้วยถ้ามีการปนเปื้อนคราบน้ำมันหรือวัสดุต่างๆที่ติดแน่นต้องใช้สารออกซิไดซ์ล้างจะมีคุณสมบัติล้างคราบน้ำมันและสิ่งสกปรกได้ดี เช่น สารโปแตสเซียมไดโครเมตผสมกับกรดซัลฟูริก หรือโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์กับแอลกอฮอล์ แต่มีข้อควรระวังเพราะโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นด่างแก่จะกัดแก้ว อย่าปล่อยเครื่องแก้วที่ใช้แล้วไว้นานเกินไปเพราะคราบสกปรกจะล้างออกยาก ถ้าทิ้งไว้นานเกินไปจะลึกลงไปว่าปนเปื้อนจากสิ่งใด

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการเตรียมสารละลาย

1. เครื่องชั่งไฟฟ้า
2. เครื่องแก้ววัดปริมาณของเหลว
3. เครื่องมือ อุปกรณ์ และเครื่องแก้วอื่นๆ
4. เครื่องวัดความเป็นกรด - ด่าง

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย

1. เครื่องชั่งไฟฟ้า แบ่งเป็น เครื่องชั่งหยาบ ใช้ชั่งสารโดยประมาณ และเครื่องชั่งละเอียด สำหรับงานที่ต้องการความแม่นยำสูง

เครื่องชั่ง ละเอียด (analytical balance)

◆ macro	ความละเอียด	0.1 mg	(4 ตำแหน่ง)
◆ semi-micro	ความละเอียด	0.01 mg	(5 ตำแหน่ง)
◆ micro	ความละเอียด	0.001 mg	(6 ตำแหน่ง)
◆ ultra-micro	ความละเอียด	0.00001 mg	(7 ตำแหน่ง)

การเลือกเครื่องชั่งให้เหมาะสมกับงาน

- 1.1 ต้องรู้วัตถุประสงค์และขอบเขตของการใช้เครื่องชั่ง เช่นชั่งอะไร น้ำหนักที่ชั่งสูงสุดเท่าไร ค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุดที่นักวิเคราะห์ยอมรับได้
- 1.2 ต้องกำหนดคุณลักษณะสำคัญของเครื่องชั่งโดยคำนึงถึงงานที่จะใช้

2. เครื่องแก้ววัดปริมาตร

2.1 ปีเปด

- ◆ ปีเปดวัดปริมาตร
- ◆ ปีเปดชนิดมีขีดแบ่งย่อยปริมาตร
- ◆ ไมโครปีเปด
- ◆ ปีเปดอัตโนมัติ

2.2 บิวเรต

- ◆ บิวเรตที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ความจุ 10, 25, 50, และ 100 มล.
- ◆ ไมโครบิวเรต ความจุ ต่ำกว่า 2 มล.
- ◆ อัลตราไมโครบิวเรต ความจุ 0.1 มล.

สารละลาย คือ ของผสมที่มีองค์ประกอบตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ซึ่งรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneous) องค์ประกอบที่มีปริมาณมากที่สุด เรียกว่าตัวทำละลาย (solvent) ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีปริมาณน้อยกว่า เรียกว่า ตัวถูกละลาย (solute) ถ้ากล่าวถึงตัวทำละลายแล้ว ตัวทำละลายที่เรารู้จักกันดี ก็คือ น้ำ สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย เรียกว่า สารละลายในน้ำ (aqueous solution) และตัวทำละลายชนิดอื่นได้แก่ แอลกอฮอล์ อะซีโตน เป็นต้น ถึงแม้ว่าในสารละลายหนึ่งๆ จะมีองค์ประกอบอยู่หลายๆ อย่างในสารละลาย ทั้งตัวทำละลาย และตัวถูกละลาย ซึ่งอาจจะมีมากกว่า 1 ชนิดขึ้นไป แต่สมบัติทางเคมี และสมบัติทางกายภาพ ขององค์ประกอบแต่ละชนิด ก็ยังคงเหมือนเดิม ความเข้มข้นของสารละลายเป็นการบอกถึงอัตราส่วนปริมาณตัวถูกละลายกับปริมาณตัวทำละลายในสารละลายหนึ่ง ๆ อัตราส่วนดังกล่าวจะมีได้ 2 ลักษณะ คือ

- ◆ ปริมาณของตัวถูกละลายในสารละลายทั้งหมด
- ◆ ปริมาณของตัวถูกละลายในตัวทำละลายทั้งหมด

