



นิตสารเครือข่ายการจัดการทรัพยากรทะเลและชายฝั่ง

คนรักทะเล

ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๕ ประจำเดือนกันยายน - ตุลาคม ๒๕๕๕ ISSN 2286-6426

กิจกรรมปลูกหญ้าทะเลจังหวัดตรัง

เฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษามหาราชนิ

มเด็จพระบรมชนกพระยาครุฑ ๘๐ พรรษา สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์

มหาราชินี เนื่องในวโรกาสวันคล้ายวันพระราชสมภพของหญ้าทะเลจังหวัดตรัง



สารบัญ

ศูนย์ ๖ พบชาวเล	๓
เวลา...สง่า	๔
เวลา...ดริ้ง	๖
รายงานพิเศษ ASEAN	๘
เครือข่ายสมการปูม้า อินทามัน	๑๐
เสียบริเวณพิง	๑๒
รวมข่าว	๑๔
เรื่องทะเลนั้นที่พอรู้	๑๖
รัฐรักษาทะเล	๑๘
ท่องเที่ยวชุมชน คนอินทามัน	๒๐
เครือข่ายผู้หญิง ชุมชนชายฝั่งอินทามัน	๒๒
เสียบชายคลองป่าเลน	๒๔
มุมนีมีแต่คนทุก/มุมนักวิทยาศาสตร์/คำคมคนเล	๒๖



ศูนย์ ๖ พบชาวเล

จุดสรวนรักษาเลฉบับนี้ ทางศูนย์อนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ที่ ๖ ขอเล่าผลการดำเนินงานโครงการปลูกหญ้าทะเลเพื่อฟื้นฟูแหล่งหญ้าทะเลเฉลิมพระเกียรติ ๔๐ พรรษามหาราชินี เมื่อช่วงเดือนกันยายนที่ผ่านมา บริเวณอ่าวบุญคง อ่าเภอลิเกา จังหวัดตรัง โดยมีนายบุญชอบ สุทธมนัสวงษ์ อธิบดีกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง เดินทางมาเป็นประธานในพิธี ซึ่งในนามของเครือข่ายภาคีที่ร่วมจัดกิจกรรม ต้องขอขอบคุณทุกหน่วยงานที่เข้าร่วม และพี่น้องประชาชน กลุ่มชาวประมง นักเรียนนักศึกษา กว่า ๗๐๐ คน ที่ช่วยกันจนกิจกรรมสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพราะเป็นที่ทราบกันว่าจังหวัดตรัง มีพื้นที่แหล่งหญ้าทะเลมากและอุดมสมบูรณ์ที่สุดของประเทศ โดยมีพื้นที่ประมาณ ๒๒,๐๐๐ ไร่ คิดเป็น ๑ ใน ๔ ของพื้นที่หญ้าทะเลของประเทศ แหล่งหญ้าทะเลมีความสำคัญต่อระบบนิเวศความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นที่อยู่อาศัย แหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน เป็นอาหารของพะยูน เต่าทะเล ซึ่งท้องทะเลจังหวัดตรังมีพะยูนอาศัยอยู่มากที่สุดเช่นกัน ประโยชน์ของหญ้าทะเลยังช่วยลดความรุนแรงของกระแสน้ำ ช่วยป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง และที่สำคัญบริเวณแหล่งหญ้าทะเลเป็นแหล่งผลิตสัตว์น้ำเพื่อการประกอบอาชีพประมงชายฝั่ง ในด้านการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

ทางทะเล ยังสามารถเชื่อมโยงสู่กิจกรรมในระบบนิเวศหญ้าทะเล เช่นการศึกษาเรียนรู้ของเยาวชนหรือกิจกรรมปลูกหญ้าทะเลของประชาชนทั่วไป

กิจกรรมครั้งนี้กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ได้มอบหมายให้ศูนย์อนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ที่ ๖ ซึ่งรับผิดชอบพื้นที่จังหวัดตรัง ร่วมกับหน่วยงานในจังหวัดตรัง จัดทำโครงการเพาะขยายพันธุ์หญ้าทะเล จำนวน ๓๐,๐๐๐ ต้น เพื่อนำไปปลูกฟื้นฟูในบริเวณแหล่งหญ้าทะเลที่เสื่อมโทรมจนประสบผลสำเร็จ มีอัตราการรอดตายและเจริญเติบโตได้ดี และเพื่อเฉลิมพระชนมพรรษา ๔๐ พรรษามหาราชินี เนื่องในวโรกาสเจริญพระชนมพรรษาครบ ๔๐ พรรษา สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะสามารถสร้างจิตสำนึก และสร้างความตื่นตัวให้กับน้องชาวตรัง และจะขยายผลไปยังประชาชนในพื้นที่อื่นๆ ต่อความสำคัญของหญ้าทะเลและพะยูน ซึ่งถือเสมือนเป็นสมบัติของคนทั้งประเทศ และภาพกิจกรรมครั้งนี้ จะได้ปรากฏ ไปสู่สายตาคนทั่วประเทศ อันแสดงให้เห็นว่าพวกเราทุกคนให้ความสำคัญต่อการฟื้นฟูทรัพยากรทางทะเล เพื่อลูกหลานในอนาคต

นายประจวบ โมฆรัตน์

ผู้อำนวยการศูนย์อนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ ๖ (จ.ตรัง)





เครือข่ายชนาदारปูม้า อันดามัน

โดย... พศ.อภิรักษ์ สงรักษ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

E-mail : songrak@hotmail.com



เหลียวหลังแลหน้า ธนาคารปูม้า

ยังทำ...ยัง(ลักษณะ) รักษ์

ร่วม ๑ ปีเต็ม ที่ผมได้ทำงานร่วมกับชุมชนชายฝั่งจังหวัดตรัง เกี่ยวกับกิจกรรมธนาคารปูม้า นับตั้งแต่การริเริ่มกิจกรรมธนาคารปูม้าในรูปแบบโรงเพาะปูม้าชุมชนร่วมกับชุมชนประมงพื้นบ้าน บ้านน้ำราบ บ้านพระม่วง บ้านมดตะนอย ในช่วงต้นปี ๒๕๕๔ จนกระทั่งฝ่ายพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม (CSR) ของธนาคารออมสิน ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญและอาสาเข้ามาหนุนเสริมกิจกรรมอนุรักษ์ทรัพยากรปูม้าของชุมชนประมงเนื่องในวโรกาสแห่งปีเฉลิมพระชนมพรรษา ๘๔ พรรษา มหาราชินี ทำให้ชุมชนชายฝั่งของจังหวัดตรังได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากธนาคารออมสิน ชุมชนละ ๓๐,๐๐๐ บาท รวม ๑๙ ชุมชน ยอดเงินเพียง ๓๐,๐๐๐ บาท ถือว่าเป็นงบประมาณที่ไม่มากมายนัก แต่สำหรับชาวประมงที่มีหัวใจอนุรักษ์และห่วงแหนทรัพยากรทะเลเพื่อลูกหลานในอนาคต เป็นเงินที่จะสามารถนำไปสร้างกิจกรรมอนุรักษ์ที่ยิ่งใหญ่ได้เช่นกัน

โดยมี บังอะเทริน พระคง ประธานชมรมประมงพื้นบ้านจังหวัดตรัง นายหลงเผื้อ บางลึก ประชุมกลุ่มประมงพื้นบ้าน บ้านน้ำราบ ที่แสงซูนอาจ ของบ้านตะเล๊ะ ในฐานะผู้ประสาน ๑๙ ชุมชนที่เข้าร่วมทำกิจกรรมธนาคารปูม้า พวกเรามีโอกาสหนึ่งปรึกษาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและเป็นการติดตามผลการทำงาน ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคของการทำธนาคารปูม้าร่วมกันตลอด และในฐานะที่ได้มาร่วมตัวเป็นเครือข่ายธนาคารปูม้าจังหวัดตรัง การแลกเปลี่ยนเรียนรู้



ระหว่างชุมชนที่ทำกิจกรรมธนาคารปูม้า แบบ
โรงเพาะฟักชุมชน เท่าที่สังเกตได้เน้นพบว่าวัน
นี้ชุมชนเกิดการเรียนรู้ การริเริ่มทดลอง การ
ทดลองผิดลองถูก และที่สำคัญหลายชุมชนได้สร้าง
รูปแบบการบริหารจัดการธนาคารปูม้าที่แตกต่าง
กัน มีการสร้างเครือข่ายสมาชิกปูม้าในชุมชนให้
● หมู่บ้านไหนออกกระดองมาเพราะในถัง ทั้งแบบ
บริจาคแม่ปูม้า แบบให้อิมแม่ปูม้า หลายพื้นที่
พบว่า มีผู้หลักผู้ใหญ่เดินทางไปเยี่ยมชม และร่วม
ปล่อยลูกปูม้าคืนสู่ธรรมชาติ โดยเฉพาะท่านผู้ว่า
ราชการจังหวัด ท่านนายอำเภอ ต่างได้ลงไปร่วม
กิจกรรมอย่างสม่ำเสมอ



ธนาคารปูม้าแบบโรงเพาะฟักชุมชน เป็น
กิจกรรมอนุรักษ์ที่เกิดขึ้นโดยความตั้งใจของชุมชน
ชาวประมงชายฝั่ง ที่ต้องการรักษาทรัพยากร
ชายฝั่งซึ่งเป็นฐานอาชีพของคน ที่มีปริมาณลด
ลงอย่างต่อเนื่อง การทำกิจกรรมธนาคารปูม้าไม่
ได้หมายความว่าชุมชนมีความสามารถเกินกว่า
ภาครัฐราชการ ที่จะผลิตลูกปูม้าคืนสู่ทะเล แต่
กิจกรรมธนาคารปูม้าของชุมชนเป็นโอกาสในการ
สร้างความตระหนักร่วมกันภายในชุมชน การใช้
ประโยชน์จากแม่ปูม้าไข่นอกกระดองที่ถ้าถึงจะ
● โดยไม่มีโอกาสวางไข่ มาเพาะฟักให้มีโอกาส
รอดตาย แม้จะเหลือรอดเพียงน้อยตัว แต่ทำให้
เกิดการเรียนรู้ และสร้างจิตสำนึกเกิดขึ้นมากมาย
วังแอน "อิสมาแอน เบ็ญสะอาด" จากบ้านมาตูปู๊ะจะ
กล่าวไว้ว่า "วันนี้ธนาคารปูม้ากลายเป็นเครื่องมือ
ชักชวนให้พี่น้องชาวประมงหันหน้ามาคุย เราได้
แลกเปลี่ยน ปรึกษาหารือกันมากขึ้น โหม้เต็กๆ
เยาวชนในเกาะลิดงสนใจธนาคารปูม้ามากขึ้น
อนาคตข้างหน้าเราไม่กลัวว่าเด็กพวกนี้รักษาเลไม่
เป็น" ส่วนก้านันสมหมาย หมดทั้ง แห่งตำบล
เขาไม้แก้วกล่าวว่า "แต่ก่อนปูม้าลดลง เราจะ
ห้ามพี่น้องให้เลิกทำประมงก็ยาก ให้ปรับเปลี่ยน
วิธีการประมงก็ไม่ใช่เรื่องง่าย พอชักชวนพี่น้อง
มาทำธนาคารปูม้า แล้วไม่ยุ่งยากมาก พี่น้อง

ชาวประมงให้ความร่วมมือมาก วันนี้ชาวประมง
ตำบลเขาไม้แก้ว ปล่อยลูกปูม้าคืนสู่ทะเลไปมาก
พอสมควร จะรอดเหลือมาให้จับเท่าไรเราไม่รู้
แต่ที่พี่น้องชาวประมงมีความภาคภูมิใจ และราย
ได้จากประมงปูม้าก็มีแต่เพิ่มขึ้น" และยังมีอีก
หลายเสียงสะท้อนที่มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน สิ่ง
ที่มองเห็นก็คือวันนี้ชุมชนที่ร่วมกิจกรรมอนุรักษ์ ได้
มีกิจกรรมเกิดขึ้นและชักชวนคนในชุมชนมาร่วม
มือกัน มีทั้งชาวประมงโดยตรง พี่น้องในชุมชน
ที่ไม่ได้ทำประมง เยาวชน ตลอดจนนักชมผู้นำท้อง
ถิ่นทั้งผู้ใหญ่บ้าน กำนัน นายก อบต. กลายเป็น
บรรยากาศของความสัมพันธ์ ความอบอุ่นเกิดขึ้น
วันนี้แม้กิจกรรมธนาคารปูม้าจะไม่สามารถเพิ่ม
จำนวนปูม้าได้ตามเป้าหมาย แต่การได้ตั้งใจลงมือ
สิ่งคมหันมาอนุรักษ์และเข้าใจถึงความสำคัญของ
ทรัพยากรทางทะเล อาจจะมีประโยชน์เพิ่มขึ้น
มหาศาลก็เป็นได้

การยอมรับถึงแนวคิดธนาคารปูม้าโดย
ชุมชนนี้ คงยืนยันได้จากการที่องค์การบริหารส่วน
ตำบลเกาะลิดง ได้ตั้งงบประมาณประจำปี ๒๕๕๕
เพื่อให้ชุมชนในตำบลเกาะลิดงรวม ๕ หมู่บ้าน
จำนวน ๑๐๐,๐๐๐ บาท เพื่อนำต่อยอดกิจกรรม
ธนาคารปูม้า และสำนักงานประมงจังหวัดตรังได้
ตั้งงบประมาณของจังหวัดตรัง ประจำปี ๒๕๕๖
จำนวน ๖๐๐,๐๐๐ บาท เพื่อหนุนเสริมกิจกรรม
ธนาคารปูม้าต่อไป และยังมีอีกหลายองค์กรที่
พร้อมจะเข้าไปช่วยเหลือและหนุนเสริม เพียงแต่
ชุมชนบอกว่าวันหนึ่งงบประมาณไม่ใช่สิ่งจำเป็นมาก
ที่สุด กระบวนการเรียนรู้และการจัดการเป็นสิ่ง
สำคัญมากกว่า เชื่อเหลือเกินว่า "ธนาคารปูม้า...
ยังทำ...ยัง(ลักษณะ) วัชร์ สวัสดิศรีย



จุดสารเครือข่ายการจัดการทรัพยากรทะเลและชายฝั่ง

คนรักทะเล

ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๕ ประจำเดือนกันยายน - ตุลาคม ๒๕๕๕ ISSN 2286-6426

กิจกรรมปลูกหญ้าทะเลจังหวัดตรัง

เฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษามหาราชาินี

สมเด็จพระชนมพรรษาครบ ๘๐ พรรษา สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์

มหาราชินี เนื่องในวโรกาสวันคล้ายวันพระราชสมภพ ๘๐ พรรษา



สารบัญ

ศูนย์ ๖ พบชาวเล	๓
แลเล...สฎา	๔
แลเล...ดริ้ง	๖
รายงานพิเศษ ASEAN	๘
เครือข่ายธนาคารปูม้า อันตาบับ	๑๐
เสียบริ้วชายฝั่ง	๑๒
รวมข่าว	๑๔
เรื่องทะเลนั้นที่พอรู้	๑๖
รัฐรักษาทะเล	๑๘
ท่องเที่ยวชุมชน คนอันตาบับ	๒๐
เครือข่ายผู้หญิง ชุมชนชายฝั่งอันตาบับ	๒๒
เสียบชายคลองป่าเลม	๒๔
มุมนีมีแต่หูก/มุมนกวิชายเล/คำคมคนเล	๒๖



ศูนย์ ๖ พบชาวเล

จุฬารคนรักษาเลฉบับนี้ ทางศูนย์อนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ที่ ๖ ขอเล่าผลการดำเนินงานโครงการปลูกหญ้าทะเลเพื่อฟื้นฟูแหล่งหญ้าทะเลเฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษามหาราชินี เมื่อช่วงเดือนกันยายนที่ผ่านมา บริเวณอ่าวบุญคง อ่าเภอลิเกา จังหวัดตรัง โดยมี นายบุญชอบ สุทธมนัสวงษ์ อธิบดีกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง เดินทางมาเป็นประธานในพิธี ซึ่งในนามของเครือข่ายภาคีที่ร่วมจัดกิจกรรม ต้องขอขอบคุณทุกหน่วยงานที่เข้าร่วม และพี่น้องประชาชน กลุ่มชาวประมง นักเรียนนักศึกษา กว่า ๗๐๐ คน ที่ช่วยกันจนกิจกรรมสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพราะเป็นที่ทราบกันว่าจังหวัดตรัง มีพื้นที่แหล่งหญ้าทะเลมากและอุดมสมบูรณ์ที่สุดของประเทศ โดยมีพื้นที่ประมาณ ๒๒,๐๐๐ ไร่ คิดเป็น ๑ ใน ๔ ของพื้นที่หญ้าทะเลของประเทศ แหล่งหญ้าทะเลมีความสำคัญต่อระบบนิเวศความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นที่อยู่อาศัย แหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน เป็นอาหารของพะยูน เต่าทะเล ซึ่งท้องทะเลจังหวัดตรังมีพะยูนอาศัยอยู่มากที่สุดเช่นกัน ประโยชน์ของหญ้าทะเลยังช่วยลดความรุนแรงของกระแสน้ำ ช่วยป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง และที่สำคัญบริเวณแหล่งหญ้าทะเลเป็นแหล่งผลิตสัตว์น้ำเพื่อการประกอบอาชีพประมงชายฝั่ง ในด้านการท่องเที่ยวเชิงนิเวศทางทะเล ยังสามารถเชื่อมโยงสู่กิจกรรมในระบบนิเวศหญ้าทะเล เช่นการศึกษาเรียนรู้ของเยาวชนหรือกิจกรรมปลูกหญ้าทะเลของประชาชนทั่วไป

กิจกรรมครั้งนี้กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ได้มอบหมายให้ศูนย์อนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ที่ ๖ ซึ่งรับผิดชอบพื้นที่จังหวัดตรัง ร่วมกับหน่วยงานในจังหวัดตรัง จัดทำโครงการเพาะขยายพันธุ์หญ้าทะเล จำนวน ๓๐,๐๐๐ ต้น เพื่อนำไปปลูกฟื้นฟูในบริเวณแหล่งหญ้าทะเลที่เสื่อมโทรมจนประสบผลสำเร็จ มีอัตราการรอดตายและเจริญเติบโตได้ดี และเพื่อเฉลิมพระชมพระพรษา ๘๐ พรรษามหาราชินี เนื่องในวโรกาสเจริญพระชนมพรรษาครบ ๘๐ พรรษา สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะสามารถสร้างจิตสำนึก และสร้างความตื่นตัวให้พี่น้องชาวตรัง และจะขยายผลไปยังประชาชนในพื้นที่อื่นๆ ต่อความสำคัญของหญ้าทะเลและพะยูน ซึ่งถือเสมือนเป็นสมบัติของคนที่ประเทศและภาพกิจกรรมครั้งนี้ จะได้ปรากฏ ไปสู่สายตาคนทั่วประเทศ อันแสดงให้เห็นว่าพวกเราทุกคนให้ความสำคัญต่อการฟื้นฟูทรัพยากรทางทะเล เพื่อลูกหลานในอนาคต



นายประจวบ โมฆรัตน์
ผู้อำนวยการศูนย์อนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ ๖ (จ.ตรัง)

เลี้ยงชราชดลองป่าเลน

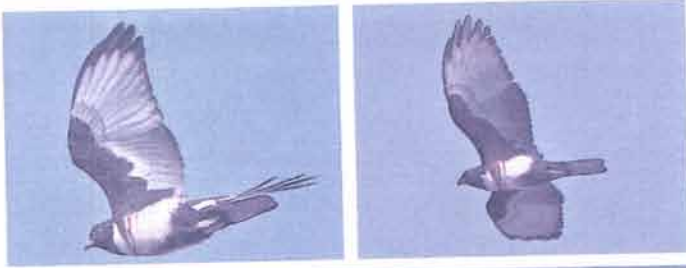
โดย... ดร.สมรักษ์ รอดเจริญ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง
E-mail: Somrak_25@hotmail.co.th



เหยี่ยวกิ้งก่าสีดำ (Black Baza) เจ้าเวหาอพยพ Black & White



สวัสดิ์ครับท่านผู้อ่านแฟนพันธุ์แท้คอลัมน์ "เลี้ยงชราชดลองป่าเลน" เป็นไงกันบ้างครับ ช่วงนี้เป็นปลายฝนต้นหนาว เป็นสวรรค์บนดินของนักดูนกหลายคนที่จะตื่นตาตื่นใจกับการดูนก เพราะเราจะได้พบกับนกที่แปลกตาหลายชนิดที่นอกเหนือจากนกประจำถิ่น (Resident) เป็นนกอพยพในช่วงฤดูหนาว (Winter visitor) และนกอพยพผ่าน (Passage migration) ซึ่งเริ่มอพยพเข้ามาแล้วในช่วงนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มเหยี่ยวและนกอินทรี ซึ่งการจัดงานเทศกาลดูเหยี่ยวอพยพแห่งประเทศไทยครั้งที่ ๑๑ ที่จังหวัดชุมพร ได้มีกลุ่มศึกษาเหยี่ยวและนกอินทรีในประเทศไทย Thai Raptor Group (TRG) กลุ่มสมาชิกเครือข่ายศึกษาและอนุรักษ์นกล่าเหยี่ยวในทวีปเอเชีย Asian Raptor Research and Conservation (ARRCN) จากหลายประเทศในเอเชียเดินทางมาจำแนกชนิดนกเหยี่ยวอพยพนานาชาติ (Field Raptor Identification Course ๒๐๑๒) พร้อมจำแนกชนิดด้วย เพื่อเก็บเป็นข้อมูลศึกษาเส้นทางอพยพของนกล่าเหยี่ยว ซึ่งถือเป็นความมหัศจรรย์ของเหยี่ยวอพยพแบบแลนด์ ที่บินผ่านบริเวณจังหวัดชุมพร ตลอดทั้งเดือนตุลาคมของทุกปี เนื่องจาก



นกล่าเหยื่อนานาชนิดจะรวมกลุ่มกันอพยพย้ายถิ่นมาจากแถบซีกโลกเหนือ หนีอากาศหนาวเย็นมายังพื้นที่อบอุ่นแถบเส้นศูนย์สูตรในแถบประเทศเอเชีย เช่น เหยี่ยวนกเขาพันธุจีน (Chinese Goshawk) เหยี่ยวนกเขาพันธุญี่ปุ่น (Japanese Sparrowhawk) เหยี่ยวผึ้ง (Oriental Honey-Buzzard) เหยี่ยวกิ้งก่าสีดำ (Black Baza) และเหยี่ยวหน้าเทา (Grey-faced Buzzard) เป็นต้น จึงเป็นที่มาและแรงจูงใจนำเสนอนกในฉบับนี้

เหยี่ยวกิ้งก่าสีดำ (Black Baza) เจ้าของสัญลักษณ์ สีขาว-ดำและ พงอนยาวเป็นลักษณะเด่นที่ทำให้เหยี่ยวกิ้งก่าสีดำมีเสน่ห์และจำแนกชนิดได้ง่าย บริเวณด้านบนปีกมีจุดสีขาวประปราย ขนกลางปีกมีสีน้ำตาลแดง โดยทั่วไปเพศผู้มีจุดสีขาวบนปีกกว้างกว่าและมีลายขาวสีน้ำตาลแดงที่อกน้อยกว่าเพศเมีย หน้าตามันเคยดูไม่ค่อยน่าเกรงขามสมกับเป็นนกล่าเหยื่อเท่าใดนัก ปกติมันจะหากินโดยสำรวจไปตามกิ่งบนต้นไม้ใหญ่ ไม่ค่อยบินร่อนหรือเกาะนิ่งเพื่อมองหาเหยื่อ จริงๆแล้วอาหารส่วนใหญ่ของมันคือแมลง นานๆที จึงจะล่าสัตว์มีกระดูกสันหลังอย่างกิ้งก่าและนก ประชากรของเหยี่ยวกิ้งก่าสีดำในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นนกอพยพผ่านที่ทำรังวางไข่ทางตอนเหนือของจีน แต่ก็มีบางส่วนเป็นนกประจำถิ่น อาศัยอยู่ตามป่าผลัดใบและป่าดิบแล้ง ทางภาคตะวันตก ภาคเหนือ และภาคอีสาน นกอพยพโดยเฉลี่ยมีสีน้ำตาลแดงและสีขาวบนปีกน้อยกว่านกประจำถิ่น นอกจากนี้ยังมีลายที่ออกน้อยกว่า

ชื่อ

ชื่อสามัญ

ชื่อวิทยาศาสตร์

วงศ์

ขนาด

ลักษณะทั่วไป

เหยี่ยวกิ้งก่าสีดำ

Black Baza

Aviceda leuphotes

Accipitridae

๓๐.๕-๓๓.๐ เซนติเมตร

มีสีดำสลับขาว มีหงอนยาวตั้งชันขึ้นอย่างชัดเจน หัวและลำตัวด้านบนสีดำ ปีกสีดำ มีหลายจุดสีขาวและแถบสีน้ำตาลแดง ลำตัวด้านล่างสีขาว อกมีแถบสีดำ ท้องมีลายบั้งสีน้ำตาลแดง หางสีดำ ใต้หางสีเทา ปากสีเทาเข้ม หน้งจมูกสีเทา ขาสีดำ ขณะบิน มองเห็นปีกสีดำสลับเทา ตัดกับท้องสีขาว

พฤติกรรม

การสืบพันธุ์

เสียงร้อง

อาหาร

การแพร่กระจาย

สถานภาพ

มักพบบินผ่านเป็นฝูงใหญ่ชอบเกาะกิ่งไม้ โลงๆ และโฉบจับเหยื่อตามต้นไม้ ทำรังวางไข่ อยู่ในช่วงฤดูหนาวต่อฤดูร้อน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือน พฤษภาคม นกทั้งสองเพศช่วยกันทำรัง รังอยู่บนต้นไม้ ตามง่ามไม้ โดยใช้ กิ่งไม้แห้ง สาขแบบหยาบๆ มีแอ่งตรงกลางรองรับรัง ด้วย ใบไม้สด

"ซี-ฮ่าท"

กินสัตว์เล็กๆ สัตว์เลื้อยคลาน แมลง ปาดงติบและป่าโปร่ง จากที่ราบไปจนถึงระดับความสูง ๑,๕๐๐ ม.

เป็นนกประจำถิ่น พบไม่บ่อย นกอพยพ และนกอพยพผ่าน พบบ่อย กฎหมายจัดเป็นสัตว์ป่าคุ้มครอง

เอกสารอ้างอิง

Lekagul, B. and Round, P.D. 1991. A guide to the birds of Thailand. Sahakambhaet Co., Ltd. Bangkok. 457 p.
Robson, C. 2000. A field guide to the birds of South-east Asia. New Holland. UK. 504 p.