ในปัจจุบันหน่วยที่นิยมใช้สำหรับระบุความเข้มข้นของสารละลายมีหลายระบบด้วยกัน ได้แก่ ร้อยละ เศษส่วนโมล โมลาริตี โมแลลิตี ฯลฯ

ความเข้มข้นของสารละลาย คือ การบอกปริมาณของตัวถูกละลายว่ามีมากน้อยเพียงใดนั้น นิยมบอกในรูปของความเข้มข้น หน่วยวัดความเข้มข้นใช้แสดงจำนวนของตัวละลายที่มีอยู่ใน

สารละลาย ซึ่งอาจเป็นหน่วยน้ำหนัก (ไมโครกรัม, มิลลิกรัม, กรัม, ปอนด์) หรือหน่วยปริมาตร (มิลลิลิตร, ลิตร) หน่วยทางเคมีใช้น้ำหนักกรัมโมเลกุล, กรัมสมมูลย์ ส่วนจำนวนของสารละลาย หรือตัวทำละลายใช้หน่วยปริมาตรเป็นส่วนมาก ในบางโอกาสอาจจะใช้หน่วยน้ำหนักก็ได้

หน่วยความเข้มข้นเป็นเปอร์เซ็นต์ หมายถึง หน่วยความเข้มข้นของสารละลายที่บอกให้รู้ว่าในสารละลายหนึ่งร้อยส่วนมีตัวถูกละลายกี่ส่วนมักใช้กับตัวถูกละลายที่เป็นของแข็งเช่น KCl 7% แสดงว่าในสารละลาย KCl 100 ส่วนมี KCl อยู่ 7 ส่วน เนื่องจากตัวถูกละลายและตัวทำละลายมี 3 สถานะ ดังนั้นการระบุเป็น % จึงมีหลายรูปแบบ

1. เปอร์เซ็นต์ น้ำหนัก/ปริมาตร (% Weight/ Volume, W/V) เป็นหน่วยความเข้มข้นที่บอกให้รู้ว่าในสารละลายหนึ่งร้อยหน่วยปริมาตร มีตัวถูกละลายอยู่ที่หน่วยน้ำหนักเช่น KOH 20% แสดงว่าสารละลาย KOH 100 มิลลิลิตร มี KOH ละลายอยู่ 20 กรัม

2. เปอร์เซ็นต์ น้ำหนัก/น้ำหนัก (% Weight/ Weight, W/W) เป็นหน่วยความเข้มข้นของสารละลายหนึ่งร้อยหน่วยน้ำหนักมีตัวถูกละลายอยู่ที่หน่วยน้ำหนักเดียวกัน เช่น Methanol 90% W/W แสดงว่าในสารละลาย methanol 100 กรัม มี methanol ละลายอยู่ 90 กรัม

ตัวอย่าง 3.1 ละลายเกลือแกงจำนวน 20 กรัมในน้ำจนได้น้ำเกลือที่มีน้ำหนัก 200 กรัม จงคำนวณว่าน้ำเกลือนี้มีความเข้มข้นกี่ % W/W

วิธีคำนวณ

สารละลายน้ำเกลือ	200 กรัม	มีเกลือละลายอยู่	20 กรัม
สารละลายน้ำเกลือ	100 กรัม	มีเกลือละลายอยู่	$\frac{20 \times 100}{200}$
			= 10 กรัม

แสดงว่าน้ำเกลือมีความเข้มข้น 10%W/W

3. เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร/ปริมาตร (%V/V) เป็นหน่วยความเข้มข้นที่บอกให้รู้ว่าในสารละลายหนึ่งร้อยหน่วยปริมาตรมีตัวถูกละลายอยู่ที่ปริมาตร

ตัวอย่าง 3.2 ละลายแอลกอฮอล์จำนวน 30 มิลลิลิตร ในน้ำ ได้แอลกอฮอล์ 300 มิลลิลิตร จงคำนวณว่าแอลกอฮอล์นี้มีความเข้มข้นเท่าไร (%V/V)

วิธีคำนวณ

สารละลายแอลกอฮอล์ 300 มิลลิลิตร มีแอลกอฮอล์ละลายอยู่ 30 มิลลิลิตร

$$\begin{array}{l} \text{สารละลายแอลกอฮอล์ 100 มิลลิลิตร มีแอลกอฮอล์ละลาย} \\ \text{แสดงว่าแอลกอฮอล์นี้มีความเข้มข้น} \end{array} \quad \frac{30 \times 100}{300} = 10 \% \text{ V/V}$$

Molarity (M) คือ น้ำหนักโมเลกุล (mole) ของตัวละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 1 ลิตร หน่วยอาจใช้ millimoles หรือ milliliters ก็ได้ซึ่งเป็นหน่วยที่ย่อยลงไปอีก

$$\text{Molarity} = \frac{\text{จำนวนกรัมของสาร}}{\text{น้ำหนักโมเลกุลของสาร} \times \text{จำนวนสารละลาย 1 ลิตร}}$$

$$\text{จำนวนโมล} = \frac{\text{น้ำหนักเป็นกรัมของสาร}}{\text{น้ำหนักโมเลกุล}}$$

$$\text{จำนวนมิลลิโมล} = \frac{\text{น้ำหนักเป็นมิลลิกรัม}}{\text{น้ำหนักโมเลกุล}}$$

ตัวอย่าง 3.3 จงหาค่า Molarity ของ Potassium hydroxide ซึ่งมี Potassium hydroxide 14.54 กรัม ละลายในน้ำ 500 มิลลิลิตร (K =39, O =16, H =1)

วิธีคำนวณ

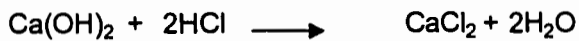
$$\text{Molarity} = \frac{\text{ปริมาณ KOH (โมล)}}{\text{ปริมาณสารละลาย (ลิตร)}}$$

$$\text{ปริมาณสารละลาย} = \frac{500 \text{ มิลลิกรัม}}{1000 \text{ มิลลิกรัม/ ลิตร}} = 0.500 \text{ ลิตร}$$

$$\text{ปริมาณ KOH} = \frac{14.54 \text{ กรัม KOH}}{56.0 \text{ กรัม KOH}} = 0.2596 \text{ โมล}$$

$$\text{Molarity} = \frac{0.2596 \text{ โมล KOH}}{0.500 \text{ ลิตร}} = 0.5192 \text{ M}$$

ตัวอย่าง 3.4 สารละลาย 0.0514 M Ca(OH)_2 จำนวน 200 ลบ.ซม. เมื่อทำปฏิกิริยากับ HCl ดังสมการมีปริมาณ Ca(OH)_2 มีแคลเซียมไฮดรอกไซด์กี่กรัม เมื่อ Ca =39, O =16 และ H =1



วิธีคำนวณ

เนื่องจาก Ca(OH)_2 1 โมเลกุลจะทำปฏิกิริยากับ HCl 2 โมเลกุล

สารละลาย Ca(OH)_2 1000 ลบ.ซม. มี Ca(OH)_2 ละลายอยู่	0.051 กรัม-โมล
สารละลาย Ca(OH)_2 200 ลบ.ซม. มี Ca(OH)_2 ละลายอยู่	$\frac{0.0514 \times 200}{1000}$ กรัม-โมล
	= 0.0102 x 67 กรัม
ในสารละลายนี้มี Ca(OH)_2	= 0.068 กรัม

ตัวอย่าง 3.5 ถ้าต้องการเตรียมสารละลายจุนสี (CuSO_4) เข้มข้น 3.5 M จำนวน 300 มิลลิลิตร จะต้องใช้ CuSO_4 จำนวนกี่กรัม (กำหนดให้มวลอะตอมของธาตุต่างๆเป็นดังนี้ Cu = 64, O =16, S=32)

วิธีคำนวณ

สารละลายจุนสีเข้มข้น 3.5 M หมายถึง ในสารละลายจุนสี 1,000 มิลลิลิตร มีจุนสี 3.5 โมล

ในสารละลาย 1,000 มิลลิลิตร ต้องใช้จุนสี 3.5 โมล

ในสารละลาย 300 มิลลิลิตร ต้องใช้จุนสี 3.5×300 โมล x มิลลิลิตร/ 1000 มิลลิลิตร

ในสารละลาย 300 มิลลิลิตร ต้องใช้จุนสี 1.05 โมล

น้ำหนักโมเลกุลของ $\text{CuSO}_4 = 64 + 32 + (16 \times 4) = 160$

ดังนั้น CuSO_4 1.05 โมล = $1.05 \times 160 = 168$ กรัม

ถ้าต้องการเตรียมสารละลายจุนสีเข้มข้น 3.5 M จำนวน 300 มิลลิลิตร จะต้องใช้จุนสี ปริมาณ 168 กรัม มาละลายน้ำให้ครบ 300 มิลลิลิตร

Normality (N) หมายถึง จำนวนกรัมสมมูลย์ (gram equivalent) ของตัวละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 1 ลิตร เช่น 5 N NaOH หมายความว่า สารละลาย NaOH 1 ลิตร มี NaOH ละลายอยู่ 5 กรัมสมมูลย์