จุดสารเครือข่ายการจัดการทรัพยากรทะเลชายฝั่ง

คนรักทะเล

ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๖ ประจำเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม ๒๕๕๕ ISSN 2286-6426



“ปลูกนญาทะเล@เมืองตรัง”

คำอวยพรปีใหม่ พ.ศ. ๒๕๕๖

โดย...นายพนพล ศรีสุข

อธิบดีกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง



ผมขอแสดงความยินดีกับคุณอำนวยศรีสุข อธิบดีกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ ๖ ที่จัดทำสื่อจุลสาร "คนรักทะเล" เพื่อเป็นช่องทางสื่อสารด้านการจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ให้กับชุมชนชายฝั่ง อีกทั้งจะเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและทัศนคติระหว่างชุมชน กับหน่วยงาน

เนื่องในวาระปีใหม่ ๒๕๕๖ ที่เวียนมาถึงนี้ กระผมในนามของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ขออวยพรให้เครือข่ายการจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งกลุ่มอันดามันตอนล่าง มีความเข้มแข็งและเชื่อมโยงการทำงานอย่างบูรณาการยิ่งขึ้นไป และขอให้พี่น้องชุมชนชายฝั่งทะเลอันดามัน ตลอดจนเครือข่ายภาคีที่ทำงานอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งร่วมกับกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งทุกคน จงมีความสุขความเจริญตลอดไป

นายพนพล ศรีสุข
อธิบดีกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง

คำอวยพรปีใหม่ พ.ศ. ๒๕๕๖

โดย...นายโสภณ ทองดี

ผู้อำนวยการสำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง



ผมในนามของสำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ขอแสดงความชื่นชมภาคีเครือข่ายการจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง อันดามันตอนล่าง ที่ได้ร่วมมือกันปฏิบัติหน้าที่รักษาและปกป้องทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอย่างดียิ่ง ซึ่งถือเป็นนโยบายการทำงานของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ที่มุ่งเน้นการทำงานเชิงบูรณาการระหว่างทุกภาคส่วน และเนื่องในวาระปีใหม่ ๒๕๕๖ ผมขออำนาจสิ่งศักดิ์สิทธิ์ในสากลโลก จงดลบันดาลให้ท่านและครอบครัว มีสุขภาพที่แข็งแรง มีความสุข มีพลังใจและพลังกาย เพื่อช่วยกันขับเคลื่อนกิจกรรมพัฒนาชายฝั่งอันดามันตลอดไป

นายโสภณ ทองดี
ผู้อำนวยการสำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง

สารบัญ

ศูนย์ ๖ พบชาวเล	๓
แลเล...สตุล	๔
แลเล...ตริบ	๖
แลเล...กระบี่	๘
เครือข่ายธนาคารปูม้า อันดามัน	๑๐
เลียบริ้วชายฝั่ง	๑๒
รวมข่าว	๑๔
เรื่องทะเลนั้นที่พอรู้	๑๖
รู้รักษาทะเล	๑๘
บทความพิเศษ	๒๐
เครือข่ายผู้หญิง ชุมชนชายฝั่งอันดามัน	๒๒
เลียบชายคลองป่าเลน	๒๔
มุมนีมีแต่หูก/มุมนกวิชายล/คำคมคนเล	๒๖



ศูนย์ ๖ พบชาวเล

จุลสารคนรักทะเลฉบับนี้ เป็นฉบับที่ ๖ สิ้นปี ๒๕๕๕ พอดี ผมในนามของเครือข่ายภาคีที่ร่วมทำงานด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งในพื้นที่อันดามันตอนล่าง ขอส่งความสุขเนื่องในโอกาสปีใหม่ ๒๕๕๖ ที่เวียนมาถึงอีกวาระหนึ่ง ขออวยพรให้ทุกท่านมีความสุขที่แข็งแรง มีความเจริญก้าวหน้าในหน้าที่การงาน และขอให้การทำงานรักษาทะเลเพื่อรักษาทรัพยากรไปลูกหลานของเราจงประสบความสำเร็จ

ในปี ๒๕๕๖ ที่จะมาถึง ทางศูนย์อนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ที่ ๖ ได้รับงบประมาณเพื่อการส่งเสริมและคุ้มครองทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งกลุ่มจังหวัดอันดามันตอนล่าง ในหลายด้านด้วยกัน ซึ่งจะได้นำไปปรึกษาหารือกับเครือข่ายภาคีในพื้นที่ เป็นระยะๆ ต่อไป และขอความร่วมมือทุกหน่วยงานและภาคีที่เกี่ยวข้อง ได้ช่วยสนับสนุนกิจกรรมของศูนย์อนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ ๖ เพราะการรักษาทะเลจะประสบความสำเร็จได้นั้น ต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วน สวัสดิ์ดีปีใหม่ครับ

นายประจวบ โคมรัตน์

ผู้อำนวยการศูนย์อนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ ๖





เครื่องอย่างขนาดารปูม้า อันดามัน

โดย... ผศ.อภิรักษ์ สงรักษ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

E-mail : songrak@hotmail.com

มาตรการควบคุมลอบปูม้า หรือจะสู่การสร้างจิตสำนึก



เวียนมาถึงรอบสิ้นปี ๒๕๕๕ เรานำเสนอเรื่องราวของการอนุรักษ์ทรัพยากรปูม้าของชุมชนประมงชายฝั่ง ในหลายๆ พื้นที่ ด้วยกิจกรรมขนาดารปูม้ารูปแบบโรงเพาะพักชุมชน เพื่อช่วยเพิ่มประชากรลูกพันธุ์ปูม้ากลับคืนสู่ทะเล เนื่องจากทรัพยากรปูม้าในปัจจุบันอยู่ในสภาพเสื่อมโทรมลงอย่างต่อเนื่อง เพราะปูม้า เป็นทรัพยากรสัตว์น้ำที่มีคุณค่าและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของการประมงชายฝั่ง ด้วยรสชาติเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ทำให้ปัจจุบันความต้องการปูม้ามีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งสวนทางกับจำนวนประชากรปูม้าในธรรมชาติที่เริ่มลดน้อยลง

ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรปูม้าในประเทศไทย มีสาเหตุจากการใช้ประโยชน์มาอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับการพัฒนาความสามารถของเครื่องมือประมงชนิดเลือกจับ ซึ่งเครื่องมือประมงประเภทลอบปูม้า มีประสิทธิภาพสูงต่อการจับปูม้าในธรรมชาติ ทำให้ปริมาณปูม้าในธรรมชาติไม่สามารถเกิดทดแทนได้ทันปริมาณที่ถูกจับมาใช้ประโยชน์จึงอยู่ในสภาพลดถอย เกิดภาวะการประมงเกินกำลังการผลิตของธรรมชาติ และเครื่องมือประมงปูม้ายังได้ถูกดัดแปลงนำไปใช้ในการประมงพาณิชย์ พบว่าเรือประมงขนาดใหญ่ในอ่าวไทย ใช้ลอบปูม้าทำการประมงครั้ง



ละ ๕.๐๐๐ ลูกต่อคืนต่อลำ ซึ่งอาจจะเท่ากับปริมาณลอบปูม้าของชาวประมงพื้นบ้านในบางหมู่บ้าน และบางครั้งเรือเหล่านี้ยังเคลื่อนย้ายมายังฝั่งอันดามันในบางฤดูกาล กลายเป็นปัญหาหมกพอสมควรร

กรมประมงได้พยายามแสวงหามาตรการต่าง ๆ เพื่อบริหารจัดการการใช้ทรัพยากรปูม้ามาโดยลำดับ เช่นการออกประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่องห้ามทำการประมงปูไข่นอกกระดอง ในเดือนตุลาคมถึงธันวาคมของทุกปี เพื่อให้ปูได้มีโอกาสรักษาพันธุกรรมตามธรรมชาติก่อนที่จะถูกจับขึ้นมารับริโภคต่อจำหน่าย, การกำหนดห้ามใช้เครื่องมืออวนลากอวนรุนที่ใช้กับเรือยนต์ทำการประมงในระยะห่างจากฝั่ง ๓,๐๐๐ เมตร ลำสุดได้มีประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์เรื่องการกำหนดห้ามใช้เครื่องมือลอบปูที่มีขนาดของตาห้องลอบต่ำกว่า ๒.๕ นิ้ว ทำการประมงซึ่งมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๕๕ เป็นต้นมา ทุกมาตรการที่กำหนดออกมานั้นมีความต้องการแก้ปัญหาปริมาณปูม้าเสื่อมโทรม

อย่างไรก็ตามมาตรการซึ่งมีข้อดีเป็นส่วนใหญ่ ก็อาจจะยังมีข้อเสีย หรือกระทบต่อวิถีของชาวประมงพื้นบ้านอยู่พอสมควร เนื่องจากทรัพยากรปูม้าในบ้านเรา สามารถ



สืบพันธุ์วางไข่ได้ตลอดทั้งปี จึงมีประชากรปูม้าขนาดเล็กเข้าทดแทนในแหล่งประมงอยู่ตลอดเวลา จึงเป็นเรื่องยากที่จะควบคุมขนาดที่ถูกจับ หรือการปรับเปลี่ยนขนาดตาอวนบริเวณห้องลอบปูม้า ยังพบว่าไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการลดปริมาณปูม้าขนาดเล็ก และปูม้ายังมีพฤติกรรมเข้า-ออก จากลอบ ที่มีปัจจัยอื่นๆ มาเกี่ยวข้องอีกมากมาย ดังนั้นมาตรการเชิงรุกต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรปูม้า จึงควรเน้นเกี่ยวกับการสร้างจิตสำนึกของชาวประมง การให้ความรู้ และการจัดกิจกรรมส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตปูม้า เช่นการจัดทำธนาคารปูม้า การจัดตั้งชุมชนประมงต้นแบบเพื่อเพิ่มผลผลิตปูม้าทั้งแบบเพาะในโรงเรือน การสร้างแหล่งอนุบาลลูกปูม้าขนาดเล็กของชุมชน เช่นแหล่งหญ้าทะเลหน้าหมู่บ้าน เพื่อเพิ่มโอกาสการรอดตายของลูกปูม้า ซึ่งทางกรมประมงได้เพาะพันธุ์ปูม้าเพื่อปล่อยลงสู่ทะเลอย่างต่อเนื่อง ก็หวังเป็นอย่างยิ่งว่า...หากทุกฝ่ายได้ร่วมด้วยช่วยกัน ตั้งแต่การกำหนดมาตรการที่เป็นธรรม และมีผลทางการปฏิบัติจริง ชาวประมงให้ความร่วมมือ มีการสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง เหมาะสมและแบ่งปันแล้วนั้น เชื่อว่า ทรัพยากรปูม้าจะยังคงความอุดมสมบูรณ์ได้ต่อไป ขอสวัสดิ์ปีใหม่ ๒๕๕๖ ให้ทุกท่านสุขภาพแข็งแรง มีปูม้าทานตลอดไปสวัสดิ์ครับ



จุดสารเครือข่ายการจัดการทรัพยากรทะเลชายฝั่ง

คนรักทะเล

ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๖ ประจำเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม ๒๕๕๕ ISSN 2286-6426



“ปลูกนวลทะเล@เมืองตรัง”



คำอวยพรปีใหม่ พ.ศ. ๒๕๕๖

โดย...นายพนพล ศรีสุข

อธิบดีกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง



ผมขอแสดงความยินดีกับศูนย์อนุรักษ์
อนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ ๖ ที่จัดทำ
สื่อจุลสาร "คนรักทะเล" เพื่อเป็นช่องทางสื่อสาร
ด้านการจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ให้
กับชุมชนชายฝั่ง อีกทั้งจะเป็นการแลกเปลี่ยนความ
คิดและทัศนะร่วมกันระหว่างชุมชน กับหน่วยงาน
เนื่องในวาระปีใหม่ ๒๕๕๖ ที่เวียนมาถึงนี้
กระผมในนามของกรมทรัพยากรทางทะเลและ
ชายฝั่ง ขออวยพรให้เครือข่ายการจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งกลุ่ม
อันดามันตอนล่าง มีความเข้มแข็งและเชื่อมโยงการทำงานอย่างบูรณาการยิ่ง
ขึ้นไป และขอให้พี่น้องชุมชนชายฝั่งทะเลอันดามัน ตลอดจนเครือข่ายภาคีที่
ทำงานอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งร่วมกับกรมทรัพยากรทางทะเล
และชายฝั่งทุกคน จะมีมีความสุขความเจริญตลอดไป

นายพนพล ศรีสุข
อธิบดีกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง



คำอวยพรปีใหม่ พ.ศ. ๒๕๕๖

โดย...นายโสภณ ทองดี

ผู้อำนวยการสำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง



ผมในนามของสำนักอนุรักษ์ทรัพยากร
ทางทะเลและชายฝั่ง ขอแสดงความชื่นชมภาคี
เครือข่ายการจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง
อันดามันตอนล่าง ที่ได้ร่วมมือกันปฏิบัติหน้าที่รักษา
และปกป้องทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอย่างดี
ยิ่ง ซึ่งถือเป็นนโยบายการทำงานของกรมทรัพยากร
ทางทะเลและชายฝั่ง ที่มุ่งเน้นการทำงานเชิงบูรณา
การระหว่างทุกภาคส่วน และเนื่องในวาระขึ้นปี
ใหม่ ๒๕๕๖ ผมขออำนาจสิ่งศักดิ์สิทธิ์ในสากลโลก จงดลบันดาลให้ท่านและ
ครอบครัว มีสุขภาพที่แข็งแรง มีความสุข มีพลังใจและพลังกาย เพื่อช่วยกัน
ขับเคลื่อนกิจกรรมพัฒนาชายฝั่งอันดามันตลอดไป

นายโสภณ ทองดี
ผู้อำนวยการสำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง

สารบัญ

ศูนย์ ๖ พบชาวเล	๓
แลเล...สตุลา	๔
แลเล...ดริ้ง	๖
แลเล...กระบี่	๘
เครือข่ายธนาคารปูม้า อันดามัน	๑๐
เสียบริ้วชายฝั่ง	๑๒
รวมข่าว	๑๔
เรื่องทะเลนั้นพี่พอรู้	๑๖
รู้จักทะเล	๑๘
บทความพิเศษ	๒๐
เครือข่ายผู้หญิง ชุมชนชายฝั่งอันดามัน	๒๒
เสียบชายคลองบ้านเลน	๒๔
มูลนิธิแม่ต๋นทุก/มูลนิธิชายเล/คำคมคนเล	๒๖



ศูนย์ ๖ พบชาวเล

จุลสารคนรักทะเลฉบับนี้ เป็นฉบับที่ ๖ สิ้นปี ๒๕๕๕ พอดี ผมในนามของเครือข่ายภาคีที่ร่วมทำงาน
ด้านอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งในพื้นที่อันดามันตอนล่าง ขอส่งความสุขเนื่องในโอกาสปีใหม่
๒๕๕๖ ที่เวียนมาถึงอีกวาระหนึ่ง ขออวยพรให้ทุกท่านมีความสุขที่แข็งแรง มีความเจริญก้าวหน้าในหน้าที่การ
งาน และขอให้การทำงานรักษาทะเลเพื่อรักษาทรัพยากรให้ลูกหลานของเราจะประสบความสำเร็จ

ในปี ๒๕๕๖ ที่จะมาถึง ทางศูนย์อนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ที่ ๖ ได้รับงบประมาณเพื่อ
การส่งเสริมและคุ้มครองทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งกลุ่มจังหวัดอันดามันตอนล่าง ในหลายด้านด้วยกัน
ซึ่งจะได้นำไปปรึกษาทวิภาคีกับเครือข่ายภาคีในพื้นที่ เป็นระยะๆ ต่อไป และขอความร่วมมือทุกหน่วยงาน
และภาคีที่เกี่ยวข้อง ได้ช่วยสนับสนุนกิจกรรมของศูนย์อนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ ๖ เพราะการ
รักษาทะเลจะประสบผลสำเร็จได้นั้น ต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วน สวัสดิ์ดีปีใหม่ครับ

นายประจวบ โมฆรัตน์

ผู้อำนวยการศูนย์อนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ ๖



เลี้ยงนกชายคลองป่าเลน

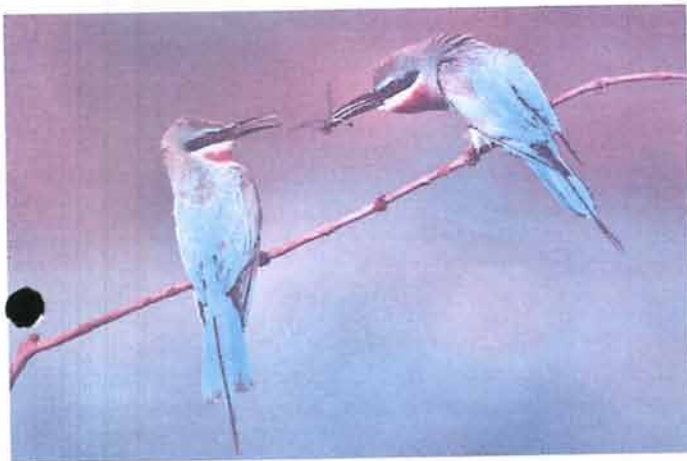
โดย... ดร.สมรภัช รอดเจริญ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง
E-mail: Somrak_25@hotmail.co.th



นกจามตานักพิชิต นักร่อนลมเพชรบาทผึ้ง.....ตัวสีเขี้ยว



ในที่สุด.....เราก็ก้าวผ่านปีมะโรงและข้ามไปสู่ปีมะเส็งด้วยความสุขกันถ้วนหน้า กาลเวลาไม่เคยคอยใคร สิ่งอะไรที่ยังทำไม่ได้ทำหรือยังทำไม่สำเร็จในปีที่ผ่านมา ก็ให้รีบทำในปีใหม่อย่างนี้ สิ่งไหนไม่ติดขอให้ทิ้งไว้แล้วมาเริ่มต้นใหม่ในปีใหม่นี้ สำหรับคอลัมน์ "เลี้ยงคลองป่าเลน" ฉบับสุดท้ายของปี ๒๕๕๕ นี้ ขอนำเสนอนักร่อนลมเพชรบาทผึ้งตัวสีเขี้ยวที่เรารู้จักกันในชื่อ "นกจามคาหัวเขี้ยว" หรือ Blue-tailed Bee-eater ซึ่งเป็นนกอพยพผ่าน (Passage migration) และนกประจำถิ่น (Resident) ในภาคใต้บ้านเรา แต่สำหรับในภาคเหนือเป็นนกอพยพทำรังวางไข่ (Breeding visitor) นกชนิดนี้อาจสร้างความสุขเล็กๆ ในยามที่เราต้องโดยสารรถเป็นเวลาานานๆ การสนุกที่เกาะอยู่ตามสายไฟฟ้าริมถนนนับเป็นกิจกรรมที่ใช้เวลาได้อย่างเพลิดเพลิน หลายคนอาจจะคิดไม่ถึงว่า...มีนกสีสันสวยงามหลายชนิดที่มักเกาะสายไฟฟ้า นกจามคาหัวเขี้ยวเป็นข่าประจำที่เพิ่มสีสันไม่น้อยให้กับการดูนกข้างถนน สายไฟฟ้าเป็นทำเลอันยอดเยี่ยมสำหรับพวกมันในการเสาะหาเหยื่อในที่เปิดโล่ง นกชนิดนี้มีรูปร่างเพรียว มีสีสันสวยงาม โดยจะมีสีเขี้ยวเด่นเป็นพิเศษ บริเวณใบหน้ามีแต้มสีฟ้าเล็กๆ และมีแถบยาวสีดำอยู่ตรงดวงตา ขนที่คอเป็นสีเหลืองและสีน้ำตาล หางเป็นสีฟ้า และจงอยปากสีดำ สามารถเจริญเติบโตได้ยาว ๒๓-๒๖ เซนติเมตร โดยรวมความยาวของขนหางตรงกลางสองเส้น



ที่ยาวกว่าบริเวณอื่นด้วย นกจามคา (Bee-eater) ที่มีรายงานพบในประเทศไทยทั้งหมด ๖ ชนิด คือ นกจามคาเคราแดง (Red-bearded Bee-eater; *Nyctyornis amictus*) นกจามคาเคราน้ำเงิน (Blue-bearded Bee-eater; *Nyctyornis athertoni*) นกจามคาเล็ก (Green Bee-eater / Little green Bee-eater; *Merops orientalis*) นกจามคาคอสีฟ้า (Blue-throated Bee-eater; *Merops viridis*) นกจามคาหัวเขียว (Blue-tailed Bee-eater; *Merops philippinus*) และนกจามคาหัวสีส้ม (Chestnut-headed Bee-eater; *Merops leschenaulti*)

ชื่อ
ชื่อสามัญ
ชื่อวิทยาศาสตร์
วงศ์
ขนาด
ลักษณะทั่วไป

นกจามคาหัวเขียว
Blue-tailed Bee-eater
Merops philippinus
Meropidae

๓๐ เซนติเมตร
หัวเขียวกลมมน้ำตาลส้ม มีแถบคาดตาสีดำและ
ลำตัวเป็นสีเขียวเหมือนนกจามคาอื่นๆ แต่บริเวณ
ใต้ท้อง ตะโพก และหางเป็นสีฟ้า นอกจากนี้มัน
ยังมีดวงตาเป็นสีแดงก่ำ ได้หางเป็นสีเหลือง ดัดลง
มาที่คอเป็นสีน้ำตาลแดง มีสีฟ้าอ่อนบริเวณขอบ
แถบคาดตาสีดำ และมีขนหางคู่กลางที่แหลมยาว
เหมือนเข็ม นกจามคาตัวผู้มีสีส้มสดใส ขนาด
ใหญ่ และขนหางยื่นยาวออกมามากกว่าตัวเมีย
เล็กน้อย จนสังเกตเห็นได้ยาก แต่ในในช่วงยังไม่ผลัด
ขนใหม่และนกโตไม่เต็มวัยอาจไม่มีขนหางที่ว่ายื่น
ยาวออกมา

พฤติกรรม

เวลาออกหากินหรือพักผ่อนที่สูง มักจะอยู่
รวมกันเป็นกลุ่ม

การสืบพันธุ์

มันใช้ปากที่แหลมยาวขุดโพรงในดินทำรังใกล้ๆกับ
เป็นสูงตามริมตลิ่งที่เป็นดินทราย นกชนิดนี้จะ
วางไข่ทรงกลมสีขาวทรงละ ๕-๗ ฟอง ทั้งตัวผู้
และตัวเมียจะเฝ้าดูแลไข่ด้วยกัน

เสียงร้อง

"รีริบ รีริบ" และ "ซริบ ซริบ"

อาหาร

นกจามคากินแมลงปอ และผึ้งเป็นอาหารโดยการ
โฉบจับกลางอากาศ แล้วกลับมากะาะ ณ จุดเดิม
กับที่มันใช้มองหาเหยื่อ จากนั้นมันจะพาดเหยื่อ
เข้ากับกิ่งไม้หรือสายไฟฟ้า และถูเอาเหล็กในออก
ก่อนที่จะกลืนเข้าไป เปลือกและเศษแมลงที่ไม่
สามารถย่อยได้จะถูกขับทิ้งเป็นออกมาเป็นก้อน
(Pellet)

การแพร่กระจาย

ประชากรของนกชนิดนี้มีทั้งที่เป็นนกอพยพประจำถิ่น
และนกอพยพ นกที่ทำรังทางภาคเหนือจะอพยพ
ลงใต้ในช่วงฤดูหนาวมาสมทบกับนกอพยพประจำถิ่นที่
พบได้ตลอดทั้งปีในบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางและ
พื้นที่ใกล้เคียง นกที่พบในภาคใต้ส่วนใหญ่เป็นนกอ
พยพผ่าน นกจามคาชนิดนี้เป็นนกอพยพตาม
ทุ่งโล่งใกล้แหล่งน้ำ เช่น บริเวณขอบป่าชายเลน
ทุ่งนา และห้วยหนองคลองบึงในที่ราบ แต่ก็มี
โอกาสพบบินผ่านป่าบนภูเขาสูงได้ในช่วงอพยพ
สถานภาพ นกอพยพผ่าน นกประจำถิ่น และนกอ
พยพทำรังวางไข่ กฎหมายจัดเป็นสัตว์ป่า
คุ้มครอง

เอกสารอ้างอิง

Lekagul, B. and Round, P.D. 1991. A guide to the birds of Thailand. Sahakarnbhaet Co., Ltd. Bangkok. 457 p.
Robson, C. 2000. A field guide to the birds of South-east Asia. New Holland. UK. 504 p.

การประเมิน **ความสำเร็จ**
การฟื้นฟูป่าชายเลนแบบบูรณาการ
ในป่าชายเลน ชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ
จังหวัดตรัง



มีนาคม 2556

การประเมินความสำเร็จ การฟื้นฟูป่าชายเลนแบบบูรณาการ ในป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง

บรรณาธิการ:

ณัฐวรรณ์ ปภาวสิทธิ์ ศิริวรรณ ศิริบุญ ขาญยุทธ สุดทองคง
ประเสริฐ ทองหนู่น้อย วิโรจน์ ชีรนาทร จีราวรรณ ใจเพิ่ม

พิมพ์ครั้งที่ 1: มีนาคม 2556

จำนวน 200 เล่ม

เอกสารเผยแพร่

ISBN: 978-616-551-644-0

© ลิขสิทธิ์ของ Yves Rocher Foundation ประเทศฝรั่งเศส
บริษัทอีฟ โรเช (ประเทศไทย) จำกัด และคณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ที่: หจก.ประสุขชัยการพิมพ์

847/5 ถ.สาทรประดิษฐ์ เขตยานนาวา กรุงเทพฯ 10120



การประเมินความสำเร็จการฟื้นฟูป่าชายเลนแบบบูรณาการ
ในป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง

คณะผู้เขียน

บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ณัฐวรรณ์ ปภาวสิทธิ์
นางสาวศิริวรรณ ศิริบุญ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ขาญยุทธ สุดทองคง
อาจารย์ ดร. ประเสริฐ ทองหนู่น้อย
นายวิโรจน์ ชีรนาทร
นางสาวจีราวรรณ ใจเพิ่ม

ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางของโครงการวิจัย
ด้านพันธุ์ไม้ป่าชายเลนและการปลูกป่าชายเลน

นายวิโรจน์ ชีรนาทร

นายเสวตฉัตร บุญมิ่ง

นายสัญญา อ่อนสูง

หน่วยปฏิบัติการนิเวศวิทยาทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รองศาสตราจารย์ ณัฐวรรณ์ ปภาวสิทธิ์

รองศาสตราจารย์ อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อธิฉนิภา ศิวายพราหมณ์

นางสาวศุภมัย พรหมแก้ว

นางสาวพัฒนวรรณ หมู่คู่ย

นางสาวจีราวรรณ ใจเพิ่ม

นางสาวปัทมาภรณ์ ชัยมั่ง

นางสาวทัชชา ไชคปมิตต์กานนท์

นางสาวทัศนธร ภูมิมุทธิ์

นายณภัส มหาสวัสดิ์

นางสาวหนึ่งฤทัย ยกน้อย



การประเมินความสำเร็จการฟื้นฟูป่าชายเลนแบบบูรณาการ
ในป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง

นางสาวปิยพรรณ เหมนุกูล
นางสาวทิพย์นาภา สุวรรณสินี
นางสาวดวงชมลพร นุตเจริญ
นายพรอดเทพ เขียนดวง

วิทยาลัยประชากรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นางสาวศิริวรรณ ศิริบุญ
นางสาวมุตริณ บางแก้ว
นางสาวชเนตตี มีลินทางกูร

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

วิทยาเขตตรัง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญยุทธ สุตทองคง
อาจารย์ ดร. ประเสริฐ ทองหนูน้อย
อาจารย์ ดร. วรพร ธารางกูร
นายมุขัมหมาด จิตรณรงค์
นางสาวศุภรัตน์ คงโอ
นายกำพล วาลัก
นายสุรศักดิ์ จิตรณรงค์

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

ราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา

อาจารย์ ณัฐกิตติ์ ไต่อ่อน

ชุมชนบ้านทุ่งตะเซะ จังหวัดตรัง

นายน้อม อันเย็ก
นายรอบ ทองนะ
นายเม็ง ฤทธิเดช
นายไพรัตน์ สารคุณ
นายยงยุทธ วงศ์ศิลา
นายสุนทร ทองย้อย
นายสรพงศ์ สารคุณ
นายประจักษ์ เอียดเกลี้ยง
นายตะวัน อันเย็ก
นายทงศักดิ์ สารคุณ
นายพนา อันเย็ก
นายดล ฤทธิเดช
นางนิรมิตร ศักดิน้อย
นางสุตา ทองนะ



การประเมินความสำเร็จการฟื้นฟูป่าชายเลนแบบบูรณาการ
ในป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเซะ จังหวัดตรัง



การประเมินความสำเร็จการฟื้นฟูป่าชายเลนแบบบูรณาการ
ในป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเซะ จังหวัดตรัง



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปงานวิจัย	xxi
Research Synopsis	xxv
บทที่ 1 ความสำคัญของการติดตามและประเมินความสำเร็จของการฟื้นฟู ป่าชายเลนแบบบูรณาการ ณัฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ ศิริวรรณ ศิริบุญ	1
• ความเป็นมาของโครงการวิจัย	1
• วัตถุประสงค์ของโครงการ	5
• ป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ	6
• การจัดการทรัพยากรป่าชายเลนแบบปรับเปลี่ยน (Adaptive management)	9
• แนวทางการติดตามและประเมินผลสำเร็จของโครงการวิจัย	13
บทที่ 2 ความก้าวหน้าในการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนในพื้นที่ป่าชายเลน ชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ ณัฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ ชาญยุทธ สุดทองคง วิโรจน์ ชีรนาถ เศวตฉัตร บุญมิ่ง สัญญา อ่อนสูง ก่าพล วาลัก สุรศักดิ์ จิตรณรงค์ ประเสริฐ ทองหนูน้อย วรพร ธารางกูร ณัฐกิตติ์ โตอ่อน ดวงธมลพร นุดเจริญ จีรวรรณ ใจเพิ่ม ปัทมาภรณ์ ชัยมั่ง ปิยพรรณ เหมนุกุล พัฒนวรรณ หมู่คู่ หนึ่งฤทัย ยกน้อย พรรณเทพ เขียนดวง ทีมแกนนำปลูกป่าชายเลนบ้านทุ่งตะเชะ น้อม ฮันแย็ก รอบ ทองนะ แม็ง ฤทธิเดช ไพรัตน์ สารคุณ ยงยุทธ วงศ์ศิลา สุนทร ทองน้อย สรพงศ์ สารคุณ ประจักษ์ เอียดเกลี้ยง ตะวัน ฮันแย็ก ทนงศักดิ์ สารคุณ พณา ฮันแย็ก ดล ฤทธิเดช นิรมิตร ศักดิ์น้อย สุดา ทองนะ	19