น้ำหนักกรัมสมมูลย์ คือ น้ำหนักของสารที่ทำปฏิกิริยาหรือแทนที่ไฮโดรเจน 1.008 กรัม หรือออกซิเจน 16.0 กรัมหรือ คลอรีน 35.5 กรัม โดยปกติน้ำหนักสมมูลย์ของธาตุคือ น้ำหนักอะตอมของธาตุนั้น หรือน้ำหนักของธาตุใดๆที่ได้ทำปฏิกิริยากับ น้ำหนักดังกล่าวของไฮโดรเจน ออกซิเจน และคลอรีนตามลำดับ

$$\text{Normality} = \frac{\text{จำนวนกรัมของสารในสารละลาย 1 ลิตร}}{\text{น้ำหนักสมมูล}}$$

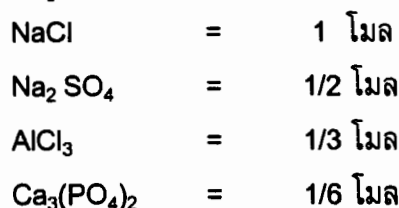
ตารางที่ 3.1 สมมูลของสารต่างๆ

สาร	ปฏิกิริยา	จำนวนโมลของอิเล็กตรอน ที่เปลี่ยนแปลงต่อ 1 โมล ของสาร หรือวาเลนซ์	น้ำหนักโมเลกุล น้ำหนักอะตอม น้ำหนักอนุมูล	น้ำหนักของสาร ต่อ 1 โมล ของ อิเล็กตรอน	สมมูล
O	$O^0 + 2e \rightarrow O^{-2}$	2	16	8	8
NH_4^{+1}	$NH_4^0 \rightarrow NH_4^{+1} + 1e$	1	21	21	21
Na	$Na^0 \rightarrow Na^{+1} + 1e$	1	23	23	23
Al	$Al^0 \rightarrow Al^{+3} + 3e$	3	27	9	9
P	$P^0 + 3e \rightarrow P^{-3}$	3	31	10.3	10.3
Cl	$Cl^0 + 1e \rightarrow Cl^{-1}$	1	35.5	35.5	35.5
Ca	$Ca^0 \rightarrow Ca^{+2} + 2e$	2	40	20	20
NaCl	$2Na^0 + Cl_2^0 \rightarrow 2 NaCl$	1	58.5	58.5	58.5
SO_4^{-2}	$SO_4^0 + 2e \rightarrow SO_4^{-2}$	2	96	48	48
H_2SO_4	$H_2SO_4 \rightarrow 2 H^{+1} + SO_4^{-2}$	2	98	49	49

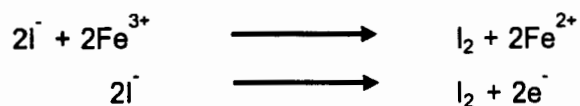
ที่มา : ประเสริฐ (2538)

น้ำหนักสมมูลของกรด คือ น้ำหนักของกรดที่มีไฮโดรเจนที่ถูกแทนที่ได้ 1 อะตอม หรือมีไฮโดรเจนหนัก 1.008 กรัม น้ำหนักสมมูลของ monoprotic acid เช่นกรด ไฮโดรคลอริก, ไนตริก หรือกรดอะซิติก มีค่าเท่ากับน้ำหนักโมเลกุล ดังนั้น 1 นอร์มัลของสารละลายของ monoprotic acid จะมีการละลายอยู่ 1 โมลในสารละลาย 1 ลิตร น้ำหนักสมมูลของ diprotic acid เช่น sulphuric acid มีน้ำหนักสมมูลเท่ากับ 1/2 หรือ triprotic acid มีน้ำหนักสมมูลเท่ากับ 1/3 ของน้ำหนักโมเลกุลตามลำดับน้ำหนักสมมูลของเบส คือน้ำหนักของเบสซึ่งมีหมู่ hydroxyl (OH) ที่ถูกแทนที่ได้ 1 หมู่หรือมี hydroxyl ที่แตกตัวเป็นอออนได้ 17.008 กรัม หมู่ hydroxyl 17.008 กรัมเป็นสมมูลกับไฮโดรเจน 1.008 กรัม น้ำหนักสมมูลของ KOH, NaOH และ NH_4OH เท่ากับน้ำหนักโมเลกุลและน้ำหนักสมมูลของ $Ca(OH)_2$ และ $Ba(OH)_2$ เท่ากับ

1/2 โมล น้ำหนักสมมูลของเกลือ คือ น้ำหนักของเกลือที่มี cation หรือ anion หนัก 1 กรัม สมมูล นั่นคือเท่ากับโมเลกุลของเกลือหารด้วยวาเลนซ์ทั้งหมดของ cation หรือ anion เช่น น้ำหนักสมมูลของ



น้ำหนักสมมูลของสาร oxidizing และ reducing น้ำหนักสมมูลของสารละลายกลุ่มนี้ เป็นไปตามปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการเพิ่มลดจำนวน electron ก่อนคำนวณควรเขียนสมการและ ทำให้ปฏิกิริยาสมดุล เช่น



จากสมการ I_2 จะรับ 2 electron ดังนั้นน้ำหนักสมมูล = 2
ขณะเดียวกัน I^- จะรับ 1 electron ดังนั้นน้ำหนักสมมูล = 1



Fe^{3+} รับ 1 electron ดังนั้นน้ำหนักสมมูล = 1

เมื่อสารละลายกรดและเบสทำปฏิกิริยากันจะมีความสัมพันธ์ดังนี้คือ

(N ของสารละลายกรด) (ปริมาตรของสารละลายกรด) = (N ของสารละลายต่าง) (ปริมาตรของสารละลายต่าง)

$$\text{หรือ } N_1V_1 = N_2V_2$$

เมื่อ N_1V_1 คือความเข้มข้นและปริมาตรของกรด

N_2V_2 คือความเข้มข้นและปริมาตรของต่าง

ตัวอย่าง 3.5 จงหาความเข้มข้นของกรดเกลือ ซึ่งมีปริมาตร 25.20 มิลลิลิตร ซึ่งทำปฏิกิริยาพอดีกับ NaOH 0.0825 N มีปริมาตร 24.50 มิลลิลิตร

วิธีคำนวณ

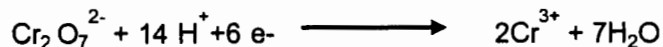
$$\begin{aligned} N_1 V_1 &= N_2 V_2 \\ N_1 \times 25.20 &= 0.0825 \times 24.50 \\ N_1 &= \frac{0.0825 \times 24.50}{25.20} \\ \text{กรดเกลือมีความเข้มข้น} &= 0.0802 \end{aligned}$$

ตัวอย่าง 3.6 จงคำนวณ normality ของสารละลายที่เตรียมจาก $K_2Cr_2O_7$ 220.0 มิลลิกรัม ในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ซึ่งปฏิกิริยานี้เกิดการ oxidize ferrous chloride ดังสมการ วิธีคำนวณ



$$\text{Normality} = \frac{\text{น้ำหนัก(กรัม)}}{\text{น้ำหนักสมมูลย์} \times \text{ปริมาตร}}$$

การหาน้ำหนักสมมูลย์ต้องดูปฏิกิริยาของ $Cr_2O_7^{2-}$



$$\text{น้ำหนักสมมูลย์} = \frac{294.2 \text{ mg/mmol}}{6 \text{ meq/mmol}} = 49.03 \text{ mg/meq}$$

$$\text{ดังนั้น Normality} = \frac{220.0 \text{ mg} K_2Cr_2O_7}{49.03 \text{ mg/meq} \times 100 \text{ ml}} = 0.04487 \text{ meq/mL}$$

ตัวอย่าง 3.7 สารละลาย H_2SO_4 4.9 กรัม ละลายในน้ำ 4 ลิตร จงหาค่า Normality ของสารละลายนี้

วิธีคำนวณ

$$\text{น้ำหนักโมเลกุลของ } H_2SO_4 = 98$$

$$\text{น้ำหนักสมมูลย์ของ } H_2SO_4 = \frac{1 \text{ โมล } H_2SO_4}{\text{จำนวน } H^+ \text{ ใน } H_2SO_4} = 49$$

$$\begin{aligned} \text{Normality (N) ของสารละลาย} &= \frac{\text{กรัมของ H}_2\text{SO}_4}{\text{น้ำหนักสมมูล} \times \text{ปริมาตรสารละลาย(ลิตร)}} \\ &= \frac{4.9}{49 \times 4} = 0.025 \end{aligned}$$

ตัวอย่าง 3.8 ถ้าต้องการเตรียมสารละลาย 0.2052 N H₃PO₄ จำนวน 2 ลิตร จะต้องใช้ H₃PO₄ กี่กรัม