เรื่อง	หน้า
• การกำหนดพื้นที่ที่ทำการปลูกและพื้นที่ฟูป่าชายเลน	20
- การเลือกพื้นที่เพื่อปลูกและพื้นที่ฟูป่าชายเลนในบริเวณป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ	23
• การคัดเลือกพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกและพื้นที่ฟูป่าชายเลน	25
- การคัดเลือกพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกและพื้นที่ฟูป่าชายเลนในบริเวณป่าชายเลนชุมชนในบ้านทุ่งตะเชะ	25
• การเตรียมกล้าไม้เพื่อการปลูกและพื้นที่ฟูป่าชายเลน	26
- การเตรียมกล้าไม้เพื่อการปลูกและพื้นที่ฟูป่าชายเลนในบริเวณป่าชายเลนชุมชนในบ้านทุ่งตะเชะ	27
- โรงเพาะชำกล้าไม้ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช	32
• การเตรียมพื้นที่เพื่อทำการปลูกและพื้นที่ฟูป่าชายเลน	34
- การเตรียมพื้นที่ปลูกและพื้นที่ฟูป่าชายเลนในบริเวณป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ	35
• การปลูกและพื้นที่ฟูป่าชายเลน	37
- การปลูกและพื้นที่ฟูในป่าชายเลนในบริเวณป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ	39
• การตรวจติดตามอัตราการรอดและเติบโตของกล้าไม้และการปลูกซ่อมป่าชายเลนปลูก	49
- การตรวจติดตามอัตราการรอดและเติบโตของกล้าไม้ในบริเวณพื้นที่ป่าปลูกในป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ	50
- การศึกษาเปรียบเทียบการเติบโตและอัตราการรอดของการปลูกกล้าไม้ป่าชายเลน	58
- การตรวจติดตามอัตราการรอดและการเติบโตของกล้าไม้บริเวณเกาะกลาง	62
- การปลูกและพื้นที่ฟูป่าชายเลนในโครงการพื้นที่ฟูป่าชายเลนแบบบูรณาการในบริเวณป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง	70



การประเมินความสำเร็จการฟื้นฟูป่าชายเลนแบบบูรณาการ
ในป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง



เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 การเพิ่มผลผลิตการประมงโดยปล่อยลูกปูแสมในพื้นที่ป่าปลูก	81
ชาณุยุทธ สุดทองคง มุฮัมหมัด จิตรณรงค์ ณีภูธรัตน์ ปภาวสิทธิ์ ศุภรัตน์ คงโอ จีราวรรณ ใจเพิ่ม น้อม ฮันแย็ก	
• การเพาะฟักและอนุบาลลูกปูแสม	83
• การทดลอง ดเครื่องหมายปูแสมเพื่อติดตามการเพิ่มผลผลิตการประมง	90
• การฝึกอบรมเพาะพันธุ์และอนุบาลลูกปู	102
• ความสำเร็จในการเพิ่มผลผลิตการประมง	104
บทที่ 4 ความหลากหลายทางชีวภาพ-ดัชนีบ่งชี้ถึงศักยภาพการฟื้นฟูความ อุดมสมบูรณ์อันเป็นผลจากการปลูกและพื้นที่ฟูป่าชายเลนแบบ บูรณาการ	107
ณีภูธรัตน์ ปภาวสิทธิ์ อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ ชาณุยุทธ สุดทองคง ประเสริฐ ทองหนู่น้อย วรพร ธารางกูร อิชฌิกา ศิวายพราหมณ์ ณัฐกิตติ์ โตอ่อน จีราวรรณ ใจเพิ่ม ศุภมัย พรหมแก้ว พัฒนวรรณ หมู่ค้อย ปัทมาภรณ์ ชัยมัง แก๊ส มหาสวัสดิ์ หนึ่งฤทัย ยกน้อย ศิริวรรณ ศิริบุญ บุศรินทร์ บางแก้ว ชเนตติ์ มลินีทางกูร ทิพย์นภา สุวรรณสนธิ ดวงธมลพร นุดเจริญ ปิยพรรณ เหมนุกุล ทศนธร ภูมิยุทธ์ พรรณเทพ เขียนดวง	
• การเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนบ้านทุ่งตะเชะ	111
• การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทะเลและคุณภาพดินตะกอนในบริเวณชายฝั่งและป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ	114
• การเปลี่ยนแปลงกำลังผลิตทางชีวภาพและความอุดมสมบูรณ์ของแพลงก์ตอนพืช	115



การประเมินความสำเร็จการฟื้นฟูป่าชายเลนแบบบูรณาการ
ในป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง



เรื่อง	หน้า
<ul style="list-style-type: none"> ● ความหลากหลายและความซุกซมของแพลงก์ตอนสัตว์ ● การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิดและดัชนีที่บ่งชี้การฟื้นตัวของป่าชายเลนในสัตว์ทะเลหน้าดิน ● การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิดและดัชนีที่บ่งชี้การฟื้นตัวของป่าชายเลนในประชาคมปลา ● การเปลี่ยนแปลงผลผลิตประมงชุมชนบ้านทุ่งตะเชาะ ● การเปลี่ยนแปลงสายใยอาหารในป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชาะ 	117 118 121 124 125
บทที่ 5 ภาพรวมชุมชนบ้านทุ่งตะเชาะและการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการทรัพยากรป่าชายเลน <i>ศิวีวรรณ ศิริบุญญ บุศริน บางแก้ว ชเนตตี มลินีทางกูร</i>	137
<ul style="list-style-type: none"> ● บทนำ ● วิธีการศึกษาทางด้านสังคมศาสตร์ ● ลักษณะพื้นฐานทางกายภาพ ประชากร สังคม เศรษฐกิจและสถานะของป่าชายเลนของชุมชน <ul style="list-style-type: none"> - ลักษณะทางกายภาพของชุมชน - ข้อมูลประชากร - สถานะทางสังคม - สถานะทางเศรษฐกิจ - สถานะของทรัพยากรสัตว์น้ำและป่าชายเลน ● การตระหนักถึงประโยชน์และการใช้ประโยชน์จากป่าชายเลน ● การจัดการทรัพยากรป่าชายเลน: วิธีการในอดีตและแนวทางการจัดการในอนาคต <ul style="list-style-type: none"> - วิธีการจัดการทรัพยากรป่าชายเลนในอดีตจนถึงปัจจุบัน - แนวทางการจัดการทรัพยากรป่าชายเลนในอนาคต 	137 139 141 141 144 148 150 154 157 166 166 172



การประเมินความสำเร็จการฟื้นฟูป่าชายเลนแบบบูรณาการ
ในป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชาะ จังหวัดตรัง



เรื่อง	หน้า
บทที่ 6 การประเมินผลสำเร็จโครงการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนแบบบูรณาการ <i>ศิวีวรรณ ศิริบุญญ บุศริน บางแก้ว ชเนตตี มลินีทางกูร</i>	183
<ul style="list-style-type: none"> ● บทนำ ● แนวทางการศึกษา <ul style="list-style-type: none"> - การศึกษาผลสัมฤทธิ์ของโครงการในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพ (efficiency) และประสิทธิผล (effectiveness) ของโครงการ - ศึกษาปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกที่มีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ของโครงการโดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ปัจจัย (SWOT Analysis) ● วิธีการศึกษาทางด้านสังคมศาสตร์ <ul style="list-style-type: none"> - ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ - ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ ● การประเมินประสิทธิภาพของโครงการ <ul style="list-style-type: none"> - การรับรู้และการมีส่วนร่วมในการฟื้นฟูป่าชายเลนหรือป่าสมุนไพรมของชุมชน - การรับรู้ในกิจกรรมการปล่อยพันธุ์สัตว์น้ำและการเพิ่มจำนวนสัตว์น้ำจากการฟื้นฟูป่าชายเลน ● การประเมินประสิทธิผลของโครงการ <ul style="list-style-type: none"> - มิติทางด้านเศรษฐกิจ - มิติทางด้านสุขภาพ - มิติทางด้านพฤติกรรมทางสังคม ● การดำเนินงานโครงการที่ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาศักยภาพของชุมชน ● ผลของโครงการที่มีต่อการจัดการทรัพยากรชายฝั่งอย่างยั่งยืน 	183 186 186 187 188 188 189 190 191 195 198 198 206 208 230 260



การประเมินความสำเร็จการฟื้นฟูป่าชายเลนแบบบูรณาการ
ในป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชาะ จังหวัดตรัง



เรื่อง	หน้า
บทที่ 7 บทเรียนจากการฟื้นฟูป่าชายเลนแบบบูรณาการในบริเวณป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง	267
ณัฐวรรตน์ ปภาวสิทธิ์ ศิริวรรณ ศิริบุญ ชาญยุทศ สุดทองคำ ประเสริฐ ทองหนู่น้อย วิโรจน์ ชีรณนทร	
<ul style="list-style-type: none"> ● แนวทางการจัดการป่าชายเลนเพื่อเศรษฐกิจพอเพียง 267 ● การทบทวนคุณค่าป่าชายเลน (Revalue) 269 ● การทบทวนและปรับเปลี่ยนยุทธศาสตร์การจัดการตามแนวคิด (top-down management) มาเป็นการจัดการทรัพยากรป่าชายเลนโดยชุมชน (Restrategy) 270 ● การทบทวนกระบวนการในการจัดการทรัพยากรป่าชายเลน (Reprocess) 272 <ul style="list-style-type: none"> - การส่งเสริมคนรุ่นใหม่ขึ้นมาทดแทนและสืบทอดการจัดการทรัพยากรป่าชายเลน 273 - กระบวนการการสืบทอดความรู้และความตระหนักในการจัดการทรัพยากรป่าชายเลนและชายฝั่ง 274 - การพัฒนาการจัดการแบบบูรณาการความร่วมมือ (co-management) 277 - แนวทางการประสานงานเพื่อลดความขัดแย้งในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าชายเลนและชายฝั่ง 279 ● การทบทวนโครงสร้างของการจัดการ (Restructure) 280 ● การทบทวนการกำหนดแผนการดำเนินงานการจัดการทรัพยากรป่าชายเลน (Recondition) 282 <ul style="list-style-type: none"> - แนวคิดในการใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนในอนาคตเพื่อเป็นการเพิ่มรายได้หรือเป็นรายได้เสริมให้แก่ชุมชน 285 ● การศึกษาวิจัยเป็นรากฐานที่สำคัญของการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติ 290 	



การประเมินความสำเร็จการฟื้นฟูป่าชายเลนแบบบูรณาการ
ในป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง



เรื่อง	หน้า
เอกสารอ้างอิง	295
ภาคผนวก	305
<ul style="list-style-type: none"> ● จดหมายแสดงความร่วมมือในการร่วมดำเนินการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง 307 ● รายชื่อผู้สนับสนุนและให้ความร่วมมือในการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง 308 ● คณะทำงานร่างแผนการจัดการป่าชายเลนและทรัพยากรชายฝั่งแบบบูรณาการบริเวณป่าชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง 313 	



การประเมินความสำเร็จการฟื้นฟูป่าชายเลนแบบบูรณาการ
ในป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง



ความหลากหลายทางชีวภาพ



ใน ป่าชายเลน บ้านทุ่งตะเชะ

จังหวัดตรัง



กุมภาพันธ์ 2556

ความหลากหลายทางชีวภาพ ในป่าชายเลนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง

บรรณาธิการ:

ณัฐวรรณ์ ปภาวสิทธิ์ อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบุรณ์ ชานุกุศล สุดทองคำ
ประเสริฐ ทองหนู่น้อย วรพร ชารางกูร ณัฐกิตติ์ โตอ่อน
จิรวารรณ ใจเพิ่ม

พิมพ์ครั้งที่ 1: กุมภาพันธ์ 2556

จำนวน 200 เล่ม

เอกสารเผยแพร่

ISBN: 978-616-551-636-5

© ลิขสิทธิ์ของ Yves Rocher Foundation ประเทศฝรั่งเศส
บริษัทอีฟ โรเช (ประเทศไทย) จำกัด และคณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ที่: หจก.ประสุขชัยการพิมพ์

847/5 ถ.สาธุประดิษฐ์ เขตยานนาวา กรุงเทพฯ 10120



ความหลากหลายทางชีวภาพในป่าชายเลนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง

คณะผู้เขียน

บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ณัฐวรรณ์ ปภาวสิทธิ์
รองศาสตราจารย์ ดร. อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบุรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชานุกุศล สุดทองคำ
อาจารย์ ดร. ประเสริฐ ทองหนู่น้อย
อาจารย์ ดร. วรพร ชารางกูร
อาจารย์ ณัฐกิตติ์ โตอ่อน
นางสาวจิรวารรณ ใจเพิ่ม

ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ ำของโครงการวิจัย
ด้านพันธุ์ไม้ป่าชายเลนและการปลูกป่าชายเลน

นายวิโรจน์ ธีธนาธร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรินทร์ ชวศิริ

(ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

หน่วยปฏิบัติการนิเวศวิทยาทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รองศาสตราจารย์ ณัฐวรรณ์ ปภาวสิทธิ์

รองศาสตราจารย์ ดร. อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบุรณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อิชฌมิกา ศิวายพรหมณ์

นางสาวศุภมัย พรหมแก้ว

นางสาวพัฒนวรรณ หมู่คู่ย

นางสาวจิรวารรณ ใจเพิ่ม

นางสาวปัทมาภรณ์ ชัยมั่ง

นางสาวทัชชา ไชคปมิตต์กานนท์

นางสาวทัศนธร ภูมิยุทธ์

นางสาวหนึ่งฤทัย ยกน้อย



ความหลากหลายทางชีวภาพในป่าชายเลนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง

นายณภัฏ มหาสวัสดิ์
นายพรรณเทพ เขียนดวง
นางสาวปิยพรรณ เหมนุกูล
นางสาวทิพย์นภา สุวรรณสนิท
นางสาวดวงมลพร นุดเจริญ

วิทยาลัยประชากรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นางสาวศิริวรรณ ศิริบุญ
นางสาวบุศริน บางแก้ว
นางสาวชนัดดี มีลินทางกูร

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

วิทยาเขตตรัง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชานัญุท สุตทองคง
อาจารย์ ดร. ประเสริฐ ทองหนูน้อย
อาจารย์ ดร. วรพร ชารางกูร
นายมูฮัมหมัด จิตรณรงค์
นางสาวศุภรัตน์ คงโอ
นายกำพล วาลัก
นายสุรศักดิ์ จิตรณรงค์
นางสาวปรีฉัตร หูเขียว

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

ราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา

อาจารย์ ณีฐกิติ์ ไต่อ่อน

ชุมชนบ้านทุ่งตะเซะ จังหวัดตรัง

นายน้อม ฮันเย็ก
นายพณา ฮันเย็ก



ความหลากหลายทางชีวภาพในป่าชายเลนบ้านทุ่งตะเซะ จังหวัดตรัง

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปงานวิจัย	xvii
Research Synopsis	xxi
ส่วนที่ 1 ความหลากหลายทางชีวภาพในป่าชายเลนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง: รายงานผลการศึกษา	
บทที่ 1 ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพในป่าชายเลน บ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง	
ณัฐวรรตน์ ปภาวสิทธิ์ จิราวรรณ ใจเพิ่ม พัฒนวรรณ หนูคู่ย ปัทมาภรณ์ ชัยมั่ง สุขมัย พรหมแก้ว ณัฐกิติ์ ไตอ่อน	
<ul style="list-style-type: none"> ● ความหลากหลายทางชีวภาพเป็นดัชนีในการประเมินความสำเร็จของโครงการ ● การจัดการทรัพยากรป่าชายเลนแบบปรับเปลี่ยน (Adaptive management) ● พื้นที่ศึกษา ● การศึกษาพรรณไม้ป่าชายเลน ● การศึกษาปัจจัยแวดล้อมในน้ำ ● การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารในน้ำ ● การศึกษามวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ● การศึกษาโครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอน ● การศึกษาโครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์ ● การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดิน ● การศึกษาประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดเล็ก ● การศึกษาประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ 	<p>4</p> <p>8</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>18</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p>



เรื่อง	หน้า
<ul style="list-style-type: none"> ● การศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของปูแสม 	26
<ul style="list-style-type: none"> ● การศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของประชาคมปลา <ul style="list-style-type: none"> - ประชาคมปลานขนาดเล็ก - ประชาคมปลานขนาดใหญ่ 	27 27 29
<ul style="list-style-type: none"> ● การศึกษาสถานภาพทรัพยากรประมงชุมชน 	33
บทที่ 2 ผลของการฟื้นฟูป่าชายเลนแบบบูรณาการต่อความหลากหลายทางชีวภาพในป่าชายเลนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง	35
<ul style="list-style-type: none"> ● การเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนบ้านทุ่งตะเชะ ณัฐวรรัตน์ ปภาวสิทธิ์ น้อม อันแย็ก วิโรจน์ ชีรนาธร ชาญยุทธ สุดทองคง วรินทร์ ขวศิริ อธิณิกา ศิวายพรหมณ์ พัฒนวรรณ หมู่ค้อย ปัทมาภรณ์ ชัยมั่ง 	37
<ul style="list-style-type: none"> - ลักษณะโครงสร้างของป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ 	38
<ul style="list-style-type: none"> - การปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนในโครงการฟื้นฟูป่าชายเลนแบบบูรณาการในบริเวณป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง 	46
<ul style="list-style-type: none"> ● คุณภาพน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งและป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ อัจฉราภรณ์ เบียมสมบูรณ์ ศุภมัย พรหมแก้ว ทิพย์นภา สุวรรณเสนี ทศนธร ภูมิยุทธ์ 	53
<ul style="list-style-type: none"> ● คุณภาพดินตะกอนในบริเวณป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ จิราวรรณ ใจเพิ่ม ณัฐกิตติ์ โตอ่อน ณัฐวรรัตน์ ปภาวสิทธิ์ พัฒนวรรณ หมู่ค้อย ปัทมาภรณ์ ชัยมั่ง ดวงธมลพร นุดเจริญ ปิยพรรณ เหมนุกูล 	60
<ul style="list-style-type: none"> - ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดินตะกอน 	60
<ul style="list-style-type: none"> - ลักษณะดินและขนาดอนุภาคดินตะกอน 	66
<ul style="list-style-type: none"> - ปริมาณอินทรีย์สารในดินตะกอน 	70



เรื่อง	หน้า
<ul style="list-style-type: none"> - มวลชีวภาพของพีชป่าชายเลน 	71
<ul style="list-style-type: none"> ● ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพีช อัจฉราภรณ์ เบียมสมบูรณ์ วรพร ธารางกูร ศุภมัย พรหมแก้ว ทศนธร ภูมิยุทธ์ ทัชชา โชคปมิตต์กานนท์ 	73
<ul style="list-style-type: none"> - มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพีช 	73
<ul style="list-style-type: none"> - องค์ประกอบชนิดและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพีช 	76
<ul style="list-style-type: none"> ● ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ อัจฉราภรณ์ เบียมสมบูรณ์ ศุภมัย พรหมแก้ว ทศนธร ภูมิยุทธ์ ทิพย์นภา สุวรรณเสนี นกัศ มหาสวัสดิ์ หนึ่งฤทัย ยกน้อย พัฒนวรรณ หมู่ค้อย ปัทมาภรณ์ ชัยมั่ง 	87
<ul style="list-style-type: none"> ● ความหลากหลายและความชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดิน ณัฐวรรัตน์ ปภาวสิทธิ์ ณัฐกิตติ์ โตอ่อน จิราวรรณ ใจเพิ่ม ชาญยุทธ สุดทองคง พัฒนวรรณ หมู่ค้อย ปัทมาภรณ์ ชัยมั่ง พรรณเทพ เขียนดวง ดวงธมลพร นุดเจริญ ปิยพรรณ เหมนุกูล 	106
<ul style="list-style-type: none"> - ความหลากหลายและความชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดเล็ก 	106
<ul style="list-style-type: none"> - ความหลากหลายและความชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ 	122
<ul style="list-style-type: none"> - ความหลากหลายและความชุกชุมของปูแสม 	150
<ul style="list-style-type: none"> ● ความหลากหลายและความชุกชุมของปลา ประเสริฐ ทองหนู่น้อย พณา อันแย็ก หนึ่งฤทัย ยกน้อย จิราวรรณ ใจเพิ่ม นกัศ มหาสวัสดิ์ ปรีฉัตร หูเขียว 	153
<ul style="list-style-type: none"> - ประชาคมปลานขนาดเล็ก 	154
<ul style="list-style-type: none"> - ประชาคมปลานขนาดใหญ่ 	161



เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 ดัชนีทางนิเวศวิทยาที่บ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์และการฟื้นตัวของป่าชายเลนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง	171
ณัฐวรรณ์ ปภาวสิทธิ์ อัจฉราภรณ์ เบียมสมบูรณ์ ประเสริฐ ทองหนู้อย ณัฐกิตติ์ ไต่อ่อน จิราวรรณ ใจเพิ่ม ศิริวรรณ ศิริบุญ บุตรีน บางแก้ว ชเนตดี มีลินทางกูร นกัสม ทหาสวัสดิ์ พัฒนวรรณ หมู่ค้อย ปัทมาภรณ์ ชัยมั่ง	
• การเปลี่ยนแปลงผลผลิตประมงชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ	172
- สถานภาพผลผลิตประมงชุมชนบ้านทุ่งตะเชะช่วงก่อนดำเนินการปลูกป่าชายเลน	172
- ทิศนคติของชุมชนบ้านทุ่งตะเชะเรื่องผลของการฟื้นฟูป่าชายเลนแบบบูรณาการต่อความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรประมง	174
- สถานภาพผลผลิตประมงชุมชนบ้านทุ่งตะเชะหลังการดำเนินการปลูกป่าชายเลน	177
• ดัชนีทางนิเวศวิทยาที่บ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์และการฟื้นตัวของป่าชายเลนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง	183
- กำลังผลิตทางชีวภาพในระบบนิเวศชายฝั่งและป่าชายเลนบ้านทุ่งตะเชะ	185
- การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิดและดัชนีที่บ่งชี้การฟื้นตัวของป่าชายเลนในสัตว์ทะเลหน้าดิน	186
- การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิดและดัชนีที่บ่งชี้การฟื้นตัวของป่าชายเลนในประชาคมปลา	191
• การเปลี่ยนแปลงสายใยอาหารในป่าชายเลนชุมชนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง	204



เรื่อง	หน้า
ส่วนที่ 2 ความหลากหลายทางชีวภาพในป่าชายเลนบ้านทุ่งตะเชะ จังหวัดตรัง: รายละเอียดลักษณะทางสัณฐานวิทยา บทบาททางนิเวศวิทยาและการกระจายของสิ่งมีชีวิต	
• พรรณไม้ป่าชายเลน (Mangrove Plants)	217
• แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton)	269
• แพลงก์ตอนสัตว์ (Zooplankton)	301
• สัตว์ทะเลหน้าดิน (Benthos)	341
• พรรณปลา (Mangrove Fishes)	445
• การฝึกอบรมนักวิจัยรุ่นใหม่ (Training course for young researchers)	493
เอกสารอ้างอิง	503





คู่มือปฏิบัติการหลักเคมี

Principles of Chemistry Laboratory

02 – 221 – 003



อาจารย์สุนันทา ข้องสาย

สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

คำนำ

การเรียนการสอนเคมีในปัจจุบัน เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองซึ่งเป็นการพัฒนาศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาให้สูงขึ้นและเป็นประสบการณ์ที่ดีของนักศึกษาเนื่องจากได้มีการฝึกทักษะในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมืออีกทั้งยังได้เห็นผลการทดลองตามความจริงจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง กลุ่มปฏิบัติการหลักเคมีฉบับนี้จัดทำเพื่อใช้ประกอบการสอนวิชาปฏิบัติการหลักเคมีซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับความปลอดภัย การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์พื้นฐาน และเทคนิคต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในบทปฏิบัติที่ประกอบด้วย การทดลองเกี่ยวกับสมบัติของธาตุ พันธะเคมี สารละลาย อัตราการเกิดปฏิกิริยา สมดุลเคมี กรด-เบส และเกลือ ไฟฟ้าเคมี และเคมีอินทรีย์ ซึ่งผู้เขียนได้เรียบเรียงจากประสบการณ์ในการทดลอง เว็บไซต์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์และแหล่งข้อมูลอื่นๆ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผู้เรียนจะได้รับประโยชน์สูงสุด สามารถนำหลักการทางทฤษฎีมาปฏิบัติได้จริงและมีทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

สุนันทา ช้องสาย

เมษายน 2556

สารบัญ

	หน้า
บทปฏิบัติการที่ 1 ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ	1
บทปฏิบัติการที่ 2 เทคนิคในห้องปฏิบัติการเคมี	25
บทปฏิบัติการที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของสารในปฏิกิริยาเคมี	53
บทปฏิบัติการที่ 4 สมบัติบางประการของธาตุเรฟรีเซนเททีฟและธาตุทรานซิชัน	65
บทปฏิบัติการที่ 5 สมบัติของสารประกอบไอออนิกและสารประกอบโคเวเลนต์	77
บทปฏิบัติการที่ 6 การเตรียมสารละลาย	83
บทปฏิบัติการที่ 7 อัตราการเกิดปฏิกิริยา	95
บทปฏิบัติการที่ 8 สมดุลเคมี	111
บทปฏิบัติการที่ 9 ค่า pH ของสารละลาย	123
บทปฏิบัติการที่ 10 ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส	135
บทปฏิบัติการที่ 11 ไฟฟ้าเคมี	141
บทปฏิบัติการที่ 12 สมบัติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน	151

บทปฏิบัติการที่ 1

ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

เคมี เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสมบัติและการเปลี่ยนแปลงของสสาร ในการเรียนการสอน จำเป็นจะต้องมีทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติควบคู่กันไป การเรียนภาคปฏิบัติจำเป็นต้องอาศัยการทดลองในห้องปฏิบัติการโดยมีวัตถุประสงค์ของการทดลองเพื่อให้ได้ผลการทดลองมายืนยันข้อมูลหรือเนื้อหาตามทฤษฎี นอกจากนั้นยังช่วยฝึกนิสัยในการทำงาน เช่น ความระมัดระวัง ความใส่ใจและช่างสังเกต รู้จักการสืบเสาะ วิเคราะห์ มีความรับผิดชอบรู้จักตัดสินใจปัญหาโดยใช้เหตุผลมาประกอบ ด้วยเหตุนี้เองการเรียนภาคปฏิบัติจึงมีส่วนช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการฝึกฝนด้วยตนเองอันเป็นพื้นฐานของการนำไปปฏิบัติในอาชีพการงานของผู้เรียนต่อไป

1. อันตรายจากสารเคมีในรูปแบบต่างๆ

โดยทั่วไปในการทดลองที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี ผู้เรียนต้องมีความรู้ในสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสารเคมีบางอย่างที่เป็นลักษณะเฉพาะ สารเคมีมีอันตรายและทำให้เกิดผลกระทบที่แตกต่างกันได้ตามวิธีการและลักษณะของการสัมผัสสาร ผลกระทบของสารเคมีอาจก่อให้เกิดผลอย่างเฉียบพลันหรือเรื้อรังขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและระยะเวลาของการสัมผัส การตอบสนองต่อสารเคมีที่รับเข้าไปของแต่ละคนมีความแตกต่างกันมาก การที่บุคคลได้รับสารเคมีปริมาณหนึ่งในช่วงระยะเวลาเท่ากันแต่อาจเกิดการตอบสนองที่แตกต่างกันได้ อาจมีทั้งที่ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงเพียงเล็กน้อยหรือในขณะที่บางคนอาจไม่ได้รับผลกระทบใดๆ เลย ความไวในการตอบสนองของแต่ละบุคคลอาจขึ้นอยู่กับอายุ เพศ และสภาวะสุขภาพ เราจำแนกผลกระทบของสารเคมีต่อสุขภาพเป็นกลุ่มๆ คือ