วิธีคำนวณ

สารละลาย 1 ลิตร มีเนื้อ H ₃ PO ₄	0.2052	สมมูลย์
สารละลาย 2 ลิตร จะมีเนื้อ H ₃ PO ₄	0.2052 x 2 = 0.4104	สมมูลย์
1 โมล ของ H ₃ PO ₄ หนัก	97.995	กรัม
1 โมล ของ H ₃ PO ₄ แยกตัวให้ H ⁺	3	โมล
1 โมล ของ H ₃ PO ₄ มีจำนวน	3	สมมูลย์
1 สมมูลย์ของ H ₃ PO ₄ หนัก	$\frac{97.775}{3}$	กรัม
จะต้องใช้ H ₃ PO ₄ หนัก	= 0.4104 x 32.59	กรัม
	= 13.38	กรัม

ตัวอย่าง 3.9 สาร Ba(OH)₂ 3.426 กรัม ละลายน้ำครบปริมาตร 300 มิลลิลิตร จงคำนวณความเข้มข้นสารละลายเป็น normality

วิธีคำนวณ



น้ำหนักโมเลกุลของ Ba(OH)₂ = 171.3

$$\begin{aligned} \text{Normality} &= \frac{\text{น้ำหนัก(กรัม)}}{\text{น้ำหนักสมมูลย์} \times \text{ปริมาตร}} \\ &= \frac{3.426 \text{ กรัม} \times 300}{171.3 / 2 \times 1000} \\ \text{สารละลายมีความเข้มข้น} &= 0.012 \text{ N} \end{aligned}$$

Molality (m) คือสารละลายที่มีตัวถูกละลาย 1 โมล ในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัมหรือ 1000 กรัม เช่น เมื่อนำ โปแตสเซียมคลอไรด์ 1 โมล หรือ 74.5 กรัม ละลายในน้ำ 1000 กรัม สารละลายที่ได้จะมีความเข้มข้น 1 โมลล (m)

$$\text{Molality} = \frac{\text{จำนวน โมลของตัวถูกละลาย}}{\text{น้ำหนักเป็นกิโลกรัมของตัวทำละลาย}}$$

$$\text{หรือ} = \frac{\text{น้ำหนักเป็นกรัมของตัวถูกละลาย}}{\text{มวล} \times \text{น้ำหนักเป็นกิโลกรัมของตัวทำละลาย}}$$

ตัวอย่าง 3.10 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 72 กรัม นำไปละลายน้ำหนัก 420 กรัม ความเข้มข้นของสารละลายนี้เป็นกี่โมลล (น้ำหนักโมเลกุล $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 342.1$)

วิธีคำนวณ

$$\begin{aligned} \text{โมลลลิตี (m)} &= \frac{\text{น้ำหนักเป็นกรัม } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3}{\text{น้ำหนักโมเลกุล } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times \text{น้ำหนักเป็นกิโลกรัม}} \\ &= \frac{72 \text{ กรัม } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 1 \text{ โมล } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 1000 \text{ กรัม} \times \text{H}_2\text{O}}{420 \text{ กรัม } \text{H}_2\text{O} \times 342.1 \text{ กรัม } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 1 \text{ กิโลกรัมน้ำ}} \\ &= 0.5011 \text{ mol/ 1kg} \\ &= 0.5011 \text{ m} \end{aligned}$$

Mole fraction (เศษส่วนโมล) เป็นการระบุอัตราส่วนจำนวนโมลของสารใดสารหนึ่งต่อจำนวนโมลรวมของสารทั้งหมดในสารละลาย

ให้ X_A คือ จำนวนโมลของตัวทำละลาย

Y_B คือ จำนวนโมลของตัวถูกละลาย

$$\text{จำนวนโมลรวมของสารละลาย} = n_A + n_B$$

$$\text{เศษส่วนโมลของตัวถูกละลายจะเป็น } x_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

$$\text{เศษส่วนโมลของตัวทำละลายจะเป็น } x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$$

เมื่อรวมเศษส่วน โมลของตัวทำละลายกับตัวถูกละลายจะได้

$$x_A + x_B = \frac{n_A}{n_A + n_B} + \frac{n_B}{n_A + n_B} = 1$$

แสดงว่า"ผลรวมเศษส่วนโมลของสารทั้งหมดในสารละลายจะต้องเท่ากับ1.00"

หน่วยความเข้มข้นของสารละลายเจือจาง

ปริมาณตัวถูกละลายในสารละลายพันส่วน (part per thousand, ppt) หมายถึง หน่วยที่ปริมาณของตัวถูกละลายในสารละลายหรือตัวทำละลาย 1 พันส่วน

ปริมาณตัวถูกละลายในสารละลายล้านส่วน (parts per million, ppm) หมายถึง ปริมาณของตัวถูกละลายในสารละลายล้านส่วน คือ สารอาหาร 1 กรัมในวัตถุดิบ 10^6 กรัม, หรือสารละลาย 1 มิลลิลิตรในสารอาหารตัวอย่าง 10^6 มิลลิลิตร

ปริมาณตัวถูกละลายในสารละลายพันล้านส่วน(parts per billion,ppb)หมายถึง ปริมาณของตัวถูกละลายในสารละลาย1,000ล้านส่วน เช่นมีการวิเคราะห์พบว่าโดยเฉลี่ยใน น้ำปะปามีปริมาณตะกั่ว 0.1 ppb หมายความว่า น้ำปะปา 1,000 มิลลิลิตร จะมีตะกั่วอยู่ 0.1 มิลลิกรัม

$$1 \text{ ppm} = 1000 \text{ ppb}$$

$$\text{ppb} = \text{parts per billion } (1/10^9) \text{ หรือ } 1 \text{ ไมโครกรัม/ลิตร}$$

หน่วยเหล่านี้มักใช้กับสารอาหารที่มีพิษร้ายแรง เช่น สารพิษจากเชื้อรา Aflatoxin, โลหะหนัก ที่ตกค้างในสิ่งแวดล้อม เช่นในน้ำ, ดิน และปนเปื้อนติดตามในอาหาร

การบอกความเข้มข้น โดยศึกษาจากปริมาณตัวละลายในสารละลาย แบ่งได้เป็น

สารละลายเข้มข้น คือสารละลายที่มีปริมาณตัวละลาย ละลายในสารละลายมากเมื่อเทียบกับตัวทำละลาย

สารละลายเจือจาง คือสารละลายที่มีปริมาณตัวละลาย ละลายในสารละลายน้อยเมื่อเทียบกับตัวทำละลาย

ตัวอย่าง 3.11 จงคำนวณสารละลาย 0.015 ppm ให้อยู่ในหน่วยของมิลลิกรัม/ลิตร และ ไมโครกรัม/ ลิตร

วิธีคำนวณ

$$0.015 \text{ ppm} \times \frac{1 \text{ mg} / \text{L}}{1 \text{ ppm}} = 0.015 \text{ mg/L}$$

$$1 \text{ ppm} = 1000 \text{ ppb}$$

$$0.015 \text{ ppm} \times \frac{1000 \text{ ppb}}{1 \text{ ppm}} = 15 \text{ ppb}$$

การคำนวณปริมาตรสารละลายที่นำมาเจือจาง

1. นำค่าความเข้มข้นสุดท้ายมาคำนวณจำนวนโมลที่ต้องการ

$$n = M_{\text{final}} \times V_{\text{final}}$$

2. ใช้ค่า Molarity ของสารละลายเริ่มต้น เพื่อคำนวณปริมาตรเริ่มต้นก่อนการเจือจาง

$$V_{\text{initial}} = \frac{n}{M_{\text{initial}}}$$

* จำนวนโมลของสารละลายสุดท้าย = จำนวนโมลของสารละลายเริ่มต้น

$$n_{\text{initial}} = n_{\text{final}}$$

$$M_{\text{initial}} \times V_{\text{initial}} = M_{\text{final}} \times V_{\text{final}}$$

ตัวอย่าง 3.12 จงคำนวณปริมาตรของ 0.0380 M NaCl (stock solution) ซึ่งต้องการเตรียมสารละลายเจือจางโดยความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการคือ 1.50×10^{-3} M และ 250 ml

● จำนวนโมลของสารละลายเจือจาง = จำนวนโมลของสารละลายเริ่มต้น

$$\begin{aligned} N \text{ (no. of moles of NaCl)} &= M_{\text{final}} \times V_{\text{final}} \\ &= (0.250 \text{ L}) \times 1.50 \times 10^{-3} \text{ mole NaCl/L} \\ &= 0.250 \times 1.50 \times 10^{-3} \text{ mole NaCl} \end{aligned}$$

$$V_{\text{initial}} \text{ (vol. of stock solution)} = n/M_{\text{initial}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0.250 \times 1.50 \text{ mole NaCl}}{0.0380 \times 1000 \text{ mole NaCl}} \\
 &= 9.87 \times 10^{-3} \text{ L}
 \end{aligned}$$

วิธีเตรียมโดยเติมสารละลาย Stock 9.87 ml ลงใน volumetric flask เติมน้ำครบปริมาตรคือ 250 ml

$$\begin{aligned}
 \text{หรือใช้สูตร } V_{\text{initial}} &= \frac{M_{\text{final}} \times V_{\text{final}}}{M_{\text{initial}}} \\
 V_{\text{initial}} (\text{vol. of stock sol}^{\text{n}}) &= \frac{150 \times 10^{-3} \text{ mole NaCl/L} \times (0.250\text{L})}{0.0380 \text{ mole NaCl/L}} \\
 &= 9.87 \times 10^{-3} \text{ L}
 \end{aligned}$$