1.1 การระคายเคือง เกิดจากการที่ส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่น ผิวหนัง ตา และทางเดินหายใจ สัมผัสสารเคมี เช่น กรด ด่าง แอมโมเนีย ฟอรั่มัลดีไฮด์ ซัลเฟอร์ออกไซด์ เป็นต้น

1.2 การแพ้สารเคมี เกิดจากการสัมผัสกับสารเคมีที่แม้จะมีความเข้มข้นต่ำและเริ่มแรกอาจยังไม่มีอาการแพ้ แต่เมื่อสัมผัสอย่างสม่ำเสมอถึงแม้ว่าจะมีปริมาณต่ำ ร่างกายก็อาจแพ้สารเคมีได้ เช่น น้ำมัน กรดโครมิก ทำให้เกิดการแพ้ที่ผิวหนัง ส่วนฟอรั่มัลดีไฮด์ทำให้เกิดอาการแพ้ต่อทางเดินหายใจ เป็นต้น

1.3 การหมดสติจากการขาดออกซิเจน เกิดจากการที่สารเคมีบางตัวเมื่อสูดดมหรือสัมผัสกับร่างกายจะออกฤทธิ์ขัดขวางความสามารถของเซลล์ในการรับออกซิเจน ทำให้มีอาการอันตรายถึงตายได้ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรเจนไซยาไนด์ หรือไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นต้น

1.4 การง่วงซึมและหมดสติ เกิดจากการสัมผัสสารเคมีบางชนิด เช่น เอทิลแอลกอฮอล์ โพรพิลแอลกอฮอล์ อะซิโตน อะเซทิลีน ไฮโดรคาร์บอน และเอทิลอีเทอร์ เป็นต้น สารเหล่านี้จะออกฤทธิ์กดระบบประสาทส่วนกลางทำให้เกิดอาการมีเมฆลอยคนมาหล้าและง่วงซึม การได้รับสารที่มีความเข้มข้นสูงจึงอาจทำให้เกิดอาการหมดสติหรืออาจทำให้เสียชีวิตได้

1.5 การเกิดพิษภายในร่างกาย ซึ่งเกิดจากการที่อวัยวะในร่างกายตั้งแต่หนึ่งระบบขึ้นไป มีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสารเคมีแล้วทำให้เกิดพิษ จะไม่เกิดเฉพาะอวัยวะใดอวัยวะหนึ่งของร่างกายเท่านั้น แต่จะส่งผลกระทบต่อการทำงานภายในร่างกายแทบทุกระบบหรืออาจทำให้เกิดโรคได้

2. สัญลักษณ์แสดงความอันตรายของสารเคมี

เครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตราย ปกติเป็นเครื่องหมายสากลที่เข้าใจง่ายอาจใช้สีพื้นหรือข้อความที่แตกต่างกันได้บ้าง มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงอันตรายของสารเคมีหรือแจ้งให้ทราบว่า เป็นพื้นที่อันตราย สารเคมีที่มีคุณสมบัติคล้ายกันถูกจำแนกออกเป็นกลุ่มและมีสัญลักษณ์สากลเฉพาะกลุ่ม ระบบสัญลักษณ์แสดงอันตรายที่รู้จักและนิยมใช้มีหลายระบบ เช่น ระบบ UN , ระบบ NFPA , ระบบ EEC และระบบ GHS เป็นต้น ซึ่งสัญลักษณ์ของทั้ง 4 ระบบ มีดังนี้

2.1 ระบบ UN (United Nations Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods) จำแนกสารที่เป็นอันตรายและเป็นเหตุให้ถึงแก่ความตายได้ หรือก่อให้เกิดความเสียหายออกเป็น 9 ประเภท (UN – Class) ตามลักษณะที่ก่อให้เกิดอันตรายหรือความเสี่ยงในการเกิดอันตราย ดังนี้

2.1.1 ประเภท 1 ระเบิดได้ (Explosives)

สารระเบิดได้ หมายถึงของแข็งหรือของเหลวหรือสารผสมที่สามารถเกิดปฏิกิริยาทางเคมีด้วยตัวเอง ทำให้เกิดก๊าซที่มีความดันและความร้อนอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดการระเบิดสร้างความเสียหายแก่บริเวณโดยรอบได้ ซึ่งรวมถึงสารที่ใช้ทำดอกไม้เพลิงและสิ่งของที่ระเบิดได้ด้วย สารเคมีในกลุ่มนี้มีสัญลักษณ์ดังแสดงในภาพที่ 1.1 สารเคมีประเภทนี้แบ่งเป็น 6 กลุ่มย่อยคือ

- สารหรือสิ่งของที่ก่อให้เกิดอันตรายจากการระเบิดอย่างรุนแรงทันทีทันใดทั้งหมด (Mass Explosive) ตัวอย่างเช่น เชื้อปะทุ ลูกระเบิด เป็นต้น
- สารหรือสิ่งของที่มีอันตรายจากการระเบิดแตกกระจายแต่ไม่ระเบิดทันทีทันใดทั้งหมด ตัวอย่างเช่น กระจุนปืน ทุ่นระเบิด ฉนวนปะทุ เป็นต้น

- สารหรือสิ่งของที่เสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้และอาจมีอันตรายร้ายแรงจากการระเบิด หรือการระเบิดแตกกระจายแต่ไม่ระเบิดทันทีทันใดทั้งหมด ตัวอย่างเช่น กระจกแตก เป็นต้น
- สารหรือสิ่งของที่ไม่แสดงความเป็นอันตรายอย่างเด่นชัด หากเกิดการปะทุหรือปะทุในระหว่างการขนส่ง จะเกิดความเสียหายเฉพาะภาชนะบรรจุ ตัวอย่างเช่น พลุอากาศ เป็นต้น
- สารที่ไม่ไวต่อการระเบิด แต่หากมีการระเบิดจะมีอันตรายจากการระเบิดทั้งหมด
- สิ่งของที่ไม่ไวต่อการระเบิดน้อยมากและไม่ระเบิดทันทีทันใด มีความเสี่ยงต่อการระเบิดอยู่ในวงจำกัดเฉพาะในตัวสิ่งของนั้นๆ ไม่มีโอกาสที่จะเกิดการปะทุหรือแผ่กระจาย



ภาพที่ 1.1 แสดงเครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตรายประเภทระเบิดได้

ที่มา : http://www.shawpat.or.th/news/news_detail.php?news_id=IN000054&

2.1.2 ประเภท 2 ก๊าซ (Gas)

ก๊าซ หมายถึงสารที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีความดันไอมากกว่า 300 กิโลปาสกาล หรือมีสภาพเป็นก๊าซอย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และมีความดัน 101.3 กิโลปาสกาล ได้แก่ ก๊าซอัด ก๊าซพิษ ก๊าซในสภาพของเหลว ก๊าซในสภาพของเหลวอุณหภูมิต่ำ และรวมถึงก๊าซที่ละลายในสารละลายภายใต้ความดัน เมื่อเกิดการรั่วไหลสามารถก่อให้เกิดอันตรายจากการลุกติดไฟและ/หรือเป็นพิษ และแทนที่ออกซิเจนในอากาศ แบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อย ดังนี้

- ก๊าซไวไฟ (Flammable Gases) หมายถึงก๊าซที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และมีความดัน 101.3 กิโลปาสกาล สามารถติดไฟได้เมื่อผสมกับอากาศ 13 เปอร์เซ็นต์ หรือต่ำกว่าโดยปริมาตร หรือมี

ช่วงกว้างที่สามารถติดไฟได้ 12 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป เมื่อผสมกับอากาศโดยไม่คำนึงถึงความเข้มข้นต่ำสุดของการผสม โดยปกติก๊าซไวไฟหนักกว่าอากาศ ตัวอย่างของก๊าซกลุ่มนี้ เช่น อะเซทิลีน ก๊าซหุงต้มหรือก๊าซแอลพีจี เป็นต้น สารเคมีในกลุ่มนี้มีสัญลักษณ์ดังแสดงในภาพที่ 1.2



ภาพที่ 1.2 แสดงเครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตรายประเภทก๊าซ กลุ่มก๊าซไวไฟ

ที่มา : http://www.shawpat.or.th/news/news_detail.php?news_id=IN000054&

- ก๊าซไม่ไวไฟและไม่เป็นพิษ (Non – flammable Non – toxic Gases) หมายถึงก๊าซที่มีความดันไม่น้อยกว่า 280 กิโลปาสคาล ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส หรืออยู่ในสภาพของเหลวอุณหภูมิต่ำ ส่วนใหญ่เป็นก๊าซหนักกว่าอากาศ ไม่ติดไฟ และไม่เป็นพิษหรือแทนที่ออกซิเจนในอากาศ และทำให้เกิดสภาวะขาดแคลนออกซิเจนได้ ตัวอย่างของก๊าซกลุ่มนี้ เช่น ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ อาร์กอน เป็นต้น สารเคมีในกลุ่มนี้มีสัญลักษณ์ดังแสดงในภาพที่ 1.3



ภาพที่ 1.3 แสดงเครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตรายประเภทก๊าซ กลุ่มก๊าซไม่ไวไฟและไม่เป็นพิษ

ที่มา : http://www.shawpat.or.th/news/news_detail.php?news_id=IN000054&

- ก๊าซพิษ (Poison Gases) หมายถึงก๊าซที่มีคุณสมบัติเป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือถึงแก่ชีวิตได้จากการหายใจ โดยส่วนใหญ่เป็นก๊าซที่หนักกว่าอากาศ มีกลิ่นระคายเคือง ตัวอย่างของก๊าซในกลุ่มนี้ เช่น คลอรีน เมทิลโบรไมด์ เป็นต้น สารเคมีในกลุ่มนี้มีสัญลักษณ์ดังแสดงในภาพที่ 1.4



ภาพที่ 1.4 แสดงเครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตรายประเภทก๊าซ กลุ่มก๊าซพิษ
ที่มา : http://www.shawpat.or.th/news/news_detail.php?news_id=IN000054&

2.1.3 ประเภท 3 ของเหลวไวไฟ (Flammable Liquids)

ของเหลวไวไฟ หมายถึงของเหลวหรือของเหลวผสมที่มีจุดวาบไฟ (Flash Point) ไม่เกิน 60.5 องศาเซลเซียส จากการทดสอบด้วยวิธีถ้วยปิด (Closed – cup Test) หรือไม่เกิน 65.6 องศาเซลเซียส จากการทดสอบด้วยวิธีถ้วยเปิด (Opened – cup Test) ไอของเหลวไวไฟพร้อมลุกติดไฟเมื่อมีแหล่งประกายไฟ ตัวอย่างเช่น อะซีโตน น้ำมันเชื้อเพลิง ทินเนอร์ เป็นต้น สารเคมีในกลุ่มนี้มีสัญลักษณ์ดังแสดงในภาพที่ 1.5



ภาพที่ 1.5 แสดงเครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตรายประเภทของเหลวไวไฟ
ที่มา : http://www.shawpat.or.th/news/news_detail.php?news_id=IN000054&

2.1.4 ประเภท 4 ของแข็งไวไฟ (Flammable Solids)

สารที่ลุกไหม้ได้เองและสารที่สัมผัสกับน้ำแล้วให้ก๊าซไวไฟ แบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อย ดังนี้

- ของแข็งไวไฟ (Flammable Solids) หมายถึงของแข็งที่สามารถติดไฟได้ง่ายจากการได้รับความร้อน จากประกายไฟ/เปลวไฟ หรือเกิดการลุกไหม้ได้จากการเสียดสี ตัวอย่างเช่น กำมะถัน ฟอสฟอรัสแดง ในไตรเซลลูโลส เป็นต้น หรือเป็นสารที่มีแนวโน้มที่จะเกิดปฏิกิริยาคายความร้อนที่รุนแรง ตัวอย่างเช่น เกลือไดอะโซเนียม เป็นต้น หรือเป็นสารระเบิดที่ถูกลดความไวต่อการเกิดระเบิด ตัวอย่างเช่น แอมโมเนียมพิเครต(เปียก) ไดไนโตรฟินอล(เปียก) สารเคมีในกลุ่มนี้มีสัญลักษณ์ดังแสดงในภาพที่ 1.6



ภาพที่ 1.6 แสดงเครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตรายประเภทของแข็งไวไฟ กลุ่มของแข็งไวไฟ

ที่มา : http://www.shawpat.or.th/news/news_detail.php?news_id=IN000054&

- สารที่มีความเสี่ยงต่อการลุกไหม้ได้เอง (Substances Liable to Spontaneous Combustion) หมายถึงสารที่มีแนวโน้มจะเกิดความร้อนขึ้นได้เองในสภาวะการขนส่งตามปกติ หรือเกิดความร้อนสูงขึ้นได้เมื่อสัมผัสกับอากาศและมีแนวโน้มจะลุกไหม้ได้ สารเคมีในกลุ่มนี้มีสัญลักษณ์ดังแสดงในภาพที่ 1.7



ภาพที่ 1.7 แสดงเครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตรายประเภทของแข็งไวไฟ
กลุ่มสารที่มีความเสี่ยงต่อการลุกไหม้ได้เอง

ที่มา : http://www.shawpat.or.th/news/news_detail.php?news_id=IN000054&

- สารที่สัมผัสกับน้ำแล้วทำให้เกิดก๊าซไวไฟ (Substances which in Contact with Water Emit Flammable Gases) หมายถึงสารที่ทำให้ปฏิกิริยากับน้ำแล้วมีแนวโน้มที่จะเกิดการติดไฟได้เอง หรือทำให้เกิดก๊าซไวไฟในปริมาณที่เป็นอันตราย สารเคมีในกลุ่มนี้มีสัญลักษณ์ดังแสดงในภาพที่ 1.8



ภาพที่ 1.8 แสดงเครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตรายประเภทของแข็งไวไฟ
กลุ่มสารที่สัมผัสกับน้ำแล้วทำให้เกิดก๊าซไวไฟ

ที่มา : http://www.shawpat.or.th/news/news_detail.php?news_id=IN000054&

2.1.5 ประเภท 5 สารออกซิไดซ์และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์

สารออกซิไดซ์และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์ แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย ดังนี้

- สารออกซิไดซ์ (Oxidizing Substances) หมายถึงของแข็ง ของเหลวที่ตัวของสารเองไม่ติดไฟ แต่ให้ออกซิเจนซึ่งช่วยให้วัตถุอื่นเกิดการลุกไหม้และอาจจะก่อให้เกิดไฟ เมื่อสัมผัสกับสารที่ลุกไหม้และเกิดการระเบิดอย่างรุนแรง ตัวอย่างเช่น แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ โซเดียม

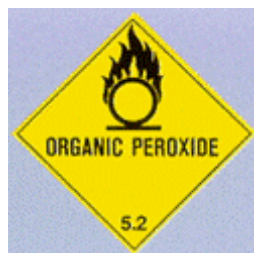
เปอร์ออกไซด์ ไฮเดรียมคลอเรต เป็นต้น สารเคมีในกลุ่มนี้มีสัญลักษณ์
 ดังแสดงในภาพที่ 1.9



ภาพที่ 1.9 แสดงเครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตรายประเภทสารออกซิไดซ์
 และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์ กลุ่มสารออกซิไดส์

ที่มา : http://www.shawpat.or.th/news/news_detail.php?news_id=IN000054&

- สารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์ (Organic Peroxides) หมายถึงของแข็งหรือของเหลวที่มีโครงสร้างออกซิเจนสองอะตอม – O – O – และช่วยในการเผาไหม้ที่ลุกไหม้ หรือทำปฏิกิริยากับสารอื่นแล้วก่อให้เกิดอันตรายได้ หรือเมื่อได้รับความร้อนหรือลุกไหม้แล้วภาชนะบรรจุสารนี้อาจระเบิดได้ ตัวอย่างเช่น อะซีโตนเปอร์ออกไซด์ เป็นต้น สารเคมีในกลุ่มนี้มีสัญลักษณ์ดังแสดงในภาพที่ 1.10



ภาพที่ 1.10 แสดงเครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตรายประเภทสารออกซิไดซ์
 และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์ กลุ่มสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์

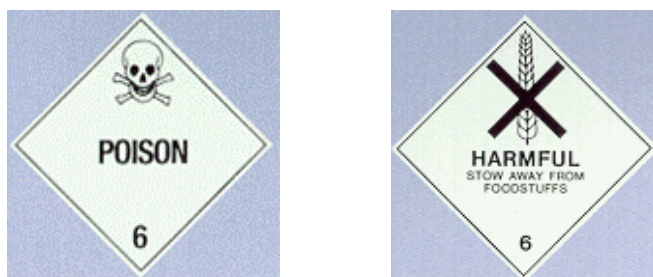
ที่มา : http://www.shawpat.or.th/news/news_detail.php?news_id=IN000054&

2.1.6 ประเภท 6 สารพิษและสารติดเชื้อ

สารพิษและสารติดเชื้อ แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย ดังนี้

- สารพิษ (Toxic Substances) หมายถึงของแข็งหรือของเหลวที่สามารถทำให้เสียชีวิตหรือบาดเจ็บรุนแรงต่อสุขภาพของคนหากกลืน สูดดม

หรือหายใจรับสารนี้เข้าไป หรือเมื่อสารนี้ได้รับความร้อนหรือถูกไฟไหม้ จะปล่อยก๊าซพิษ ตัวอย่างเช่น โซเดียมไซยาไนด์ กลุ่มสารกำจัดแมลง ศัตรูพืชและสัตว์ เป็นต้น สารเคมีในกลุ่มนี้มีสัญลักษณ์ดังแสดงใน ภาพที่ 1.11



ภาพที่ 1.11 แสดงเครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตรายประเภทสารพิษและสารติดเชื้อ กลุ่มสารพิษ

ที่มา : http://www.shawpat.or.th/news/news_detail.php?news_id=IN000054&

- สารติดเชื้อ (Infectious Substances) หมายถึงสารที่มีเชื้อโรคปนเปื้อน หรือสารที่มีตัวอย่างการตรวจสอบของพยาธิ สภาพปนเปื้อนที่เป็น สาเหตุของการเกิดโรคในสัตว์และคน ตัวอย่างเช่น แบคทีเรียเพาะเชื้อ เป็นต้น สารเคมีในกลุ่มนี้มีสัญลักษณ์ดังแสดงในภาพที่ 1.12



ภาพที่ 1.12 แสดงเครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตรายประเภทสารพิษและสารติดเชื้อ กลุ่มสารติดเชื้อ

ที่มา : http://www.shawpat.or.th/news/news_detail.php?news_id=IN000054&

2.1.7 ประเภท 7 วัสดุกัมมันตรังสี

วัสดุกัมมันตรังสี (Radioactive Materials) หมายถึงวัสดุที่สามารถแผ่รังสีที่มองไม่เห็นอย่างต่อเนื่องมากกว่า 0.002 ไมโครคูรีต่อกรัม ตัวอย่างเช่น โมนาไซต์ ยูเรเนียม โคบอลต์-60 เป็นต้น สารเคมีในกลุ่มนี้มีสัญลักษณ์ดังแสดงในภาพที่ 1.13



ภาพที่ 1.13 แสดงเครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตรายประเภทวัสดุกัมมันตรังสี
ที่มา : http://www.shawpat.or.th/news/news_detail.php?news_id=IN000054&

2.1.8 ประเภท 8 สารกัดกร่อน

สารกัดกร่อน (Corrosive Substances) หมายถึงของแข็งหรือของเหลวซึ่งโดยปฏิกิริยาเคมีมีฤทธิ์กัดกร่อนทำความเสียหายต่อเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตอย่างรุนแรงหรือทำลายสินค้า/ยานพาหนะที่ทำการขนส่งเมื่อเกิดการรั่วไหลของสาร ไอระเหยของสารประเภทนี้บางชนิดก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อจมูกและตา ตัวอย่างเช่น กรดเกลือ กรดกำมะถัน โซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นต้น สารเคมีในกลุ่มนี้มีสัญลักษณ์ดังแสดงในภาพที่ 1.14

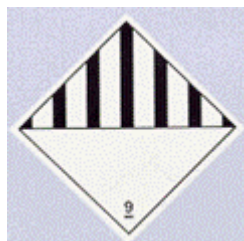


ภาพที่ 1.14 แสดงเครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตรายประเภทสารกัดกร่อน
ที่มา : http://www.shawpat.or.th/news/news_detail.php?news_id=IN000054&

2.1.9 ประเภท 9 วัสดุอันตรายเบ็ดเตล็ด

วัสดุอันตรายเบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Dangerous Substances and Articles) หมายถึงสารหรือสิ่งของที่อยู่ในขณะขนส่งเป็นสารอันตรายซึ่งไม่จัดอยู่ในประเภทที่ 1 ถึงประเภทที่ 8 ตัวอย่างเช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรด เป็นต้น และให้รวมถึงสารที่ต้องควบคุมให้มี

อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส ในสภาพของเหลว หรือมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 240 องศาเซลเซียสในสภาพของแข็งในระหว่างการขนส่ง สารเคมีในกลุ่มนี้มีสัญลักษณ์ดังแสดงในภาพที่ 1.15



ภาพที่ 1.15 แสดงเครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตรายประเภทวัสดุอันตรายเบ็ดเตล็ด
ที่มา : http://www.shawpat.or.th/news/news_detail.php?news_id=IN000054&

ป้ายสัญลักษณ์แสดงอันตรายของสารเคมีที่พบได้บ่อย แสดงดังภาพที่ 1.16



วัตถุระเบิด : ระเบิดได้เมื่อถูกกระแทกเสียดสีหรือความร้อน เช่น ทีเอ็นที ดินปืน พลุไฟ ดอกไม้ไฟ



ก๊าซไวไฟ : ติดไฟง่ายเมื่อถูกประกายไฟ เช่น ก๊าซหุงต้ม ก๊าซไฮโดรเจน ก๊าซมีเทน ก๊าซอะเซทีลีน



ก๊าซไม่ไวไฟ , ไม่เป็นพิษ : อาจเกิดระเบิดได้เมื่อถูกกระแทกอย่างแรง หรือได้รับความร้อนสูงจากภายนอก เช่น ก๊าซออกซิเจน ก๊าซไนโตรเจนเหลว ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



ก๊าซพิษ : อาจตายไปเมื่อสูดดม เช่น ก๊าซคลอรีน
ก๊าซแอมโมเนีย ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์



ของเหลวไวไฟ : ติดไฟง่ายเมื่อถูกประกายไฟ
เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง ทินเนอร์ อะซิโตน ไชลีน



ของแข็งไวไฟ : ติดไฟง่าย เมื่อถูกเสียดสี
หรือความร้อนสูงภายใน 45 นาที เช่น ผง
กำมะถัน ฟอสฟอรัสแดง ไม้ขีดไฟ



วัตถุที่ถูกน้ำแล้วให้ก๊าซไวไฟ :
เช่น แคลเซียมคาร์ไบด์ โซเดียม



วัตถุที่เกิดการลุกไหม้ได้เอง : ติดไฟได้เมื่อ
สัมผัสกับอากาศภายใน 5 นาที เช่น ฟอสฟอรัส
ขาว ฟอสฟอรัสเหลือง โซเดียมซัลไฟด์



วัตถุออกซิไดซ์ : ไม่ติดไฟแต่ช่วยให้สารอื่นเกิด
การลุกไหม้ได้ดีขึ้น เช่น ไฮโดรเจนเปอร์
ออกไซด์ โปแตสเซียมคลอเรต แอมโมเนียม
ไนเตรท



ออร์แกนิกเปอร์ออกไซด์ : อาจเกิดระเบิดได้เมื่อถูกความร้อนไวต่อการกระทบและเสียดสีทำปฏิกิริยารุนแรงกับสารอื่นๆ เช่น อะซิโตนเปอร์ออกไซด์



วัตถุติดเชื้อ : วัตถุที่มีเชื้อโรคปนเปื้อนและทำให้เกิดโรคได้ เช่นของเสียอันตรายจากโรงพยาบาล เข็มฉีดยาที่ใช้แล้ว เชื้อโรคต่างๆ



วัตถุมีพิษ : อาจทำให้เสียชีวิตหรือบาดเจ็บอย่างรุนแรงจากการกิน การสูดดม หรือจากการสัมผัสทางผิวหนัง เช่น อาร์ซีนิก ไซยาไนด์ พรอท สารฆ่าแมลง สารปราบศัตรูพืช โลหะหนักเป็นพิษ



วัตถุก่อให้เกิดการระคายเคือง : อาจก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ทำลายเยื่อบุผิวหนังและเยื่อบุตา เช่น กรดแก่ , ด่างแก่

ภาพที่ 1.16 แสดงเครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตราย

ที่มา : <http://msds.pcd.go.th/cas.asp>

ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยในการเรียนปฏิบัติการทางเคมี ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำดังต่อไปนี้

1. ศึกษาและทำความเข้าใจการทดลองมาก่อนล่วงหน้า เพื่อทราบวัตถุประสงค์และเหตุผลของการทำการทดลองทุกขั้นตอนก่อนเริ่มทำ เพราะจะทำให้รู้ว่าต้องปฏิบัติอย่างไร ควรทำสิ่งใดก่อนและหลัง ควรเพิ่มความระมัดระวังในขั้นตอนใดเป็นพิเศษ ซึ่งเป็นการลดโอกาสการเกิดอันตรายระหว่างการทำการทดลอง นอกจากนี้ยังช่วยให้ทำการทดลองเสร็จในเวลาที่กำหนด

2. ศึกษาแผนผังของห้องปฏิบัติการเพื่อให้รู้ตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์และสิ่งของต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย ได้แก่ สัญญาณเตือนภัย เครื่องดับเพลิง ผ้าห่มคลุมเพลิง ทราบ ฝักบัวฉุกเฉิน อ่างล้างตาฉุกเฉิน และชุดปฐมพยาบาล รวมทั้งต้องรู้วัตถุประสงค์และทำความเข้าใจวิธีการใช้อุปกรณ์เหล่านี้

3. แต่งกายให้เหมาะสม ไม่ควรสวมเสื้อผ้าที่รัดรูปหรือหลวมจนเกินไป ไม่ควรสวมเครื่องประดับหรือผูกเนคไท ให้รวบและผูกผมยาวไว้หลังศีรษะเพื่อป้องกันการเกี่ยวหรือเหนี่ยวรั้งสิ่งของต่างๆ ขณะทำการทดลอง ซึ่งจะทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ อีกทั้งควรสวมกางเกงขายาวแต่ถ้าเป็นกระโปรงจะต้องมีความยาวคลุมเข่า

4. ให้นำเอาเฉพาะสิ่งของจำเป็นเข้ามาในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ หนังสือ สมุดจดบันทึก หรือสมุดเขียนรายงาน และเครื่องเขียน เป็นต้น ส่วนกระเป๋าและสิ่งของอื่นๆ ควรเก็บไว้ในลิ้นชักเกอร์หรือบริเวณที่จัดไว้ให้สำหรับวางของหน้าห้องปฏิบัติการ

5. เมื่อเข้ามาในห้องปฏิบัติการต้องสำรวจ อย่าจับอุปกรณ์ เครื่องมือและสารเคมีใดๆ จนกระทั่งเริ่มทำการทดลอง

6. อย่าหยอกล้อหรือวิ่งเล่นในห้องปฏิบัติการ เพราะอาจเกี่ยวหรือแหว่งถูกภาชนะที่บรรจุสารเคมีตกแตก หรืออาจวิ่งชนผู้อื่นที่กำลังถือภาชนะบรรจุสารเคมี ทำให้หกรดตนเองหรือผู้อื่น หรือทำให้เกิดอุบัติเหตุอื่นๆ ได้

7. อย่ารับประทานอาหารและของคบเคี้ยวต่างๆ หรือดื่มเครื่องดื่มในห้องปฏิบัติการ และห้ามใช้อุปกรณ์หรือเครื่องแก้วใดๆ ใส่อาหารและเครื่องดื่ม เพราะอาจมีสารเคมีปนเปื้อนอยู่ซึ่งทำให้สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้

8. อย่าสูดดมและสัมผัสสารเคมีโดยตรง หากบังเอิญมีการสูดดมเข้าไปให้รีบออกจากห้องปฏิบัติการ เพื่อหายใจเอาอากาศบริสุทธิ์เข้าสู่ร่างกายโดยเร็ว

9. ห้ามทำการทดลองใดๆ นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ และให้ทำตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในแต่ละการทดลองเท่านั้นเพื่อป้องกันการเกิดอันตรายหรืออุบัติเหตุจากปฏิกิริยารุนแรงที่คาดไม่ถึง

10. ห้ามทำการทดลองโดยลำพังในห้องปฏิบัติการ เพราะหากเกิดอุบัติเหตุอาจอยู่ในสภาพที่ช่วยเหลือตนเองไม่ได้ ถ้ามีความจำเป็นต้องทำการทดลองนอกเวลาที่กำหนดให้ขออนุญาตอาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการเพื่อพิจารณาว่าสมควรทำหรือไม่ หากทำได้จะได้รับการแนะนำว่าต้องทำด้วยวิธีอย่างไรจึงจะปลอดภัยมากที่สุด

11. ควรล้างมือทุกครั้งหลังจากทำการทดลองแต่ละขั้นตอนเสร็จ และต้องล้างด้วยสบู่ให้สะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสารเคมี ถึงแม้ว่าจะสวมถุงมือขณะทำการทดลองตลอดเวลา เมื่อถอดถุงมือออกแล้ว ควรล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

12. ต้องสวมแว่นตานิรภัยตลอดเวลาที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ เพื่อป้องกันสารเคมีหรือเศษแก้วแตกหรือสิ่งอื่นใดกระเด็นเข้าตา และไม่ควรวางคอนแทกเลนส์ขณะทำงานอยู่ในห้องปฏิบัติการ เพราะเมื่อไอหรือสารเคมีเข้าตาจะถูกดูดเข้าไปได้เลนส์ หากถอดคอนแทกเลนส์ออกและทำความสะอาดไม่ทันเวลา จะทำให้เกิดอันตรายต่อตาได้ ถ้าสารเคมีเข้าตาให้ล้างตาที่อ่างล้างตาฉุกเฉินทันทีเป็นเวลานานอย่างน้อย 15 นาที โดยต้องเปิดตาให้กว้างและพลิกเปลือกตาด้านในออกขณะล้างตา ปกติแล้วต้องรีบล้างตาภายใน 15 วินาที หลังจากสารเคมีกระเด็นเข้าตา หากทำช้ากว่านี้อาจทำให้สูญเสียตาได้

13. ต้องสวมเสื้อกาวน์ตลอดเวลาที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ เพื่อป้องกันสารเคมีที่หกหรือกระเด็นไม่ให้สัมผัสกับร่างกายโดยตรง เมื่อสารเคมีสัมผัสกับผิวหนังหรือหกรมมือหรือแขนเพียงเล็กน้อย ให้ล้างด้วยน้ำปริมาณมากอย่างรวดเร็ว อาจใช้น้ำจากก๊อกน้ำโดยปล่อยให้ น้ำไหลชะล้างเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 15 นาที แต่ถ้าถูกขาหรือร่างกายเป็นบริเวณกว้าง ให้ถอดเสื้อผ้าที่เปื้อนสารเคมีออกอย่างรวดเร็วและซับหรือเช็ดสารเคมีตามร่างกายออกให้มากที่สุด แล้วจึงล้างด้วยน้ำจากฝักบัวฉุกเฉินเพื่อชะล้างสารเคมีออกอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นต้องรายงานการบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุให้อาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการหรือหัวหน้าห้องปฏิบัติการทราบทันที เพื่อจะได้ดำเนินการรักษาตามวิธีที่เหมาะสมต่อไป

14. ควรสวมถุงมือยางเมื่อต้องทำงานกับสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน เป็นพิษ หรือระคายเคืองเป็นเวลานาน และล้างมือให้สะอาดทุกครั้งเมื่อทำการทดลองเสร็จ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อทำงานกับกรดและเบสแก่ อย่าให้สารเคมีถูกผิวหนังเพราะจะทำให้ผิวหนังไหม้เกรียมได้ง่าย ถ้าเป็นสารเคมีที่มีความเป็นพิษสูงต้องทำการทดลองในตู้ดูดควัน เพราะตู้ดูดควันจะดูดไอของสารและปล่อยออกนอกอาคารตลอดเวลา ถ้าไม่มีตู้ดูดควันให้ทำในบริเวณที่มีการถ่ายเทอากาศที่ดีเพื่อหลีกเลี่ยงการสะสมของไอของสารเคมีจนถึงขีดอันตราย

15. ต้องตรวจสอบสภาพของเครื่องแก้วทุกชิ้นก่อนนำไปใช้งานทุกครั้ง โดยตรวจสอบให้ทั่วเพื่อหารอยร้าว รอยบิ่น รอยแตก หรือลักษณะผิดปกติอื่นๆ ซึ่งมักเป็นสาเหตุทำให้เครื่องแก้วแตกระหว่างทำการทดลอง ถ้าตรวจพบลักษณะผิดปกติของเครื่องแก้วให้เปลี่ยนทันที ไม่ควรนำไปใช้สำหรับเทอร์โมมิเตอร์ปรอทที่แตกจะต้องระวังเป็นพิเศษ เพราะปรอทมีความเป็นพิษและระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิห้อง ต้องรายงานให้ผู้ควบคุมปฏิบัติการหรือหัวหน้าห้องปฏิบัติการ ทราบเพื่อกำจัดโดยทันที

16. อ่านชื่อของสารเคมีที่ฉลากบนขวดให้แน่ใจว่าหยิบถูกต้องแล้ว ก่อนใช้สารเคมีและก่อนผสมสารเคมีใดๆ ต้องตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งให้แน่ใจว่าหยิบสารเคมีมาถูกต้อง ห้ามใช้สารเคมีที่อยู่ในขวดหรือภาชนะอื่นที่ไม่มีฉลากบอกชื่อสารเคมี ให้ถ่ายเทสารเคมีมาใช้เพียงเล็กน้อยใน

ปริมาณเท่าที่ต้องการ ส่วนเกินที่เหลือต้องกำจัดทิ้งตามคำแนะนำของผู้ควบคุมปฏิบัติการ ห้ามเทกลับคืนลงขวดบรรจุสารเพื่อป้องกันไม่ให้มีสิ่งปนเปื้อนในขวดบรรจุสาร ทุกครั้งที่ใช้รีเอเจนต์เสร็จแล้วต้องเช็ดรอบขวดภายนอกและปิดจุกหรือฝาให้เรียบร้อย

17. ถ้าทำสารเคมีหกและเอะอะบนโต๊ะปฏิบัติการ จะต้องทำความสะอาดด้วยวิธีการที่ถูกต้องทันที

18. เมื่อจะใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า ควรตรวจสอบก่อนว่าสายไฟที่ต่อกับเครื่องมือไม่ชำรุด

19. ในห้องปฏิบัติการต้องมีเครื่องดับเพลิงประจำห้อง ที่นิยมใช้ได้แก่ประเภทคาร์บอนไดออกไซด์เหลว หรือผงเคมี เช่น โซเดียมไบคาร์บอเนต และแอมโมเนียมฟอสเฟต ผู้ปฏิบัติงานควรทราบตำแหน่งที่ตั้งและวิธีใช้เครื่องดับเพลิง ในกรณีที่เกิดเพลิงลุกไหม้ในภาชนะให้ปิดหรือคลุมภาชนะนั้นทันทีด้วยภาชนะหรืออุปกรณ์อื่นใดที่อยู่ใกล้ หรือใช้ผ้าชุบน้ำปิดคลุมไฟทันทีเพื่อป้องกันไม่ให้ไฟลุกลาม หากไฟลุกติดเสื้อผ้า ห้ามวิ่ง เพราะจะทำให้ไฟลุกลามขึ้น ให้นอนกลิ้งบนพื้นและคลุมด้วยผ้าห่มคลุมเพลิงหรือผ้าชุบน้ำ

20. ทำงานในห้องปฏิบัติการด้วยความระมัดระวังอยู่เสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้องใช้ตัวทำละลายและสารเคมีอินทรีย์ที่เป็นสารไวไฟและมีจุดวาบไฟต่ำ เช่น ไดเอทิลอีเทอร์ เพราะไอจะกระจายทั่วห้องได้อย่างรวดเร็วจึงมีโอกาสเกิดไฟไหม้ได้ง่าย ไม่ควรนำตัวทำละลายที่ระเหยง่ายมาทำให้ร้อนโดยตั้งบนเตาไฟฟ้า (hot plate) โดยตรง เพราะถ้าตัวทำละลายหกหรือเดือดล้นออกมาจากภาชนะจะเกิดการลุกไหม้ได้ทันที

21. สารเคมีที่ใช้ในการทดลองต้องบริสุทธิ์และสะอาด ในการใช้งานจึงต้องใช้ภาชนะถ่ายออกมาจากขวดใส่สาร และถ่ายมาในปริมาณที่ใช้เท่านั้นและถ้าเหลือจากการใช้ไม่ควรรินถ่ายใส่ขวดเดิมเพราะอาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนได้ (contaminate) อีกทั้งสารเคมีมีราคาค่อนข้างแพง ดังนั้นในการทดลองจึงควรใช้ตามปริมาณที่กำหนดให้ ทั้งนี้เพราะนอกจากเป็นการลดค่าใช้จ่ายแล้วยังช่วยลดปริมาณการทิ้งสารเคมีที่ปะปนลงไปในน้ำทิ้งซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม และเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการบำบัดต่อไปอีก

22. ต้องล้างเครื่องแก้วให้สะอาด เพราะนอกจากเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับการทดลองครั้งต่อไปแล้ว ยังลดโอกาสการเกิดอันตรายจากปฏิกิริยารุนแรงที่อาจเกิดจากสารเคมีที่หลงเหลืออยู่ในเครื่องแก้วเหล่านั้น และควรเก็บเครื่องแก้วที่ล้างสะอาดแล้วและอุปกรณ์ต่างๆ ให้เรียบร้อย

23. ต้องเช็ดโต๊ะปฏิบัติการให้สะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการทุกครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีสารเคมีใดตกค้างอยู่ อันอาจเป็นอันตรายต่อผู้อื่นที่จะมาทำการทดลองต่อไป

24. ตรวจสอบว่าได้ถอดปลั๊กไฟ ปิดวาล์วน้ำและเก็บอุปกรณ์เครื่องมือทั้งหมดเข้าที่เรียบร้อยแล้ว

3. อุปกรณ์จำเป็นเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

3.1 ระบบระบายอากาศ (ventilation)

ห้องปฏิบัติการที่มีการใช้สารเคมีควรมีการระบายอากาศที่ดี การระบายอากาศในห้องปฏิบัติการโดยทั่วไปไม่ควรน้อยกว่า 6 เท่าของขนาดห้องต่อชั่วโมง

3.2 ตู้ดูดควัน (fume hood)

การปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีอันตรายต้องทำในตู้ดูดควันเท่านั้น การใช้ตู้ดูดควันควรมีข้อพึงปฏิบัติดังนี้

1. ระหว่างปฏิบัติงาน ฝาตู้ดูดควัน (Sash) ต้องเปิดไม่เกิน 18 นิ้ว
2. อุปกรณ์ สารเคมีที่ใช้ปฏิบัติงานในตู้ดูดควันควรอยู่ห่างจากขอบฝาตู้เข้าไปด้านในอย่างน้อย 6 นิ้ว
3. ควรเปิดพัดลมของตู้ดูดควันให้ทำงานตลอดเวลาที่มีสารเคมีอยู่ภายในตู้ดูดควัน
4. ไม่ควรใช้ตู้ดูดควันเป็นที่เก็บสารเคมี

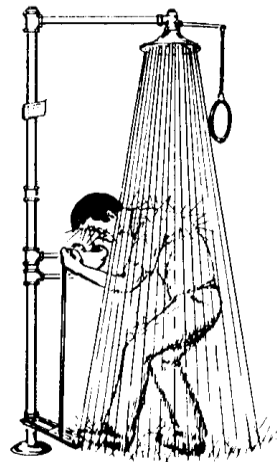


ภาพที่ 1.17 แสดงตู้ดูดควัน

ที่มา : <http://tri-solution.nanasupplier.com>

3.3 อ่างล้างตาและที่ล้างตัวฉุกเฉิน (emergency eyewash fountain and safety shower)

อ่างล้างตาและที่ล้างตัวฉุกเฉินเป็นอุปกรณ์จำเป็นสำหรับทุกห้องปฏิบัติการ ใช้ในกรณีเกิดอุบัติเหตุสารเคมีอันตรายหกกรดตัวหรือกระเด็นเข้าตาซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายถึงขั้นเสียชีวิตหรือทุพพลภาพต่อผู้ปฏิบัติงานได้ สถานที่ติดตั้งอ่างล้างตาและที่ล้างตัวควรอยู่ในระยะทางไม่เกิน 10 วินาที จากจุดปฏิบัติงาน และควรใช้ระยะเวลาการล้างตาหรือล้างตัวไม่ต่ำกว่า 15 นาที เพื่อให้แน่ใจว่าสารเคมีได้ถูกชะล้างจนหมด



ภาพที่ 1.18 แสดงอ่างล้างตาและที่ล้างตัวฉุกเฉิน

ที่มา : <http://www.maxel.co.th/emergencyunicare.php>

http://เซฟตี้.blogspot.com/2011/12/blog-post_68.html

3.4 อ่างล้างอุปกรณ์ (laboratory sink)

ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการต้องล้างมือด้วยสบู่และน้ำสะอาดทุกครั้งภายหลังจากการถอดถุงมือและเมื่อเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานรวมทั้งเมื่อผิวหนังสัมผัสกับสารเคมี อ่างล้างมือยังใช้ในการล้างอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการที่เปื้อนสารเคมีอีกด้วย

4. อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลในห้องปฏิบัติการ (personal protective equipment) หรือ PPE

อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลในห้องปฏิบัติการประกอบไปด้วยอุปกรณ์เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดกับตา (eye protection) เครื่องป้องกันหน้า เสื้อ รองเท้า ถุงมือ และหน้ากากกันสารพิษ เป็นต้น การใช้อุปกรณ์เหล่านี้ควรใช้ควบคู่ไปกับการจัดการและมาตรการด้านความปลอดภัยอื่นๆ ในห้องปฏิบัติการเนื่องจากไม่มีอุปกรณ์ใดที่สามารถป้องกันอันตรายได้ 100 %

4.1 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่อาจเกิดกับตา (eye protection)

อุปกรณ์เหล่านี้ประกอบไปด้วยแว่นตาประเภทต่างๆ (glasses , goggles , shield) ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการใช้เพื่อป้องกันอันตรายในระดับที่แตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตามควรมีการทำความสะอาดและตรวจสอบอุปกรณ์เหล่านี้อย่างสม่ำเสมอ บางห้องปฏิบัติการกำหนดให้ผู้ปฏิบัติงานต้องใส่แว่นตาตลอดเวลาขณะทำงานหากมีการทดสอบเคมีต้องเปลี่ยนมาใช้ goggles

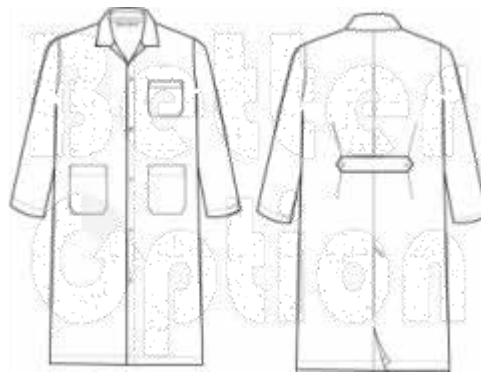


ภาพที่ 1.19 แสดงอุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่อาจเกิดกับตาแบบต่างๆ

ที่มา : <http://www.tattoodonkey.com/lab-safety-tattoos/>

4.2 เสื้อกาวน์ (laboratory coat)

เสื้อกาวน์ ใช้สวมทับชุดปกติระหว่างปฏิบัติงานเพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากฝุ่นผง ตลอดจนการหกกระเซ็นของสารเคมี เสื้อกาวน์ควรใช้เนื้อผ้าที่เป็นผ้าฝ้ายหรือทำจากใยสังเคราะห์ประเภท tyvek หรือ nomex ไม่ควรใช้วัสดุประเภท rayon หรือ polyester เนื่องจากเป็นวัสดุที่ติดไฟง่ายซึ่งจะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้สวมใส่ ควรได้มีการทำความสะอาดเสื้อกาวน์อย่างสม่ำเสมอ และควรถอดเสื้อกาวน์ออกทุกครั้งเมื่อออกจากห้องปฏิบัติการเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของสารเคมี



ภาพที่ 1.20 แสดงตัวอย่างเสื้อกาวน์
ที่มา : <http://www.better-option.com>

4.3 รองเท้า

ควรสวมรองเท้าตลอดเวลาที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ รองเท้าที่ใช้สวมใส่ในห้องปฏิบัติการควรเป็นรองเท้าที่ปกปิดนิ้วเท้า ด้านบนของรองเท้าควรทำจากหนังสัตว์หรือวัสดุประเภท polymer เพื่อป้องกันเท้ากรณีเกิดการหกกระเซ็นของสารเคมี ทั้งนี้ไม่ควรใส่รองเท้าแตะ รองเท้าผ้าหรือรองเท้าส้นสูง

4.4 ถุงมือ

ถุงมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการแบ่งได้เป็นหลายประเภท การจะเลือกใช้ถุงมือประเภทใดขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของสารเคมีที่จะต้องปฏิบัติงาน หลีกเลี่ยงการใช้ถุงมือกันความร้อนหรือความเย็นที่ทำจากวัสดุ asbestos เนื่องจากเป็นวัสดุที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง ถุงมือที่ใช้กันสารเคมีควรทำจากยางธรรมชาติหรือวัสดุประเภท neoprene , polyvinyl chloride , nitrile butyl ถุงมือที่ใช้กับงานทางชีววิทยามักทำจาก vinyl หรือ latex อย่างไรก็ตามหลักในทางปฏิบัติที่สำคัญก่อนใช้ถุงมือทุกครั้งควรตรวจสอบสภาพของถุงมือก่อนใช้ นอกจากนี้เมื่อเลิกใช้ก่อนที่จะถอดถุงมือออกควรล้างมือก่อน ถอดถุงมือทุกครั้งเมื่อออกจากห้องปฏิบัติการและไม่ควรไปจับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ลูกบิดประตู โทรศัพท์ ปากกา ขณะที่ยังสวมใส่ถุงมือทั้งนี้เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสารเคมีไปยังอุปกรณ์เหล่านั้น

4.5 อุปกรณ์ช่วยหายใจและหน้ากากป้องกันไอระเหย (respirator and face mask)

อุปกรณ์ช่วยหายใจและหน้ากากป้องกันไอระเหยเป็นอุปกรณ์ใช้เมื่อต้องปฏิบัติงานกับสารเคมีที่มีไอเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ เช่น สารละลายแอมโมเนีย สารละลายฟอร์มัลดีไฮด์ เป็นต้น



ภาพที่ 1.21 แสดงหน้ากากป้องกันไอระเหยแบบต่างๆ

ที่มา : <http://hbwanli.en.made-in-china.com>

<http://www.killgerm.com>

<http://www.ebay.com>

5. อันตรายในห้องปฏิบัติการ

5.1 ไฟไหม้

ไฟไหม้เป็นอุบัติเหตุที่มักเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเสมอเมื่อมีการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ วิธีป้องกันที่ดีที่สุดคือไม่ใช้หรือไม่ปล่อยให้มันเปลวไฟในห้องปฏิบัติการ หากในการทดลองมีการต้มตัวทำละลายอินทรีย์ต้องทำในอ่างน้ำร้อนเท่านั้น ห้ามทำให้ร้อนบน hot plate โดยตรง และไม่ควรเก็บตัวทำละลายอินทรีย์ที่ระเหยง่ายไว้ในบีกเกอร์โดยไม่มีฝาปิด เพราะไอของตัวทำละลายจะแผ่ปกคลุมไปตามโต๊ะปฏิบัติการ เมื่อคิดไฟแล้วจะลุกลามมากับบีกเกอร์ต้นเหตุทำให้เกิดไฟไหม้รุนแรงได้

5.2 การระเบิด

การระเบิดมักเกิดจากการต้มสารเคมีหรือทำปฏิกิริยาใดๆ ในภาชนะที่เป็นระบบปิดมิดชิด ก่อนเริ่มก่อกวนหรือเริ่มทำปฏิกิริยาต้องตรวจสอบให้แน่ใจก่อนว่ามีช่องทางระบายไอออกจากระบบแล้ว อีกกรณีหนึ่งคือการทำปฏิกิริยาระหว่างสารเคมีที่ห้ามผสมกันซึ่งมักเกิดขึ้นเพราะไม่รู้มาก่อน อันตรายของการระเบิดจะเนื่องมาจากเศษแก้วแตกที่แตกและสารเคมีกระเด็นถูกร่างกาย ซึ่งอาจทั้งร้อนและกัดกร่อนหรือเป็นพิษ

5.3 ผิวหนังไหม้เกรียม

อุบัติเหตุเล็กๆ ที่เกิดขึ้นบ่อยมากคือผิวหนังไหม้เกรียม สาเหตุอาจเกิดจากสารเคมีหกรดตามร่างกายและการทำงานที่เกี่ยวกับความร้อน เนื่องจากสารเคมีหลายประเภท เช่น กรดและเบสเป็นต้น มีสมบัติกัดกร่อนต่อผิวหนังจึงควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสโดยตรง ถ้าหกเลอะบนพื้นโต๊ะ

ปฏิบัติการหรือที่ใดก็ตามจะต้องทำความสะอาดทันทีด้วยความระมัดระวังเพื่อป้องกันไม่ให้เป็นอันตรายต่อผู้อื่น เมื่อสัมผัสกับสารเคมีแม้เพียงเล็กน้อยให้รีบล้างด้วยน้ำสะอาดอย่างน้อย 15 นาที แต่ถ้ากรดตัวเป็นบริเวณกว้าง ให้ถอดเสื้อผ้าที่เปื้อนออกและเช็ดหรือซับสารเคมีออกจากตัวอย่างรวดเร็วแล้วจึงชำระล้างโดยใช้ที่ล้างตัวฉุกเฉินนานอย่างน้อย 15 นาที ในกรณีที่ต้องทำงานกับความร้อนต้องใช้ถุงมือกันความร้อนหรืออุปกรณ์สำหรับหีบหรือจับของร้อน

5.4 แก้วบาด

อุบัติเหตุแก้วบาดที่เกิดบ่อยที่สุดคือระหว่างการใช้งานเครื่องแก้วและเทอร์โมมิเตอร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเวลาสวมต่อเครื่องแก้วกับเครื่องแก้วอีกชิ้นหนึ่งหรือสายยาง วิธีปฏิบัติที่ถูกต้องคือต้องหล่อลื่นเครื่องแก้วโดยใช้น้ำหรือกริสทาบางๆที่ข้อต่อของเครื่องแก้วหรือบริเวณที่จะสวมต่อกันให้ทั่ว จากนั้นจับอุปกรณ์ตรงตำแหน่งห่างจากปลายที่ต้องการสวมต่อกันประมาณ 1 นิ้ว แล้วสวมหรือสอดเข้าหากันโดยออกแรงดันเพียงเล็กน้อยพร้อมกับหมุนอุปกรณ์ช้าๆ เลื่อนตำแหน่งที่จับแล้วทำซ้ำจนได้ระยะที่ต้องการ เมื่อทำงานเสร็จแล้วให้ถอดออกโดยค่อยๆ ขยับพร้อมกับหมุนช้าๆ และออกแรงดึงเพียงเล็กน้อย หากปฏิบัติไม่ถูกต้องอาจเกิดอันตรายรุนแรงเนื่องจากการทิ่มแทงของเครื่องแก้วแตกซึ่งอาจทำให้เส้นประสาทและเส้นเอ็นขาดได้

5.5 การสูดดมไอระเหยของสารเคมี

สารเคมีทุกชนิดมีความดันไอค่าหนึ่ง ในห้องปฏิบัติการจึงมีกลิ่นไอระเหยของสารเคมีปะปนอยู่มากมาย ถ้าเก็บสารเคมีไว้ปริมาณมากจะมีไอระเหยของสารเคมีในบรรยากาศมาก เมื่อสูดดมไอของสารเคมีบางชนิดจะทำให้จามูก คอ และปอดระคายเคือง ความเป็นอันตรายขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณที่ได้รับเข้าสู่ร่างกายจึงต้องหลีกเลี่ยงการสูดดมไอของสารเคมีโดยตรง ถ้าจำเป็นต้องทดสอบด้วยการสูดดมให้ถือภาชนะบรรจุสารเคมีห่างจากตัวประมาณ 6 นิ้ว แล้วใช้มือโบกพัดไอเข้าหาจามูก ถ้าต้องการระเหยตัวทำลายออกต้องทำในตู้ดูดควันหรือทำโดยการกลั่นห้ามระเหยแห้งโดยการต้มในภาชนะเปิดที่โต๊ะปฏิบัติการ

5.6 สารเคมีเข้าปาก

สารเคมีเข้าปากมักเกิดขึ้นโดยบังเอิญ ที่พบเห็นบ่อยมี 3 แบบ คือ การดูดสารเคมีเข้าปิบเปิดด้วยปาก ไม่ล้างมือเมื่อเปื้อนสารเคมี และการแอบกินลูกอมหรือขนมขบเคี้ยวในห้องปฏิบัติการ การป้องกันไม่ให้สารเคมีเข้าปากทำได้ง่ายๆ โดยใช้ลูกยางหรืออุปกรณ์ดูดสารเคมีเข้าปิบเปิด ห้ามดูดด้วยปากโดยเด็ดขาด การล้างมือทุกครั้งเมื่อเปื้อนสารเคมีจะช่วยลดโอกาสการปนเปื้อนของสารเคมีบนใบหน้าอันเนื่องจากการเปลือเอามือป้ายหน้าหรือการปนเปื้อนของสารเคมีบนสิ่งของต่างๆ ที่หีบหรือจับต้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องล้างมือให้สะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการและก่อนรับประทานอาหาร นอกจากนี้แล้วยังมีข้อห้ามอื่นๆ ได้แก่ ห้ามนำเกลือ น้ำตาล แอลกอฮอล์

ในห้องปฏิบัติการไปผสมหรือปรุงอาหาร ห้ามใช้เครื่องแก้วใดๆ ใส่อาหารหรือเครื่องดื่มน้ำ ห้ามแช่อาหารหรือเครื่องดื่มน้ำในตู้เย็นที่เก็บสารเคมีหรือตู้แช่แข็ง และห้ามรับประทานน้ำแข็งจากตู้แช่แข็งในห้องปฏิบัติการ

บทปฏิบัติการที่ 2

เทคนิคในห้องปฏิบัติการเคมี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษารู้จักอุปกรณ์พื้นฐานจำเป็นที่มีในห้องปฏิบัติการเคมี
2. เพื่อฝึกทักษะในการใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการและสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องวิธี
3. สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องตามลักษณะและวัตถุประสงค์ของงาน

หลักการ

ในการทดลองทางเคมีผู้ทำการทดลองจำเป็นต้องรู้วิธีหรือเทคนิคต่างๆ ในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ เพื่อให้การทดลองเป็นไปด้วยความเรียบร้อย รวดเร็ว ไม่เกิดความเสียหาย สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ได้เหมาะสมกับลักษณะของงานที่ต้องการและถูกต้องวิธี ในบทปฏิบัติการนี้จะแนะนำให้รู้จักอุปกรณ์พื้นฐานจำเป็นพร้อมทั้งวิธีการใช้งาน เทคนิคการปฏิบัติเพื่อให้นักศึกษาได้รู้จักและเข้าใจก่อนทำการทดลองต่อไป

อุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ในการทดลองทางเคมีมีหลายประเภททั้งอุปกรณ์เครื่องแก้ว เช่น บีกเกอร์ ขวดรูปชมพู่ แ่งแก้วคน หลอดหยด กระจกตวง หลอดทดลอง ฯลฯ