วิธีเตรียมโดยเติมสารละลาย Stock 9.87 ml ลงใน Vol.flask เติมน้ำครบปริมาตรคือ 250 ml

การคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายที่กำหนดความหนาแน่นหรือความถ่วงจำเพาะ

ตัวอย่าง 3.13 กรด HCl ชนิดเข้มข้นมีความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) 1.21 และมีเนื้อสาร HCl 75% W/W

1. HCl จะมีเนื้อสารกี่กรัมในสารละลายกรดเข้มข้น 500 ml
2. จงอธิบายการเตรียมสารละลาย HCl เข้มข้น 0.10 N จำนวน 800 ml จากกรดเข้มข้น

วิธีคำนวณ

สารละลายกรด 500 ml จะมี HCl 500×1.21 กรัม ($M=Vd$)

สารละลายกรด 100 กรัม จะมี HCl 75 กรัม

$$\begin{aligned}
 \text{สารละลายกรด } 500 \times 1.21 \text{ กรัม จะมี HCl } & \frac{75 \times 500 \times 1.21}{100} \text{ กรัม} \\
 & = 453.75 \text{ กรัม}
 \end{aligned}$$

3. สารละลาย 0.10 N จำนวน 800 ml มี HCl 0.10×800 กรัม

$$\begin{aligned}
 &= 0.10 \times 800 \times 36.5 \times 10^{-3} \text{ กรัม} \\
 &= 2.92 \text{ กรัม}
 \end{aligned}$$

ถ้าต้องการกรด 75 กรัม ต้องนำกรดเข้มข้นมา 100 กรัม

$$\text{สารละลายกรด 2.92 กรัม ต้องนำกรดเข้มข้นมา } \frac{100 \times 2.92}{75} \text{ กรัม}$$

$$= 3.89 \text{ กรัม}$$

$$\text{ปริมาตร} = \frac{3.89}{1.21} \text{ (sp.gr} = 1.21 \text{ g/l)}$$

$$= 3.22 \text{ มิลลิลิตร}$$

วิธีคำนวณแบบใช้สูตร

$$V = \frac{C \times MW \times 100}{\% \text{ W/W} \times \text{sp.gr.}}$$

V = ปริมาตรของกรดที่นำมาเตรียม

C = ความเข้มข้นที่ต้องการเตรียม = 0.10 N

MW = น้ำหนักโมเลกุลของกรด

P = % WW (เนื้อสารละลายที่นำมาเตรียม) = 75

D, sp.gr. = density or specific gravity = 1.21

การคำนวณ

$$V = \frac{0.10 \times 36.5 \times 100}{75 \times 1.21}$$

$$= 4.02 \text{ ml}$$

$$\text{ต้องนำกรดมา} = \frac{4.02 \times 800}{1000} = 3.21 \text{ มิลลิลิตร}$$

การเตรียมสารละลายให้มีหน่วยความเข้มข้นเป็น ppm

ตัวอย่าง 3.14 จงเตรียมสารละลาย Perchloric acid 200 ppm จากสารละลาย Perchloric acid เข้มข้น

วิธีคำนวณ

Perchloric acid (HClO₄) เข้มข้นน้ำหนักโมเลกุล = 100.46

% w/w = 70.0

ความถ่วงจำเพาะ = 1.67

ต้องการเตรียมสารละลาย 200 ppm คือ ต้องเตรียมให้มีเนื้อกรด 200 มิลลิกรัม ใน 1 ลิตร

ต้องการ HClO₄ 70.0 กรัม

ต้องใช้ HClO₄ เข้มข้น 100 กรัม

$$\text{ถ้าต้องการ HClO}_4 \quad 200 \times 10^{-3} \quad \frac{100 \times 200 \times 10^{-3}}{70}$$

$$= \frac{20}{70.0} = 0.29 \text{ กรัม}$$

กรด HClO₄ เข้มข้น 0.29 กรัม มีปริมาตร

$$= \frac{0.29}{1.67} = 0.17 \text{ มิลลิลิตร}$$

∴ ต้อง Pipette HClO₄ เข้มข้น 0.17 มิลลิลิตร มาเตรียมเป็นสารละลาย 1 ลิตร จึงจะได้สารละลายเข้มข้น 200 ppm