Beaker



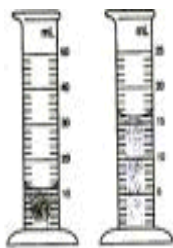
Erlenmeyer Flask



Test Tubes



Funnel



Graduated Cylinder



Watch Glass



Dropper



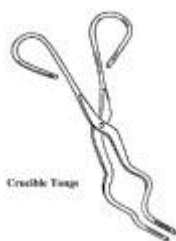
Evaporating Dish



Crucible and Cover



Test - Tube Holder



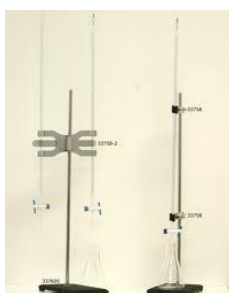
Crucible Tongs



Plastic Wash Bottle



Burette



Burette Clamp



Test - Tube Brush



Pipestem Triangle



Forceps



Mortar and Pestle



Stirring Rod



Spatula



Test - Tube Rack



Volumetric Flask



Pipette



Balance

ภาพที่ 2.1 อุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ในการทดลองทางเคมี
ที่มา : <http://images.google.co.th/>

เครื่องแก้ววัดปริมาตร

เครื่องแก้ววัดปริมาตรเป็นอุปกรณ์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการมีหลายประเภทขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่น ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask) เหมาะสำหรับเตรียมสารละลายที่ต้องการความเข้มข้นที่แน่นอน หรือถ่ายของเหลวที่ต้องการปริมาตรที่แน่นอนจากภาชนะหนึ่งไปยังอีกภาชนะหนึ่ง กระบอกตวง (Cylinder) เหมาะสำหรับวัดปริมาตรของของเหลวหรือใช้ในการถ่ายของเหลวจากภาชนะหนึ่งไปยังอีกภาชนะหนึ่งในกรณีที่ไม่ต้องการความแม่นยำสูง ปิเปต (Pipette) เหมาะสำหรับตวงหรือถ่ายปริมาตรตามความต้องการ บิวเรต (Burette) เหมาะสำหรับการไทเทรต สามารถแบ่งประเภทของเครื่องแก้วโดยทั่วไปได้ดังนี้

1. แบ่งตามวิธีการใช้

- เครื่องแก้วชนิดบรรจุ (To contain) ตั้งอยู่บนภาชนะเครื่องแก้วจะปรากฏสัญลักษณ์ตัวย่อคือ TC หรือ C หรือ In เครื่องแก้วชนิดนี้ได้รับการกำหนดปริมาตรเพื่อให้บรรจุปริมาตรตามที่ระบุบนเครื่องแก้วที่อุณหภูมิอ้างอิง โดยทั่วไปเป็นอุณหภูมิ 20 °C เครื่องแก้วชนิดนี้ใช้ในการบรรจุของเหลวที่ต้องการปริมาตรที่ถูกต้อง เช่น การเตรียมสารละลาย การเจือจางสารละลาย และการวัดปริมาตร ของเหลวที่บรรจุในเครื่องแก้ว ห้ามนำมาใช้ในการตวงหรือการถ่ายของเหลว เพราะจะทำให้ปริมาตรที่ถ่ายออกมาไม่ครบตามที่ระบุเนื่องจากยังมีสารบางส่วนติดอยู่ภายในภาชนะไม่ว่าจะถ่ายออกโดยวิธีใด เครื่องแก้วประเภทนี้ได้แก่ ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask) ไมโครปิเปต เป็นต้น

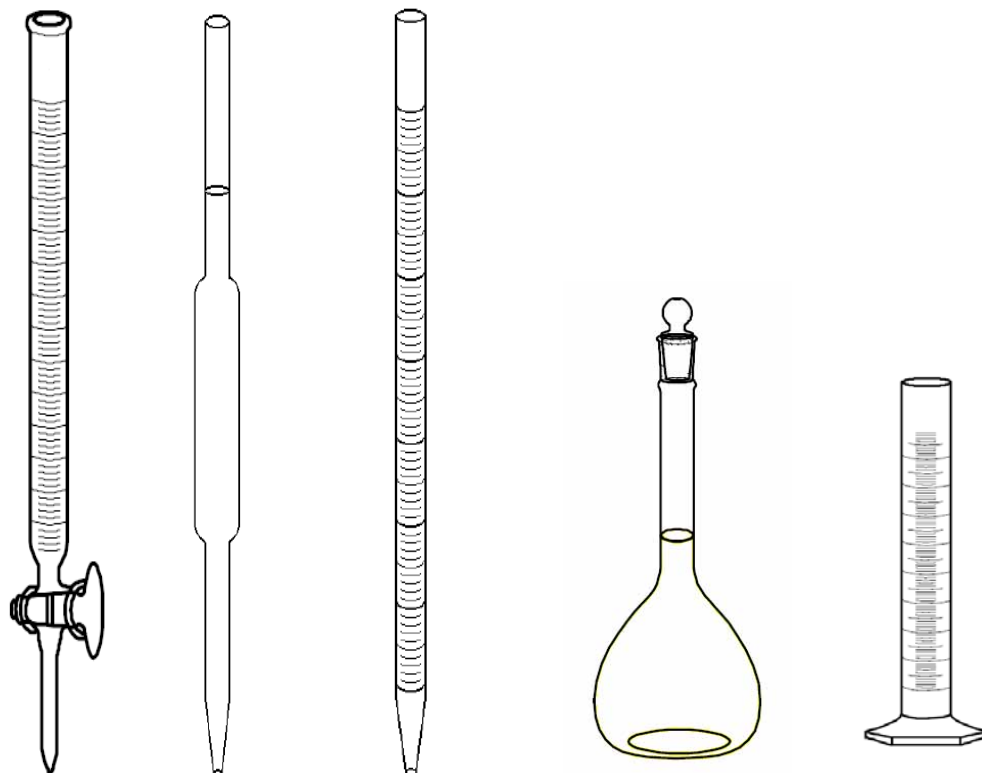
- เครื่องแก้วชนิดถ่ายออก (To deliver) ตั้งอยู่บนภาชนะเครื่องแก้วจะปรากฏสัญลักษณ์ตัวย่อคือ TD หรือ D หรือ Ex เครื่องแก้วชนิดนี้ใช้สำหรับการตวงหรือการถ่ายของเหลว เครื่องแก้วประเภทนี้ได้แก่ บิวเรต (Burette) ปิเปตทั้งชนิด Volumetric pipette และ Graduated pipette

2. แบ่งตามค่าความคลาดเคลื่อนหรือชั้นคุณภาพ (Class of accuracy)

1. ชั้นคุณภาพ A (Class A) เป็นเครื่องแก้ววัดปริมาตรที่มีความแม่นยำสูง มีการกำหนดปริมาตรที่ได้มาตรฐาน มีค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ต่ำ ใช้ในการวิเคราะห์ทดสอบที่ต้องการความละเอียดแม่นยำสูง เครื่องแก้วชนิดนี้จะใช้สำหรับการเตรียมสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ (Primary Standard) หรือสารละลายมาตรฐานที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องมือและจะต้องผ่านการสอบเทียบโดยผลการสอบเทียบอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้

2. ชั้นคุณภาพ B (Class B) เป็นเครื่องแก้ววัดปริมาตรที่มีความแม่นยำต่ำกว่าชั้นคุณภาพ A มีค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้เป็น 2 เท่าของชั้นคุณภาพ A ใช้ในงานที่ไม่ต้องการความละเอียดมากนัก เครื่องแก้วชนิดนี้จะใช้สำหรับการเตรียมสารมาตรฐานทุติยภูมิซึ่งไม่

จำเป็นต้องสอบเทียบ แต่ก่อนใช้งานต้องเทียบมาตรฐาน (Standardization) เพื่อหาความเข้มข้นที่ถูกต้อง โดยการไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ

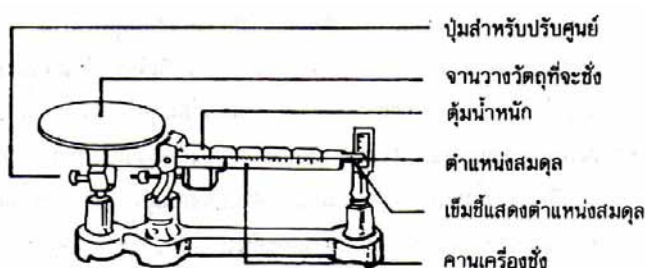


ภาพที่ 2.2 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้ว

เทคนิคการชั่ง

การชั่งเป็นการหาปริมาณของสารซึ่งอยู่ในสถานะของแข็งระบุเป็นค่าน้ำหนัก เครื่องชั่งที่ใช้งานทางด้านวิทยาศาสตร์จะมีอยู่ 2 ลักษณะคือเครื่องชั่งที่ใช้หลักเครื่องกลและเครื่องชั่งไฟฟ้า

1. เครื่องชั่งที่ใช้หลักเครื่องกล



ภาพที่ 2.3 เครื่องชั่งชนิดจานเดี่ยว (เครื่อง Ohaus Triple Beam)

ที่มา : <http://images.google.co.th/>

เครื่องชั่งชนิดนี้มีจานวางสารเพียงด้านเดียวสามารถชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม การใช้เครื่องชั่งชนิดงานเดียวมีหลักปฏิบัติดังนี้

- ในการชั่งสาร เครื่องชั่งต้องวางอยู่บนพื้นราบเรียบและมั่นคง ไม่มีการสั่นสะเทือน ผู้ชั่งต้องอยู่ข้างหน้าตรงกึ่งกลางของเครื่องชั่ง
- วัตถุที่จะนำมาชั่งต้องไม่ร้อนหรือเปียกชื้น ถ้าเป็นสารเคมีต้องชั่งใส่ในขวดชั่งสาร ปีกเกอร์ กระจกนาฬิกา หรือกระดาษเคลือบไขสำหรับชั่งสาร โดยเลือกขนาดให้เหมาะสมไม่วางสารเคมีบนจานชั่งโดยตรงเพราะจะทำให้จานเปราะเป็นรอยและสารบางชนิดอาจทำปฏิกิริยากับจานชั่ง ทำให้จานชั่งผุกร่อนส่งผลให้เครื่องชั่งชำรุดเสียหายได้
- ก่อนชั่ง พิจารณาส่วนประกอบและรายละเอียดต่างๆ ของเครื่องชั่งว่ามีจำนวนคานเท่าใด แต่ละคานใช้แทนมวลกี่กรัม ชั่งได้สูงสุดและละเอียดที่สุดกี่กรัม ให้ค้อนน้ำหนักทุกอันบนคานอยู่ที่ขีด 0 กรัม คอสมดุลของคานโดยสังเกตจากเข็มที่ปลายคานทางขวามีว่าชี้ที่ตำแหน่งสมดุลหรือไม่ หากคานยังไม่สมดุลต่างๆ ที่ค้อนน้ำหนักทุกอันอยู่ที่ขีด 0 กรัม ให้หมุนปุ่มสำหรับปรับน้ำหนักที่อยู่ทางซ้ายสุดของคานจนกระทั่งเครื่องชั่งชี้ที่ตำแหน่งสมดุล
- ขณะชั่ง ให้เลื่อนค้อนน้ำหนักบนคานแล้วสังเกตว่าเข็มชี้ที่ตำแหน่งสมดุลหรือไม่ ถ้าเข็มชี้อยู่เหนือตำแหน่งสมดุลแสดงว่าค้อนน้ำหนักที่เลื่อนไปมีมวลน้อยกว่าสารเคมีหรือวัตถุที่ต้องการชั่ง แต่ถ้าเข็มชี้ต่ำกว่าตำแหน่งสมดุลแสดงว่ามวลของค้อนน้ำหนักที่เลื่อนไปมากกว่ามวลของสารเคมี จะต้องปรับเครื่องชั่งให้สมดุลโดยการเลื่อนค้อนน้ำหนักบนคานจนเข็มชี้อยู่ที่ตำแหน่งสมดุล ผลรวมของมวล ณ ตำแหน่งที่ค้อนน้ำหนักแขวนอยู่บนคานแต่ละอันจะเป็นมวลของสารหรือวัตถุที่ต้องการชั่ง
- เมื่อชั่งเสร็จและบันทึกข้อมูลเรียบร้อยแล้วต้องเลื่อนค้อนน้ำหนักกลับไปไว้ที่ตำแหน่ง 0 กรัมตามเดิม ทำความสะอาดเครื่องชั่ง

2. เครื่องชั่งไฟฟ้า



ภาพที่ 2.4 แสดงเครื่องชั่งไฟฟ้า

ที่มา : <http://www.sartorius.co.th/laboratory-balances.html>

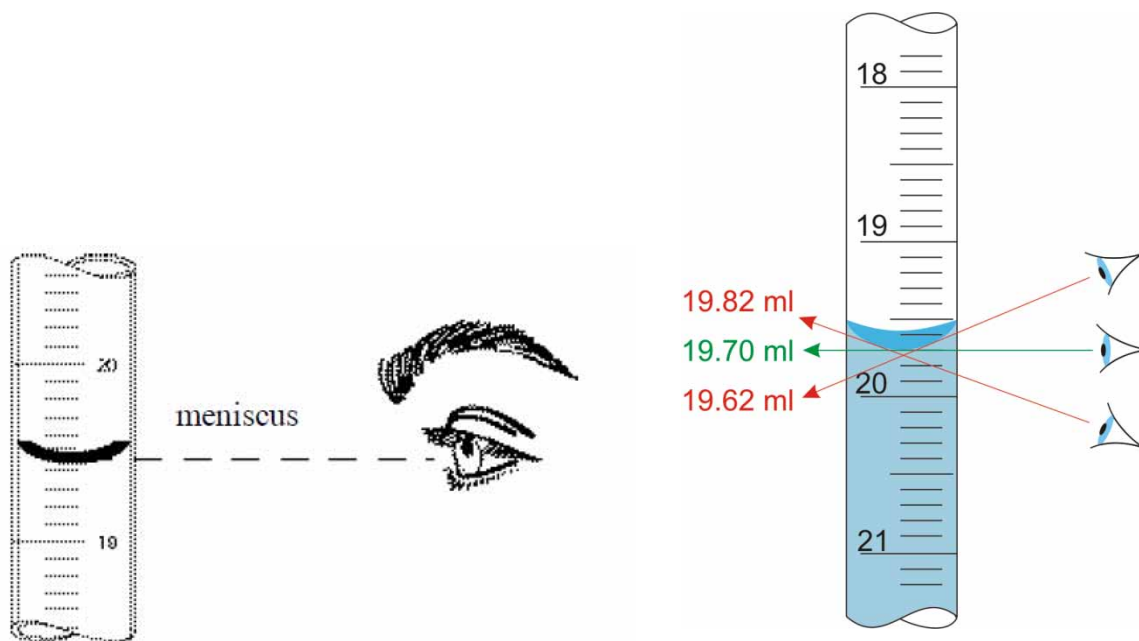
การชั่งสารเคมีหรือวัตถุด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้า ผู้ใช้งานสามารถศึกษาวิธีการใช้เครื่องชั่งไฟฟ้าแต่ละเครื่องได้จากคู่มือให้เข้าใจและปฏิบัติตามวิธีการที่เครื่องชั่งนั้นๆ กำหนดไว้ หลักการชั่งสารโดยทั่วๆ ไปมีหลักปฏิบัติดังนี้

- เครื่องชั่งที่ใช้ต้องวางอยู่บนพื้นที่ได้ระดับและมีความมั่นคงไม่สั่นสะเทือนง่าย เช่น บนโต๊ะหรือเคาน์เตอร์ที่ทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก
- ต้องนั่งอยู่ด้านหน้าเครื่องชั่งและอยู่ในตำแหน่งตรงกลางและควาระดับลูกน้ำอยู่ในวงกลมหรือไม่ ถ้าลูกน้ำไม่ได้อยู่ในวงกลมจำเป็นต้องปรับระดับลูกน้ำ การปรับระดับลูกน้ำเป็นการปรับระดับเครื่องชั่งให้วางอยู่ในแนวระนาบกับโต๊ะ
- เปิดสวิตซ์เครื่องชั่ง รอจนกระทั่งเครื่องชั่งขึ้นตัวเลข 0.00 g
- สารเคมีหรือวัตถุที่นำมาชั่งควรวางที่ศูนย์กลางของจานชั่ง ต้องมีขนาดไม่ใหญ่หรือน้ำหนักมากเกินไปจนความสามารถชั่งได้ของเครื่องชั่ง วัตถุที่จะนำมาชั่งต้องไม่ร้อนหรือเปียกชื้น ถ้าเป็นสารเคมีต้องต้องชั่งใส่ในขวดชั่งสาร บีกเกอร์ กระจกนาฬิกา หรือกระดาษเคลือบไขสำหรับชั่งสาร โดยเลือกขนาดให้เหมาะสม ไม่วางสารเคมีบนจานชั่งโดยตรงเพราะจะทำให้จานเปรอะเปื้อนและสารบางชนิดอาจทำปฏิกิริยากับจานชั่ง ทำให้จานชั่งสกปรกส่งผลให้เครื่องชั่งชำรุดเสียหายได้
- สำหรับเครื่องชั่งที่มีความละเอียด 0.0001 g ขณะอ่านค่าน้ำหนักอย่าลืมปิดประตูเครื่องชั่งเพราะกระแสลมจากภายนอกจะรบกวนการชั่งทำให้ค่าที่อ่านได้คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง
- บันทึกค่าน้ำหนักที่ได้ ปิดสวิตซ์เครื่องชั่ง และทำความสะอาดจานชั่งและพื้นบริเวณจานชั่งด้วยแปรงปัด

เทคนิคการตวง

การตวงเป็นการบอกปริมาณสารที่มีสถานะเป็นของเหลว อุปกรณ์ที่ใช้ในการตวงโดยทั่วไป ได้แก่ กระจบอกตวง ปิเปต หลอดนิตยา และบิวเรต อุปกรณ์แต่ละชนิดจะมีขนาดและความละเอียดที่แตกต่างกัน การเลือกใช้อุปกรณ์ในการตวงขึ้นอยู่กับความละเอียดที่ต้องการ ระดับปกติของของเหลวในภาชนะใดๆ มักไม่เป็นระนาบตรงในแนวราบแต่มีลักษณะเป็นพื้นผิวโค้งลงเรียกว่าเมนิสคัส (meniscus) ในการอ่านค่าปริมาตรควรให้ระดับสายตา ระดับขีดบอกปริมาตรของสารละลายอยู่ในระดับเดียวกันเพื่อป้องกันการเกิดพาราแลกซ์ (parallax) ถ้าสารละลายใสหรือมีสีอ่อนควรอ่านที่ตำแหน่งเมนิสคัสล่าง (lower meniscus) ของสารละลาย แต่ถ้า

สารละลายขุ่นหรือมีสีเข้มควรอ่านที่ตำแหน่งเมนิคัสบน (upper meniscus) หรือตำแหน่งบนสุด (top solution) ของสารละลาย



ภาพที่ 2.5 แสดงการอ่านระดับของเหลว

ที่มา : กลุ่มสาขาชีววิทยาประยุกต์และมาตรฐานผลิตภัณฑ์สัตว์ (2555)

<http://glossary.periodni.com/glossary.php?en=meniscus>

วิธีการใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับรูปแบบการตวง

1. กระจกตวง (Cylinder)

กระจกตวงเป็นอุปกรณ์ใช้บอกปริมาณของของเหลวอย่างคร่าวๆ วิธีอ่านปริมาตรของของเหลวในกระจกตวงนั้นสามารถทำได้โดยการวางกระจกตวงขนาดที่ต้องการบนพื้นโต๊ะที่ราบในแนวระดับสายตาและอ่านค่าปริมาตร ณ จุดปลายล่างสุดของเส้นโค้ง (meniscus) หากต้องการตวงสารเคมีใส่กระจกตวง ต้องก้มให้ระดับสายตาอยู่ชิดเดียวกับปริมาตรที่ต้องการแล้วใช้หลอดหยดค่อยๆ หยดสารละลายลงไปจนกระทั่งส่วนโค้งของสารละลายตรงกับขีดบอกปริมาตรที่ต้องการ ห้ามยกกระจกตวงขึ้นมาตรงกับระดับสายตาแล้วรินสารเคมีใส่กระจกตวงจนถึงขีดปริมาตรที่ต้องการเป็นเด็ดขาดเพราะปริมาตรสารที่ตวงได้จะผิดพลาดเนื่องจากถือกระจกตวงไม่ได้อยู่ในแนวระดับและอาจทำให้สารเคมีหกกรดเข้าตาได้

2. ปิเปต (Pipette)

ปิเปตมีหลายชนิด สามารถแยกตามประเภทการใช้งานได้ดังนี้

2.1 TD pipette แบ่งได้หลายชนิดได้แก่

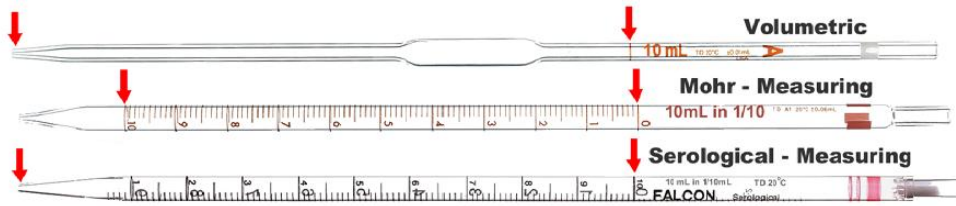
- Graduated or Mohr or Measuring pipette ปิเปตชนิดนี้ไม่มีการเป่า มักใช้ในการวัดปริมาตร มีขีดแบ่งย่อยปริมาตรหลายๆ ขีด แต่ไม่แบ่งลงไปจนถึงปลายสุดของปิเปต ดังนั้นเวลาใช้ต้องระวังอย่าให้สารละลายไหลลงไปต่ำกว่าส่วนแบ่งขีดสุดท้ายซึ่งจะทำให้การถ่ายเทปริมาตรได้มากกว่าที่เป็นจริง

- Serological pipette ปิเปตชนิดนี้มีลักษณะคล้าย Graduated pipette ปิเปตชนิดนี้มีขีดแบ่งย่อยบอกปริมาตรไว้จนถึงปลายปิเปต มีทั้งชนิดที่ต้องเป่าหยดสุดท้ายและไม่ต้องเป่า ถ้าเป็นชนิดที่ต้องเป่าจะมีสัญลักษณ์เป็นวงสี่เหลี่ยมที่อยู่ตรงปลายที่ใช้จุด หรือ “Blow out” หรือ (B) หรือมีขีดสี 2 วงรอบลำปิเปต แต่ถ้าไม่มีสัญลักษณ์เหล่านี้ เวลาใช้ต้องปล่อยให้สารละลายไหลออกไปจากปิเปตจนหมดโดยแตะปลายของปิเปตกับผิวด้านในของภาชนะที่รองรับ ห้ามเป่าถึงแม้จะมีสารละลายค้างอยู่ในส่วนปลายบ้างก็ตาม

- Volumetric pipette ปิเปตชนิดนี้ใช้วัดปริมาตรมีขีดบอกปริมาตรเพียงขีดเดียวอยู่เหนือกระเปาะ โกล่ปลายคูดมีลักษณะเป็นกระเปาะอยู่ตรงกลาง การวัดจะถูกต้องเมื่อปล่อยให้สารละลายไหลออกช้าๆ จนหมดแล้วแตะปิเปตกับผิวด้านในของภาชนะที่รองรับประมาณ 5 วินาที โดยไม่ต้องเป่าเพราะจะทำให้ปริมาตรไม่ถูกต้อง ปิเปตชนิดนี้เหมาะสำหรับการวัดปริมาตรที่ต้องการความแม่นยำสูง

- Ostwald pipette ปิเปตชนิดนี้เป็นชนิดพิเศษที่ผลิตขึ้นเพื่อวัดปริมาตรของเหลวที่มีความหนืดสูง เช่น เลือด ซีรัม มีลักษณะคล้าย Volumetric pipette แต่กระเปาะของปิเปตชนิดนี้จะอยู่ใกล้ปลายที่ปล่อยของเหลวออกมากกว่า ซึ่งจะช่วยลดความผิดพลาดอันอาจเกิดขึ้นเนื่องจากความหนืดของของเหลว Ostwald pipette เป็นชนิดที่ต้องเป่าออก ดังนั้นจะมีแถบหรือวงสี่เหลี่ยมที่อยู่ใกล้ปลายปากคูดเป็นสัญลักษณ์บ่งบอก เมื่อจะถ่ายของเหลวออกควรรีให้ของเหลวไหลออกช้าที่สุดเท่าที่จะช้าได้ เพื่อให้ของเหลวเหลือในปิเปตน้อยที่สุด จึงจะได้ปริมาตรที่ใกล้เคียงกับความจริง

- Pasteur pipette ปิเปตชนิดนี้ไม่ได้ใช้สำหรับวัดปริมาตรแต่ใช้ในการถ่ายของเหลวจากภาชนะหนึ่งไปยังอีกภาชนะหนึ่ง ปิเปตชนิดนี้ไม่มีขีดบอกปริมาตร เวลาใช้ต้องต่อกับลูกยางขนาดเล็ก มีปลายล่างเรียวเพื่อให้สารละลายไหลออกอย่างช้าๆ ปลายบนมีรอยคอดซึ่งมีไว้เพื่อกันไม่ให้สารละลายถูกดูดเลยเข้าไปในลูกยาง ปิเปตชนิดนี้มักนิยมใช้ในการดูดสารละลายเพื่อแยกจากตะกอน

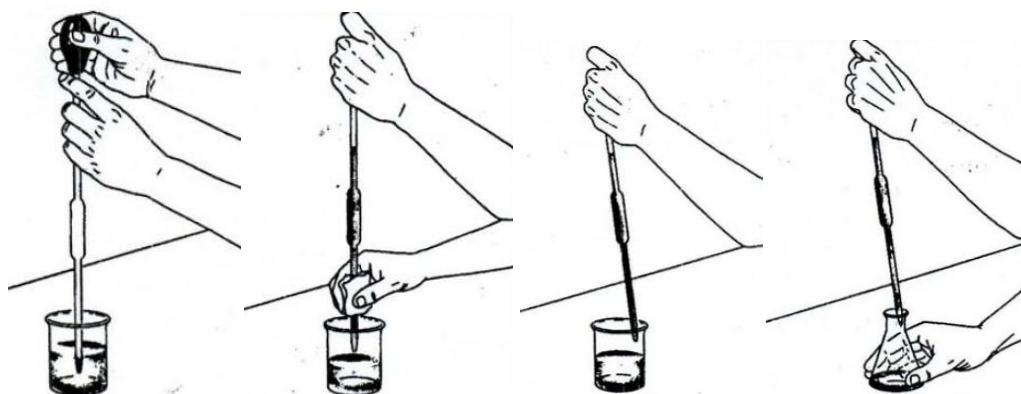


ภาพที่ 2.6 แสดงตัวอย่างปิเปตแต่ละชนิด

ที่มา : <http://bioweb.wku.edu/courses/Biol121/Carbo/pipets.png>

ไม่ว่าจะเป็นปิเปตชนิดใด ก่อนใช้งานปิเปตต้องทำความสะอาดปิเปตโดยการกลั้วด้วยน้ำกลั่น สังเกตคว่าถ้าไม่มีหยดน้ำเกาะติดอยู่ภายในแสดงว่าปิเปตสะอาดดีแล้ว และหากจะนำปิเปตที่เปียกไปใช้วัดปริมาตรต้องกลั้วปิเปตด้วยสารละลายที่จะวัด 2 – 3 ครั้ง โดยใช้สารละลายครั้งละเล็กน้อยและให้สารละลายถูกผิวแก้วโดยทั่วถึง เช็ดปลายปิเปตด้วยกระดาษทิชชูที่สะอาดแล้วจึงเริ่มดูดสารละลายโดยปฏิบัติดังนี้

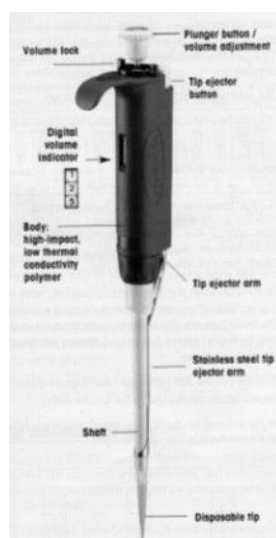
- ใช้มือซ้ายจับปิเปต มือขวาบิบลูกยาง จุ่มปลายปิเปตลงในสารละลายที่จะวัดปริมาตร โดยให้ปลายปิเปตอยู่ต่ำกว่าระดับสารละลายตลอดเวลาที่ทำการดูด โดยค่อยๆ คลายลูกยาง
- ดูดสารละลายเข้าไปในปิเปตอย่างช้าๆ จนกระทั่งสารละลายขึ้นมาอยู่เหนือขีดบอกปริมาตร นำลูกยางออกแล้วใช้นิ้วชี้ปิดปลายปิเปตให้แน่นโดยทันที ชับของเหลวออกจากฝวนอกของปิเปตด้วยกระดาษทิชชู
- จับปิเปตให้ตั้งตรงในระดับสายตา แล้วค่อยๆ ปล่อนิ้วชี้เพื่อให้สารละลายที่เกินขีดบอกปริมาตรไหลออกไปจนกระทั่งส่วนโค้งต่ำสุดของสารละลายแตะกับขีดบอกปริมาตรพอดี
- ปล่อนสารละลายที่อยู่ในปิเปตลงในภาชนะที่เตรียมไว้โดยยกนิ้วชี้ขึ้นให้สารละลายไหลลงตามปกติตามแรงโน้มถ่วงของโลกจนหมด แล้วแตะปลายปิเปตกับข้างภาชนะเพื่อให้สารละลายหยดสุดท้ายไหลลงสู่ภาชนะ
- ขณะทำการปล่อนสารละลายออกจากปิเปตห้ามเป่าอย่างเด็ดขาด เพราะการเป่าจะทำให้ผนังด้านในของปิเปตสกปรก และยังทำให้สารละลายที่ติดอยู่กับผนังด้านในของปิเปตแต่ละครั้งแตกต่างกันส่งผลให้การวัดปริมาตรของสารละลายที่วัดมีค่าไม่เท่ากัน ยกเว้นถ้าเป็นปิเปตชนิด Measuring pipette ที่ผู้ผลิตทำรอยแก้วฝวที่ปลายบนสามารถเป่าสารละลายออกจากปลายปิเปตได้



ภาพที่ 2.7 แสดงเทคนิคการใช้ปิเปต

ที่มา : กลุ่มสาขาชีววิทยาประยุกต์และมาตรฐานผลิตภัณฑ์สัตว์ (2555)

2.2 TC pipette เป็นปิเปตที่ให้ความแม่นยำสูงหากใช้โดยวิธีที่ถูกต้อง ปิเปตชนิดนี้มีขีดบอกปริมาตรตามที่กำหนด มักใช้ในงานที่ต้องการปริมาณน้อยๆ เช่น micropipette การใช้ปิเปตชนิดนี้เมื่อปล่อยสารตัวอย่างลงในภาชนะที่รองรับแล้วต้องดูดสารละลายสำหรับเจือจาง (diluent) ขึ้นลงหลายๆ ครั้ง เพื่อชะสารตัวอย่างในปิเปตออกให้หมดจึงจะได้ปริมาตรที่ถูกต้อง



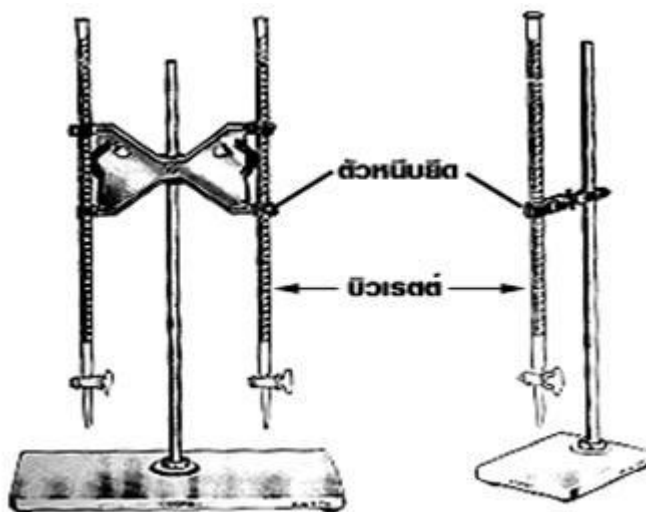
ภาพที่ 2.8 แสดงตัวอย่างไมโครปิเปต

ที่มา : http://baliga.systemsbiology.net/outreach_discussion/halo_lesson/lesson5/lesson5spec/micropipette.bmp

3. บิวเรต (Burette)

บิวเรตเป็นอุปกรณ์สำคัญในกระบวนการไทเทรตซึ่งเป็นเทคนิคการทดลองทางปริมาณวิเคราะห์ ใช้ระบุปริมาตรที่แน่นอนของสารในการเข้าทำปฏิกิริยากับสารอีกชนิดหนึ่ง วิธีการใช้บิวเรตในการไทเทรตมีลำดับขั้นตอนดังนี้

- กลั้วบิวเรตด้วยสารละลายที่ต้องการใช้ โดยเติมสารละลายลงในบิวเรตประมาณ 10 – 15 มิลลิลิตร ถือบิวเรตไว้ในแนวนอนแล้วหมุนบิวเรตสลับกับการเอียงไปมา เพื่อให้สารละลายไหลทั่วภายในบิวเรต (โดยมีปิกเกอร์รองไว้ที่ปลายเปิดของบิวเรต)
- ยกบิวเรตตั้งตรงแล้วไขสารละลายออกทางก๊อกจนหมด
- ตั้งบิวเรตให้ตรงในแนวตั้ง บรรจุสารละลายลงในบิวเรตโดยเทสารละลายผ่านกรวยที่ต่อไว้ทางปลายบนของบิวเรต

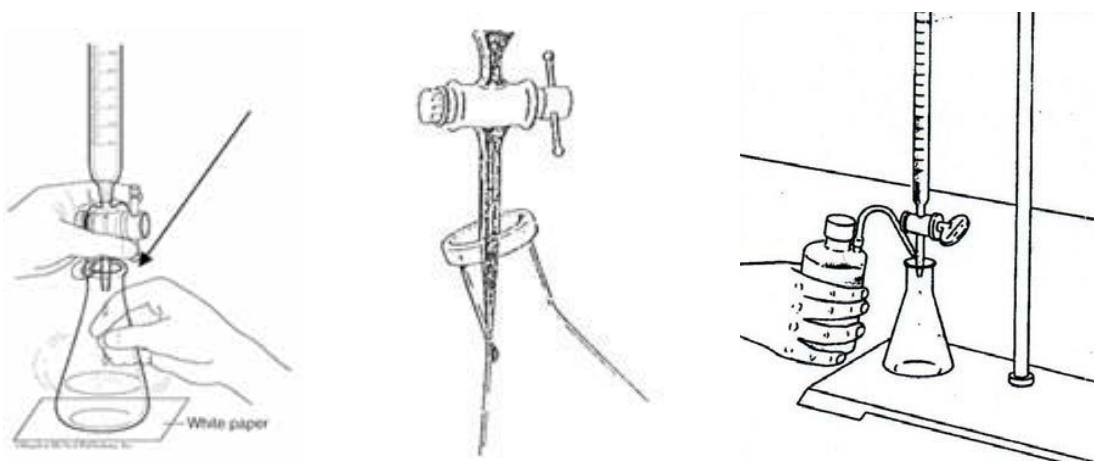


ภาพที่ 2.9 การจัดบิวเรตเพื่อการไทเทรต

ที่มา : <http://www.f0nt.com/forum/index.php?topic=15058.45>

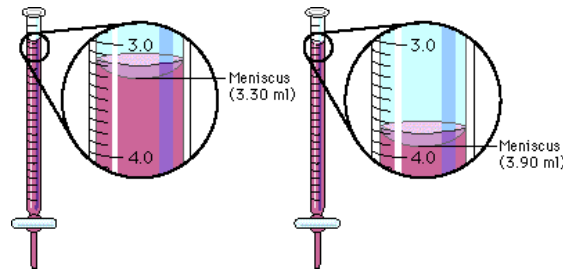
- เปิด stopcock เพื่อให้สารละลายไหลลงมายังปลายสุดของบิวเรต ตรวจสอบไม่ให้มีฟองอากาศค้างอยู่ในบิวเรต หากมีฟองอากาศให้เปิด stopcock เพื่อให้ไล่ฟองอากาศออก ถ้าฟองอากาศยังไม่ออกให้เปิดก๊อกค้างไว้พร้อมทั้งกระตุกบิวเรตลงมาตรงๆ เบาๆ (เรียกว่า Jerk) ฟองอากาศจะถูกไล่ออกไป
- ปรับระดับสารละลายให้ขีดบอกปริมาตรมีตำแหน่งเมนิสคัสอยู่ที่ 0.00 (อ่านปริมาตรให้อยู่ระดับเดียวกับสายตาเสมอ)

- ทำการไทเทรตโดยจับภาชนะ (ขวดรูปชมพู่) ที่บรรจุสารละลายด้วยมือข้างที่ถนัด และจับ stopcock ด้วยมืออีกข้างหนึ่งเพื่อหมุนปรับ stopcock ปลายบิวเรตจะต้องอยู่ในขวดรูปชมพู่ แล้วปล่อยสารละลายให้หยดออกมาทีละหยดด้วยอัตราเร็วที่เหมาะสม ต้องให้สารละลายผสมกันเป็นเนื้อเดียวกันก่อนจะปล่อยหยดต่อไปและมือข้างที่ถือขวดรูปชมพู่จะต้องหมุนสารละลายในขวดรูปชมพู่ให้เป็นวง (swirl) ตลอดเวลาจนกระทั่งถึงจุดยุติ (สังเกตจากการเปลี่ยนสีของสารละลายที่ไม่อาจหายไปเป็นเวลา 20 วินาที)
- ปิด stopcock และแตะปลายบิวเรตกับผิวด้านในของภาชนะ ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างสารละลายที่ติดค้างอยู่ข้างภาชนะให้ไหลตามผนังด้านข้าง
- อ่านปริมาตรของสารละลายในบิวเรตที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันกับสารละลายในขวดรูปชมพู่เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการคำนวณต่อไป



ภาพที่ 2.10 แสดงเทคนิคการไทเทรต

ที่มา : กลุ่มสาขาชีววิทยาประยุกต์และมาตรฐานผลิตภัณฑ์สัตว์ (2555)



ภาพที่ 2.11 แสดงการอ่านปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการไทเทรต

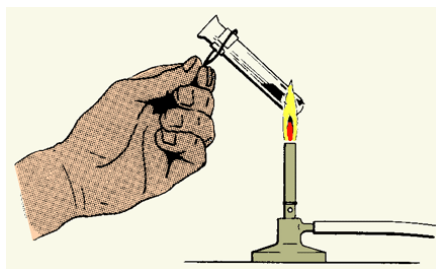
ที่มา : http://www.phschool.com/science/biology_place/labbench/lab2/burette.html

เทคนิคการให้ความร้อนแก่ของเหลวที่ไม่ติดไฟ

การให้ความร้อนแก่ของเหลวใดๆ ผู้ทำการทดลองต้องทราบว่าของเหลวนั้นติดไฟง่ายหรือไม่เมื่อกลายเป็นไอ ดังนั้นการต้มหรือการให้ความร้อนแก่ของเหลวจึงต้องระมัดระวังเป็นอย่างมากเพราะอาจมีอันตรายเกิดขึ้นได้ง่าย

1. เมื่อของเหลวอยู่ในหลอดทดลอง ควรปฏิบัติดังนี้

- ปริมาตรของของเหลวในหลอดทดลองไม่ควรเกินครึ่งหนึ่งของหลอด
- ถือหลอดทดลองด้วยที่จับหลอดทดลอง อย่าจับหลอดทดลองด้วยนิ้วมือโดยตรง ถ้าไม่มีที่จับหลอดทดลองอาจใช้กระดาษแผ่นเล็กๆ ยาวๆ พันรอบปากหลอดทดลองหลายๆ รอบแทน
- นำหลอดทดลองไปให้ความร้อนโดยตรงจากเปลวไฟโดยใช้เปลวไฟอ่อนๆ และเอียงหลอดทดลองเล็กน้อยหันปากหลอดทดลองออกจากตัวเราและชี้ไปในทิศทางที่ไม่มีผู้อื่นหรือสิ่งของอยู่ใกล้ๆ เพราะของเหลวอาจเดือดและพุ่งออกนอกหลอดทดลองทำให้เกิดอันตรายได้
- ขณะให้ความร้อนแก่ของเหลวในหลอดทดลอง พยายามให้ส่วนที่เป็นของเหลวในหลอดทดลองถูกเปลวไฟที่ระลอกพร้อมแกว่งหลอดทดลองไปด้วยเบาๆ เพื่อให้ของเหลวในหลอดเคลื่อนไหวและได้รับความร้อนเท่าเทียมกันทุกส่วน อีกทั้งยังช่วยป้องกันของเหลวพุ่งออกมาด้วย



ภาพที่ 2.12 แสดงลักษณะการให้ความร้อนของของเหลวในหลอดทดลอง

ที่มา : <http://www.sciencefair-projects.org/chemistry-projects/effect-of-heat-on-chemicals.html>

2. เมื่อของเหลวอยู่ในบีกเกอร์หรือขวดรูปชมพู่ ควรปฏิบัติดังนี้
- นำบีกเกอร์ตั้งบนตะแกรงลวดซึ่งวางอยู่บนสามขาหรือที่ยึดวงแหวน
 - ให้ความร้อนโดยใช้ตะเกียงก๊าซ



ภาพที่ 2.13 แสดงการให้ความร้อนของของเหลวที่อยู่ในบีกเกอร์หรือขวดรูปชมพู่
ที่มา : <http://www.educationalelectronicsusa.com/p/heat-III.htm>

เทคนิคการระเหยของเหลวหรือสารละลาย

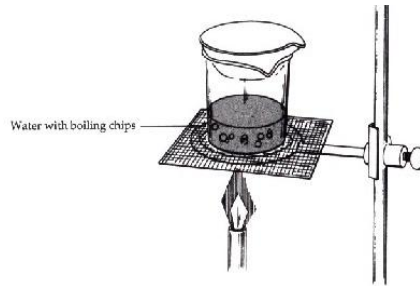
การระเหยสารละลายอาจทำเพื่อให้สารละลายมีความเข้มข้นมากขึ้นหรือทำให้ตะกอนแห้ง การให้ความร้อนแก่สารละลายต้องไม่ใช่ไฟแรงจนเกินไปเพราะจะทำให้สารหรือตะกอนเกิดการสลายตัวได้ เมื่อระเหยตัวทำละลายออกไปในปริมาณหนึ่งตัวถูกละลายก็จะตกผลึกออกมา ดังนั้นการระเหยจึงเป็นการลดปริมาตรของของเหลวให้น้อยลงโดยการไล่สารที่ระเหยได้ง่ายกว่าออกไปจากสารละลาย เทคนิคการระเหยของเหลวหรือสารละลายมีหลายวิธี

1. วิธีที่ 1 เทของเหลวหรือสารละลายลงบนกระชกนาฬิกาแล้ววางบนปากบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำอยู่ ต้มน้ำให้เดือด ความร้อนจากไอน้ำจะถ่ายเทไปทำให้ตัวทำละลายระเหยออกไปจากตัวละลาย



ภาพที่ 2.14 แสดงการระเหยบนเครื่องอังน้ำโดยใช้กระชกนาฬิกา
ที่มา : <http://www.kshitij-school.com/>

2. วิธีที่ 2 ใช้ชามระเหยแทนกระจกนาฬิกาซึ่งมีเทคนิควิธีการเช่นเดียวกัน ชามระเหยที่ใช้มีหลายขนาดและทำจากวัสดุแตกต่างกันสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับปริมาณของสารละลาย



ภาพที่ 2.15 แสดงการระเหยบนเครื่องอังน้ำโดยใช้ชามระเหย

ที่มา : http://www.yaksic.com-crcpy6_01.jpg

การระเหยของเหลวหรือสารละลายมีข้อควรระวังคือถ้าของเหลวที่นำมาระเหยนั้นเป็นสารติดไฟง่าย เช่น คาร์บอนไดซัลไฟด์ อีเทอร์ แอซีโตน ฯลฯ จะระเหยโดยใช้ความร้อนจากเปลวไฟโดยตรงไม่ได้เพราะอาจเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหานี้การระเหยของเหลวที่มีลักษณะดังกล่าวควรระเหยด้วยเตาไฟฟ้าหรือถ้าเป็นของเหลวที่ระเหยได้ในอุณหภูมิธรรมดา เช่น คาร์บอนไดซัลไฟด์ สามารถนำไปตั้งทิ้งไว้ในตู้ควันโดยไม่ต้องใช้ความร้อน

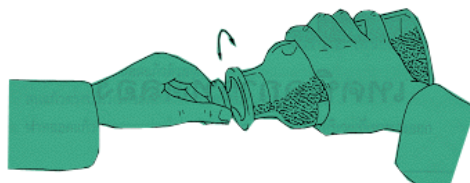
เทคนิคการนำสารออกจากขวด

1. สารที่เป็นของแข็ง

การนำสารที่เป็นของแข็งออกจากขวดสามารถทำได้หลายวิธี

วิธีที่ 1 วิธีนี้ใช้กับขวดที่ด้านในของจุกปิดมีช่องว่างสามารถใส่สารได้ มีวิธีการดังนี้

- เอียงขวดในตำแหน่งที่เหมาะสมแล้วหมุนขวดไปมาเพื่อให้สารเข้าไปในช่องว่างของจุกขวด ถ้าของแข็งในขวดนั้นติดแน่นอาจต้องเขย่าขวดเบาๆ เพื่อให้พื้นผิวของของแข็งนั้นแตกออกหรืออาจจะเปิดฝาขวดออกก่อนแล้วใช้ช้อนที่สะอาดขูดให้พื้นผิวของสารแตกออกก่อนก็ได้



ภาพที่ 2.16 แสดงการเอียงขวดและหมุนไปมาเพื่อให้สารเข้าไปในช่องว่างของจุกขวด

ที่มา : <http://variety.teenee.com/science/2971.html>

- ถีอขวดในตำแหน่งที่เหมาะสม ระวังอย่าให้สารหก เมื่อเปิดจุกขวดออกซึ่งในจุกจะมีสารอยู่ด้วย



ภาพที่ 2.17 แสดงการเปิดจุกขวดให้มีสารอยู่ในนั้นด้วย

ที่มา : <http://variety.teenee.com/science/2971.html>

- วางขวดใส่สารลงบนโต๊ะ เอียงจุกขวดเพื่อเทสารออก อาจใช้ดินสอหรือนิ้วมือเกาะที่จุกขวดเพื่อให้สารนั้นหล่นลงมายังภาชนะรองรับหรือใช้ช้อนตวงขนาดเล็กตักออกก็ได้



ภาพที่ 2.18 แสดงการเอียงจุกขวดเพื่อเทสาร โดยใช้ดินสอเขี่ยหรือใช้นิ้วมือเกาะเบาๆ

ที่มา : <http://variety.teenee.com/science/2971.html>

- ทำซ้ำจนกว่าจะได้ปริมาณของสารตามต้องการ
- เมื่อได้ปริมาณของสารตามที่ต้องการแล้ว หากมีสารเหลืออยู่ในจุกขวดให้เทสารกลับ เข้าไว้ในขวดได้เพราะสารที่เหลือนี้ไม่ได้สัมผัสกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดเลยจึงมีความบริสุทธิ์เหมือนเดิม
- ปิดจุกขวด

วิธีที่ 2 วิธีนี้ใช้กับขวดด้านในไม่มีช่องว่างที่จะใส่สารได้ ในกรณีนี้จำเป็นต้องใช้ช้อนตักสารออกมาจากขวด มีวิธีการดังนี้

- หมุนจุกขวดเบาๆ เพื่อให้หลวมแล้วเปิดออก ถ้าจุกขวดมีส่วนบนแบนเรียบให้วางหงายบนพื้นโต๊ะที่เรียบและสะอาด แต่ถ้าจุกขวดมีลักษณะอื่นห้ามวางจุกขวดลงบนโต๊ะอย่างเด็ดขาดจะต้องถือจุกขวดไว้เสมอ



ภาพที่ 2.19 แสดงการตัดสารออกจากขวดและการวางจุกขวดที่ถูกและพิด

ที่มา : <http://variety.teenee.com/science/2971.html>

- ใช้ช้อนตวงที่สะอาดตัดสารออกจากขวด
- ถือช้อนที่มีสารออกจากขวดเบาๆ เพื่อไม่ให้สารหกนำมาใส่ภาชนะที่รองรับจนได้ปริมาณตามต้องการ
- ปิดจุกขวด

วิธีที่ 3 ในกรณีที่ไม่สามารถจะใช้วิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 เพื่อนำสารที่เป็นของแข็งออกจากขวดได้สามารถใช้วิธีที่ 3 ซึ่งมีวิธีการดังนี้

- ทำให้ขวดใส่สารสะเทือนเล็กน้อย โดยการเคาะเบาๆ กับพื้นโต๊ะเพื่อให้สารในขวดเคลื่อนไหวและเกาะกันอย่างหลวมๆ
- เปิดจุกขวดและวางจุกขวดหงายขึ้นบนพื้นที่เรียบและสะอาด
- ยกขวดใส่สารขึ้นเหนือภาชนะที่จะใส่สารเอียงขวดสารแล้วหมุนขวดไปมาเพื่อให้สารตกลงมายังภาชนะที่รองรับจนได้ปริมาณตามต้องการแล้วปิดจุกขวด

2. สารที่เป็นของเหลว

สารเคมีที่เป็นของเหลวส่วนใหญ่จะบรรจุอยู่ในขวดหรือภาชนะเฉพาะที่เหมาะสมสำหรับสารเหล่านั้น ในบทปฏิบัติการนี้จะกล่าวถึงการถ่ายเทสารเคมีจากขวดเก็บสารและการถ่ายเทสารเคมีจากภาชนะที่ใช้ถ่ายสารมาครั้งหนึ่งแล้ว เช่น บีกเกอร์ ซึ่งแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

วิธีที่ 1 การถ่ายเทของเหลวจากขวด

ขวดใส่สารเคมีที่เป็นของเหลวจะมีทั้งชนิดที่เป็นฝาเกลียวและชนิดเปิดด้วยจุก การเปิดฝาหรือจุกและถ่ายเทสารจากขวดลงสู่ภาชนะมีดังนี้

- การถ่ายเทสารจากขวดชนิดเปิดด้วยจุก

เอียงขวดและหมุนให้ของเหลวซึมเปียกรอบจุกขวดบริเวณที่สัมผัสกับปากขวด เพื่อให้ปิดจุกขวดได้ง่าย ค่อยๆ หมุนจุกไปรอบๆ จนแน่ใจว่าไม่ติดแน่นกับปากขวด เหยोजุกขึ้นแล้วปิดไว้

ตามเดิม หายมือขึ้นและใช้นิ้วกลางกับนิ้วนางคืบจุกขวดยกขึ้นมาแล้วใช้มือที่คืบจุกจับขวดสาร โดยให้ปลายชื่ออยู่ในตำแหน่งที่อ่านได้ตลอดเวลา อีกมือหนึ่งจับภาชนะรองรับของเหลว ยกขวดขึ้น และเอียงจนของเหลวไหลลงภาชนะได้ตามต้องการ ในกรณีที่ฝาขวดแบนอาจจะเปิดฝาและวาง หายลงบนโต๊ะก่อนรินสารก็ได้

- การถ่ายเทสารจากขวดชนิดฝาเกลียว

หมุนฝาเพื่อคลายเกลียวจนหลุดออกจากปากขวด วางฝาห่างกับพื้นโต๊ะและเทหรือรินสาร ด้วยวิธีการที่เหมาะสม ในการถ่ายเทของเหลวจากขวดสารลงสู่ภาชนะโดยตรงนั้น บางครั้งไม่ สะดวกจึงควรใช้วิธีให้สารไหลผ่านแท่งแก้วโดยใช้แท่งแก้วที่สะอาดและแห้งแต่ปากขวดสารแล้ว เทสารให้ไหลไปตามแท่งแก้วลงสู่ภาชนะจนได้ปริมาตรตามต้องการ การถ่ายเทสารวิธีนี้จะช่วย ป้องกันไม่ให้สารไหลหกลงมาตามข้างขวดอีกด้วย

วิธีที่ 2 การถ่ายเทของเหลวจากบีกเกอร์ทำได้ 2 แบบ คือ

- แบบที่ 1 จับแท่งแก้วแตะกับปากบีกเกอร์ แล้วเอียงบีกเกอร์ให้ของเหลวไหลตามแท่ง แก้วลงสู่ภาชนะที่รองรับ

- แบบที่ 2 วางพาดแท่งแก้วบนปากบีกเกอร์ ใช้มือจับบีกเกอร์พร้อมใช้นิ้วชี้กดแท่ง แก้วเบา ๆ เอียงบีกเกอร์ให้ของเหลวไหลตามแท่งแก้วลงสู่ภาชนะที่รองรับ โดยให้ปากบีกเกอร์อยู่ ภายในบริเวณของปากภาชนะที่รองรับ ในกรณีที่ภาชนะรองรับมีปากแคบ เช่น ขวดวัดปริมาตร หรือขวดใส่สาร ควรใช้กรวยช่วยในการถ่ายเทสารด้วย

วิธีที่ 3 การถ่ายเทของเหลวจากกระบอกตวง

เมื่อใช้กระบอกตวงตวงสารให้มีปริมาตรตามต้องการแล้ว การถ่ายเทสารจากกระบอกตวง ลงสู่ภาชนะอีกใบหนึ่งทำได้โดยเอียงกระบอกตวงให้แตะกับปากภาชนะที่รองรับ เช่น บีกเกอร์ แล้วเทของเหลวอย่างช้า ๆ ลงไปจนหมดกระบอกตวง

ข้อเสนอแนะ

1. การเทของเหลวจากขวดใส่ภาชนะเพื่อนำมาตวงหรือวัดปริมาตร ควรเทของเหลวให้มี ปริมาตรมากกว่าที่ต้องการใช้เล็กน้อย
2. ของเหลวที่รินออกมาจากภาชนะบรรจุแล้วห้ามเทส่วนที่เหลือกลับคืนภาชนะเดิม
3. ถ้ามีสารเหลืออยู่มากอาจใส่ไว้ในภาชนะใหม่ เขียนชื่อของสารและรายละเอียดอื่นๆ ที่จำเป็นพร้อมกับระบุไว้ว่าเป็นสารที่เหลือใช้ซึ่งถ่ายเทจากภาชนะบรรจุ
4. เมื่อถ่ายเทสารจากขวดเสร็จเรียบร้อยแล้วต้องปิดฝาหรือจุกทันที ห้ามวางขวดสารเคมีทิ้ง ไว้โดยไม่ปิดฝาและก่อนปิดต้องแน่ใจว่าฝาที่ปิดไม่สลับกันกับขวดอื่น

เทคนิคการผสมสารละลายให้เป็นเนื้อเดียวกัน

1. การผสมสารละลายในหลอดทดลอง อาจใช้วิธีคนด้วยแท่งแก้วคนหรือใช้วิธีเขย่าหลอดโดยการเคาะหลอดทดลองกับฝ่ามือเบาๆ ไม่ควรใช้นิ้วหัวแม่มือปิดปากหลอดแล้วผสมโดยคว่ำ – หงายหลอด ทั้งนี้เพราะสารเคมีบางชนิดอาจมีอันตรายต่อผิวหนังได้



ภาพที่ 2.20 แสดงการกวนสารละลายในหลอดทดลองด้วยแท่งแก้ว

ที่มา : <http://variety.teenee.com/science/2971.html>

2. การผสมสารละลายในบีกเกอร์ โดยทั่วไปจะใช้แท่งแก้วคนผสมสารละลายหรืออาจใช้วิธีหมุนบีกเกอร์ให้สารละลายหมุนไปทางเดียวกัน (ถ้าปริมาณของสารละลายที่ผสมนั้นมีปริมาณน้อย)
3. การผสมสารละลายในขวดรูปชมพู่ ใช้วิธีหมุนขวดโดยใช้มือจับขวดรูปชมพู่แล้วหมุนข้อมือ

เทคนิคการกรอง

การกรองเป็นการแยกของแข็งออกจากของเหลว ของแข็งที่กรองได้เรียกว่า residue ส่วนสารละลายที่ได้จากการกรองเรียกว่า filtrate เมื่อต้องการกรองตะกอนโดยใช้กระดาษกรองจำเป็นต้องเลือกชนิดและขนาดของกระดาษกรองให้เหมาะสม กระดาษกรองที่ระบุไว้ให้ใช้กับงานวิเคราะห์เชิงคุณภาพไม่เหมาะที่จะนำมาใช้กับงานวิเคราะห์เชิงปริมาณ กระดาษกรองที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณต้องเป็นกระดาษกรองชนิดที่ไม่มีเถ้า (ashless) หรือถ้ามีเถ้าต้องทราบเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเถ้าที่แน่นอน

ตารางที่ 1.1 แสดงกระดาษชนิดไม่มีเส้นของบางบริษัท

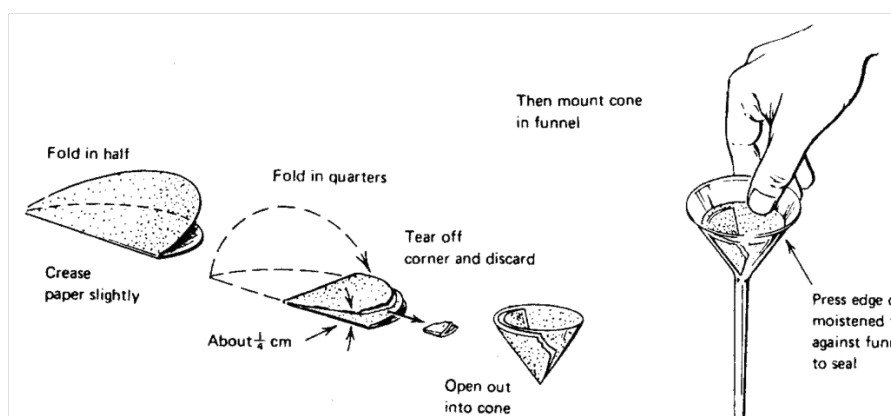
ที่มา : วัชร ชาตภิตติคุณวงศ์ (2543)

บริษัทผู้ผลิตกระดาษกรอง			ขนาดรูพรุน ของกระดาษ กรอง	อัตราเร็ว ในการ กรอง	ชนิดของตะกอน
Schleicher	Whatman	J. Green			
589-black ribbon	41	801	หยาบ	เร็ว	ใหญ่หรือวุ้น
589-white ribbon	40	802	กลาง	กลาง	ผลึกขนาดธรรมดา
589-blue ribbon	42	803	ละเอียด	ละเอียด	ผลึกขนาดเล็ก

เทคนิคการกรองโดยทั่วไปแบ่งได้ดังนี้

1. การกรองโดยอาศัยแรงดึงดูดของโลก

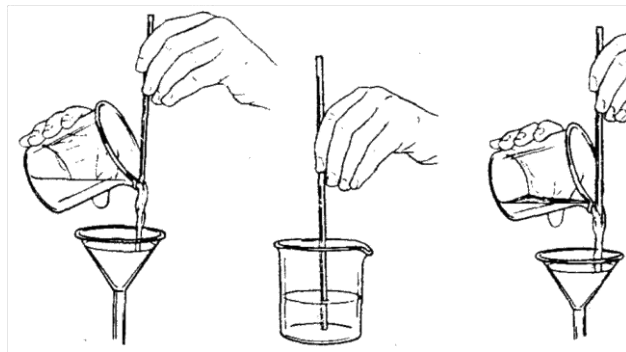
นิยมใช้กระดาษกรองเป็นตัวกรอง การเลือกกระดาษกรองให้เหมาะสมกับขนาดอนุภาคที่ต้องการกรองมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง กระดาษกรองที่นำมาใช้กรองนั้นให้พับเป็น $\frac{1}{2}$ ของวงกลม และให้ปลายที่พับทับกันนั้นแหลมกันเล็กน้อย จิกมุมหนึ่งของกระดาษกรองออกแล้วคลี่กระดาษกรองใส่กรวยแก้ว ความสูงของกระดาษกรองควรต่ำกว่าปากกรวยแก้วเล็กน้อย จินน้ำกลั่นจนกระดาษกรองเปียกทั่วกันทำให้กระดาษกรองเปียกแนบสนิทกับกรวยแก้ว ทั้งนี้เพื่อความรวดเร็วในการกรอง ในการพับกระดาษกรองนอกจากจะพับเป็น $\frac{1}{2}$ ของวงกลมแล้วอาจจะใช้การพับแบบมีร่องก็ได้



ภาพที่ 2.21 แสดงวิธีการพับกระดาษกรองใส่ในกรวยแก้ว

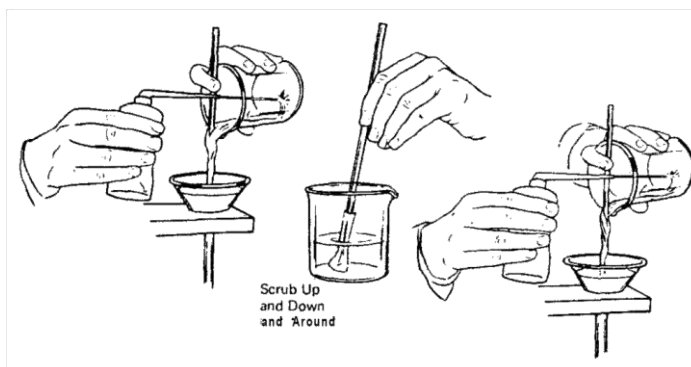
ที่มา : ธวัชชัย ศรีวิบูลย์ และชุติมา ศรีวิบูลย์ (2545)

ในการกรองตะกอนจะไม่ใช้วิธีการเทตะกอนและของเหลวลงสู่กระดาษกรองพร้อมกัน จะต้องปล่อยให้ตะกอนนอนก้นก่อนแล้วเทสารละลายส่วนใสๆ ผ่านกระดาษกรองก่อน การเทของเหลวที่อยู่กับตะกอนผ่านกระดาษกรอง ต้องพยายามเทของเหลวให้ผ่านกระดาษกรองให้มากที่สุดโดยไม่ให้ตะกอนกระทบกระเทือนเพื่อไม่ให้มีตะกอนมาอุดรูกระดาษกรองซึ่งจะทำให้การกรองทำได้ช้า สามารถเทของเหลวที่อยู่กับตะกอนลงสู่กระดาษกรองได้โดยใช้แท่งแก้วนำ นำกรวยแก้วที่ใส่กระดาษกรองไว้แล้ววางบนที่ขีดแล้วเอาปิเกตอร์ที่สะอาดมารองรับสารละลายที่ออกจากกรวยกรอง ก้านของกรวยกรองควรแตะข้างปิเกตอร์เพื่อป้องกันการกระเด็นแต่อย่าให้ปลายจุ่มลงในสารละลาย



ภาพที่ 2.22 แสดงวิธีการเทของเหลวที่ปนกับตะกอนลงสู่กรวยกรอง
ที่มา : ธวัชชัย ศรีวิบูลย์ และชุตินา ศรีวิบูลณ์ (2545)

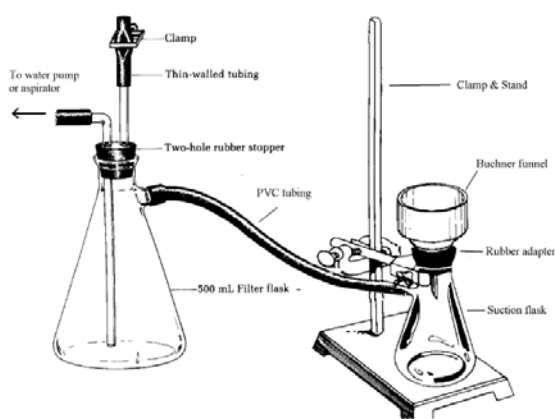
หลังจากกรองสารละลายผ่านกระดาษกรองเรียบร้อยแล้ว ให้กวาดตะกอนลงสู่กรวยกรอง แล้วใช้ขวดฉีดย้ำน้ำกลั่นเพื่อเป่าตะกอนที่มีอยู่ในปิเกตอร์ ค่อยๆ เอียงปิเกตอร์ ตะกอนก็จะไหลลงมาด้วย



ภาพที่ 2.23 แสดงวิธีการถ่ายเทตะกอนลงสู่กรวยกรอง
ที่มา : ธวัชชัย ศรีวิบูลย์ และชุตินา ศรีวิบูลณ์ (2545)

2. การกรองภายใต้สุญญากาศ

เป็นการกรองที่รวดเร็วและสะดวก กรวยที่ใช้กรองทำด้วยกระดาษกรองที่มีรูพรุนเรียกว่า กรวยบุชเนอร์ (buchner funnel) ขนาดของกระดาษที่ใช้ต้องพอดีแนบกับก้นของกรวย สวมกรวยกับภาชนะเฉพาะเรียกว่าขวดกรอง (suction flask) โดยมีจุกยางรองกัน แขนของขวดกรองไปต่อกับส่วนที่ทำให้เกิดสุญญากาศ วิธีการกรองต้องทำให้กระดาษเปียกแล้วทำให้เกิดแรงสุญญากาศภายในภาชนะ ขณะเริ่มกรองต้องใช้แรงดึงคุดน้อยๆ ก่อนเพื่อป้องกันกระดาษกรองทะลุ และวิธีนี้ไม่ควรใช้กรองตะกอนที่มีลักษณะละเอียดมากเพราะแรงดูดจะทำให้ตะกอนอุดตันตัวกรอง



ภาพที่ 2.24 แสดงการกรองภายใต้สุญญากาศ

ที่มา : วัชรวิ ชาตภิกขิตถิณวงศ์ (2543)

อุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องชั่งแบบ Triple beam
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 2 ตำแหน่ง
3. กระบอกตวง ขนาด 10 , 25 , 50 มิลลิลิตร
4. ปิเปต ขนาด 10 มิลลิลิตร
5. บีกเกอร์
6. ขวดรูปชมพู่
7. ขวดวัดปริมาตร
8. วัตถุสำหรับชั่ง
9. น้ำกลั่น

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 ศึกษารายละเอียดของอุปกรณ์บางชนิดที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

ให้นักศึกษานำสิ่งที่สังเกตเห็น เช่น ตัวเลขบอกขนาด ตัวอักษรแสดงประเภท/คุณภาพของเครื่องแก้ว การแบ่งสเกล ชื่อบริษัทผู้ผลิต และรายละเอียดอื่นๆ จากอุปกรณ์ที่ห้องปฏิบัติการเตรียมให้

ตอนที่ 2 การชั่ง

1. ปรับเครื่องชั่งแบบ Triple beam ให้เข็มอยู่ในสภาพสมดุล (เข็มชี้กึ่งกลางสเกล)
2. ชั่งน้ำหนักวัตถุที่อาจารย์ผู้ควบคุมกำหนดให้แล้วบันทึกผลด้วยเลขนัยสำคัญที่ถูกต้อง
3. ชั่งน้ำหนักวัตถุชิ้นเดิมซ้ำด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้า แล้วบันทึกผลด้วยเลขนัยสำคัญที่ถูกต้อง
4. จากข้อ 2-3 ทำซ้ำ 3 ครั้ง
5. คำนวณหาค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์ และความผิดพลาดสัมพัทธ์ตามทฤษฎี โดยกำหนดให้

ค่าจริง คือ ค่าน้ำหนักที่แท้จริงของวัตถุตัวอย่าง

ค่าที่วัดได้ คือ ค่าที่ได้จากเครื่องชั่งแบบ Triple beam และเครื่องชั่งไฟฟ้า

ค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์ = ค่าที่วัดได้ - ค่าจริง

ค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ (%) = $\frac{\text{ความผิดพลาดสัมบูรณ์}}{\text{ค่าจริง}} \times 100$

ตอนที่ 3 การตวง

1. ตวงน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยใช้กระบอกตวงขนาด 10 มิลลิลิตร นำไปชั่งเพื่อหาน้ำหนักของน้ำกลั่นที่ตวงด้วยกระบอกตวง บันทึกน้ำหนักที่ได้ ทำซ้ำ 2 ครั้ง
2. ตวงน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยใช้ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร นำไปชั่งเพื่อหาน้ำหนักของน้ำกลั่นที่ตวงด้วยปิเปต บันทึกน้ำหนักที่ได้ ทำซ้ำ 2 ครั้ง
3. ตวงน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยใช้บิวเรต นำไปชั่งเพื่อหาน้ำหนักของน้ำกลั่นที่ตวงด้วยบิวเรต บันทึกน้ำหนักที่ได้ ทำซ้ำ 2 ครั้ง
4. ตวงน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร นำไปชั่งเพื่อหาน้ำหนักของน้ำกลั่นที่ตวงด้วยขวดวัดปริมาตร บันทึกน้ำหนักที่ได้ ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง
5. คำนวณหาปริมาตรของน้ำกลั่นจากน้ำหนักเฉลี่ยโดยใช้ความสัมพันธ์ $D = M / V$ คำนวณหาค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ (%) ของความหนาแน่นของน้ำกลั่นที่ได้จากการตวงโดยใช้อุปกรณ์แต่ละชนิด โดยกำหนดให้ความหนาแน่นของน้ำกลั่นเท่ากับ 1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นค่าจริง แล้วเปรียบเทียบความแม่นยำของอุปกรณ์วัดปริมาตรแต่ละชนิดที่ใช้ในการทดลองนี้

บันทึกผลการทดลอง

รายงานการทดลองเรื่อง

ชื่อผู้ทำการทดลอง

1.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

2.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

3.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

วันที่ทำการทดลอง

อาจารย์ผู้ควบคุม

วัตถุประสงค์

1.

2.

3.

4.

บันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 1 ศึกษารายละเอียดของอุปกรณ์บางชนิดที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

อุปกรณ์	ขนาด (ml / g)	ปริมาณ (ml / g)		สเกล เล็กสุด (ml / g)	ความคลาดเคลื่อน ของการ อ่านแต่ละ ครั้ง	สัญลักษณ์ต่างๆ แสดง ประเภท/คุณภาพของ อุปกรณ์ , อนุหภูมิใช้งาน , บริษัทผู้ผลิต และอื่นๆ
		สูงสุด	ต่ำสุด			

ตอนที่ 2 การชั่ง

ครั้งที่	น้ำหนักที่แท้จริง	น้ำหนักที่ได้จากเครื่องชั่งแบบ Triple beam (g)		น้ำหนักที่ได้จากเครื่องชั่งไฟฟ้า (g)	
		ความผิดพลาดสัมบูรณ์	ความผิดพลาดสัมพัทธ์ (%)	ความผิดพลาดสัมบูรณ์	ความผิดพลาดสัมพัทธ์ (%)
1					
2					
3					
เฉลี่ย					

ตอนที่ 3 การตวง

อุปกรณ์ที่ใช้ตวง	ปริมาตรน้ำที่ตวง (ml)	น้ำหนักของน้ำกลั่นที่ชั่งได้ (g)	ความหนาแน่นของน้ำกลั่นจากการคำนวณ (g/ml)	ความผิดพลาดสัมบูรณ์	ความผิดพลาดสัมพัทธ์ (%)
กระบอกตวง ขนาด 10 ml.	10	ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 เฉลี่ย			
ปิเปต ขนาด 10 ml.	10	ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 เฉลี่ย			
บิวเรต ขนาด 10 ml.	10	ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 เฉลี่ย			
ขวดวัด ปริมาตร ขนาด 10 ml.	10	ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 เฉลี่ย			

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ลูกตุ้มมาตรฐาน Aหนัก 12.00 กรัม พอดี แต่เมื่อชั่งด้วยเครื่องชั่งในห้องปฏิบัติการเคมีปรากฏว่าอ่านได้ค่า 12.05 กรัม อยากทราบว่าเครื่องชั่งดังกล่าวมีความผิดพลาดสมบูรณ์เท่าใด
2. การหาความผิดพลาดสัมพัทธ์มีประโยชน์อย่างไร
3. จากการทดลองนี้ นักศึกษาจะเลือกใช้อุปกรณ์ใดในการตวงสารละลายปริมาตร 10.00 มิลลิลิตร เพราะเหตุใด
4. การวัดปริมาตรของของเหลวต่อไปนี้ ควรเลือกใช้อุปกรณ์ชนิดใดจึงจะเหมาะสม
 - ถ้าต้องการวัดปริมาตรขนาด 8 ml เลือกใช้.....
 - ถ้าต้องการวัดปริมาตรขนาด 7.5 ml เลือกใช้.....
 - ถ้าต้องการวัดปริมาตรขนาด 100.00 ml เลือกใช้.....
 - ถ้าต้องการวัดปริมาตรขนาด 28.50 ml เลือกใช้.....

บทปฏิบัติการที่ 3

การเปลี่ยนแปลงของสารในปฏิกิริยาเคมี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจของการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. บอกความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

หลักการ

สมบัติ เป็นตัวกำหนดหรือสิ่งที่บ่งบอกลักษณะ โดยทั่วไปเราจำแนกสมบัติของสารออกเป็น 2 ประเภทคือ สมบัติทางกายภาพ (physical property) และสมบัติทางเคมี (chemical property)

สมบัติทางกายภาพ เป็นสมบัติของสารที่เราสามารถสังเกตเห็นได้โดยจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสาร ได้แก่ สี, กลิ่น, รส, การละลาย, ความหนาแน่น, ความถ่วงจำเพาะ, จุดหลอมเหลว, จุดเดือด เป็นต้น

สมบัติทางเคมี เป็นสมบัติที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบภายในของสาร เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วทำให้องค์ประกอบของสารเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบชนิดอื่น เช่น การเกิดสนิมของเหล็ก, การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า หรือการเผาไหม้ของถ่านหินหรือน้ำมันเชื้อเพลิงในอากาศ จะเห็นว่ามี การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบของสารได้สารชนิดใหม่เกิดขึ้น

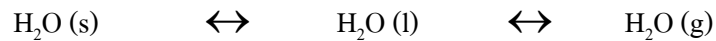
ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีบางประการของเหล็ก

ที่มา : วัชร ชาติกิตติคุณวงศ์ (2543)

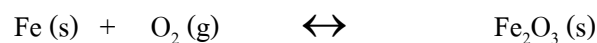
สาร	สมบัติทางกายภาพ				สมบัติทางเคมี
	สี	ความหนาแน่น (g/cm ³ , 20°C)	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)	
เหล็ก	สีเทา	7.874	1,535	3,000	- เกิดปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนในบรรยากาศได้สารประกอบออกไซด์ของเหล็ก (Fe ₂ O ₃) เกิดเป็นสนิมเหล็ก

การเกิดปฏิกิริยาสังเกตได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นแบ่งออกเป็น การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (physical change) และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (chemical change)

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอกที่สามารถสังเกตเห็นได้ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบภายในของสาร สังเกตได้จากสถานะ , สี , กลิ่น , แก๊ส , การตกตะกอน , การให้ความร้อนและแสงสว่าง ช่วยให้เราสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เป็นการเปลี่ยนแปลงชั่วคราวเมื่อตั้งทิ้งไว้ในสภาวะที่เหมาะสมสามารถเปลี่ยนกลับสู่สภาพเดิมได้เอง มวลของสารคงเดิม เช่น การเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำจากน้ำแข็งกลายเป็นน้ำและกลายเป็นไอน้ำ



การเปลี่ยนแปลงทางเคมี เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของสาร มีสารใหม่เกิดขึ้นซึ่งจะมีสมบัติแตกต่างไปจากสารเดิม ในการเปลี่ยนแปลงทางเคมีสังเกตได้จากอาจมีแก๊สเกิดขึ้น มีตะกอนหรือเกิดสารประกอบที่ไม่ละลาย มีการเปลี่ยนแปลงความร้อน ทั้งนี้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีก็อาจมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเกิดขึ้นด้วย เช่น การเปลี่ยนสีของสารละลาย การเปลี่ยนแปลงทางเคมียกตัวอย่าง เช่น การเกิดสนิมเหล็กซึ่งเกิดจากเหล็กทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนในบรรยากาศเกิดเป็นออกไซด์ของเหล็กหรือที่เรียกว่าสนิมเหล็กเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีพร้อมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพสังเกตจากการเปลี่ยนสีจากสีเทา กลายเป็นสีน้ำตาล การเปลี่ยนแปลงทางเคมีเป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวรไม่สามารถเปลี่ยนกลับสู่สภาพเดิมได้เอง

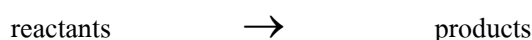


ตารางที่ 3.2 แสดงตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมี
ที่มา : วัชรวิ ชาตินิกิตติคุณวงศ์ (2543)

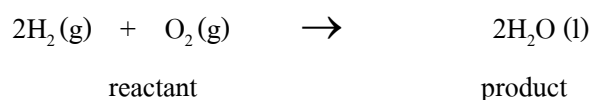
การเปลี่ยนแปลง	ชนิดของการเปลี่ยนแปลง
การเดือดของน้ำ	กายภาพ
การแข็งตัวของน้ำ	กายภาพ
อิเล็กโทรลิซิสของน้ำ	เคมี
การหลอมเหลวของเหล็ก	กายภาพ
การเป็นสนิมของเหล็ก	เคมี
การเผาไหม้	เคมี
การย่อยอาหาร	เคมี

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีเรียกว่าปฏิกิริยาเคมี (chemical reaction) เป็นขบวนการที่มีการจัดเรียงอะตอมของสาร โดยมีการสลายพันธะและ/หรือการสร้างพันธะใหม่ทำให้ได้ผลผลิตใหม่ที่มีคุณสมบัติทางเคมีแตกต่างจากสารเดิม เราสามารถเขียนปฏิกิริยาเคมีในรูปของสมการเคมี

ปฏิกิริยาเคมีจะต้องประกอบไปด้วยสารตั้งต้นของปฏิกิริยาหรือที่เรียกว่า reactants ผลผลิตของปฏิกิริยาหรือที่เรียกว่า product และแสดงทิศทางการเกิดปฏิกิริยาโดยใช้ลูกศรกำกับ

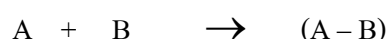


ในสมการเคมีต้องแสดงสถานะทางกายภาพของสารตั้งต้นและผลผลิตโดยกำกับด้วยสัญลักษณ์ (g) แทนสถานะก๊าซ (l) แทนสถานะของเหลว (s) แทนสถานะของแข็ง และ (aq) แทนสถานะสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย เช่น



แบ่งออกได้ 4 ชนิด (ตามลักษณะของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น)

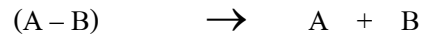
1. ปฏิกิริยาการรวมตัว (Combination reaction) อาจเรียกว่า addition reaction



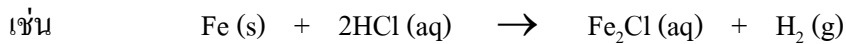
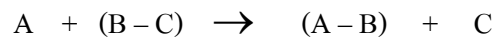
เช่น $\text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \rightarrow \quad \text{CaCO}_3(\text{s})$



2. ปฏิกิริยาการสลายตัว (Decomposition reaction) เป็นปฏิกิริยาเคมีที่มีการสลายให้ธาตุออกมาสองตัวหรือมากกว่า

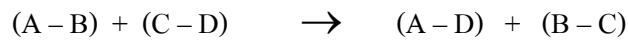


3. ปฏิกิริยาการแทนที่ (Displacement reaction) เป็นปฏิกิริยาเคมีที่มีสารตั้งต้น 2 ชนิด สารตั้งต้นที่เป็นธาตุจะเข้าแทนที่ธาตุหนึ่งในสารตั้งต้นที่เป็นสารประกอบ นั่นคือ



ธาตุเหล็ก (Fe) จะเข้าไปแทนที่ธาตุไฮโดรเจนในสารประกอบ HCl

4. ปฏิกิริยาแทนที่ 2 ครั้ง (Double displacement reaction) เป็นปฏิกิริยาที่มีสารประกอบ 2 ชนิดทำปฏิกิริยากัน โดยอะตอมหรือกลุ่มของอะตอมจากสารประกอบหนึ่งแลกเปลี่ยนกับอะตอมหรือกลุ่มของอะตอมของสารประกอบอีกชนิดหนึ่ง นั่นคือ



การอ่านชื่อสารประกอบที่เกิดจากปฏิกิริยา ถ้าสารประกอบที่เกิดขึ้นมาจากไอออนบวกและไอออนลบ ให้อ่านชื่อโดยอ่านไอออนบวกแล้วตามด้วยไอออนลบ ตัวอย่างไอออนบวกและไอออนลบแสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงตัวอย่างสูตรและชื่อเรียกของไอออนที่มีหลายอะตอม

ที่มา : <http://www.bc.edu/schools/cas/chemistry/undergrad/gen/fall/SolrulesReact.pdf>

ชื่อ	สูตร	ชื่อ	สูตร
Acetate	$C_2H_3O_2^-$	Hydrogen sulfite (bisulfite)	HSO_3^-
Ammonium	NH_4^+	Hydroxide	OH^-
Carbonate	CO_3^{2-}	Hypochlorite	ClO^-
Chlorate	ClO_3^-	Nitrate	NO_3^-
Chlorite	ClO_2^-	Nitrite	NO_2^-
Chromate	CrO_4^{2-}	Oxalate	$C_2O_4^{2-}$
Cyanide	CN^-	Perchlorate	ClO_4^-
Dichromate	$Cr_2O_7^{2-}$	Permanganate	MnO_4^-
Dihydrogen phosphate	$H_2PO_4^-$	Peroxide	O_2^{2-}
Hydrogen carbonate (bicarbonate)	HCO_3^-	Phosphate	PO_4^{3-}
Hydrogen phosphate	HPO_4^{2-}	Sulfate	SO_4^{2-}
Hydrogen sulfate (bisulfate)	HSO_4^-	Sulfite	SO_3^{2-}
Thiocyanate	SCN^-		

อุปกรณ์และสารเคมี

1. หลอดทดลอง
2. หลอดหยด
3. แท่งแก้ว
4. ตะเกียงแอลกอฮอล์
5. กระจกตวง
6. ปีกเกอร์
7. สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ เข้มข้น 0.1 โมลาร์ (0.1 M NH_4Cl)
8. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.1 โมลาร์ (0.1 M $NaOH$)
9. สารละลายคอปเปอร์ไนเตรต เข้มข้น 0.1 โมลาร์ (0.1 M $Cu(NO_3)_2 \cdot 9H_2O$)
10. สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.1 โมลาร์ (0.1 M NH_4OH)
11. เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethylalcohol, C_2H_5OH)

12. กรดอะซิติก (Acetic acid , CH_3COOH)
13. ผลึกคอปเปอร์ไนเตรต ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$)
14. กระจกยลิตมัส

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 ปฏิกริยาที่ทำให้เกิดแก๊ส

1. นำหลอดทดลองที่สะอาดและแห้งมา 2 หลอด
หลอดที่ 1 เติมสารละลาย $0.1 \text{ M NH}_4\text{Cl}$ 2 มิลลิลิตร
หลอดที่ 2 เติมสารละลาย 0.1 M NaOH 2 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายหลอดที่ 1 ลงในหลอดที่ 2 นำสารละลายที่ได้ไปอุ่นในอ่างน้ำร้อน สังเกตว่ามีแก๊สเกิดขึ้นหรือไม่ (ทดสอบโดยการนำกระจกยลิตมัสที่ขึ้นมาจากหลอด และสังเกตกลิ่นที่เกิดขึ้น) พร้อมทั้งเขียนสมการเคมีแสดงการเปลี่ยนแปลง

ตอนที่ 2 ปฏิกริยาที่ทำให้เกิดตะกอน

1. นำหลอดทดลองที่สะอาดและแห้งมา 1 หลอด เติมสารละลาย $0.1 \text{ M Cu}(\text{NO}_3)_2$ ลงไป 2 มิลลิลิตร
2. ค่อยๆ หยดสารละลาย $0.1 \text{ M NH}_4\text{OH}$ ลงไปที่ละหยด เขย่าให้สารละลายผสมกัน เมื่อเกิด ตะกอนขึ้นให้ทำการหยดสารละลาย NH_4OH ต่อไปเรื่อยๆ จนเกิดการเปลี่ยนแปลงอีกครั้ง
3. เขียนสมการเคมีแสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

ตอนที่ 3 ปฏิกริยาที่ทำให้เกิดกลิ่น

1. นำหลอดทดลองที่สะอาดและแห้งมา 2 หลอด
หลอดที่ 1 เติมสารละลาย $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 3 มิลลิลิตร
หลอดที่ 2 เติมสารละลาย CH_3COOH 3 มิลลิลิตร
เทสารละลายหลอดที่ 1 ลงในหลอดที่ 2 เขย่าให้สารละลายผสมกัน
2. ทดสอบกลิ่นของสารที่เกิดขึ้น เปรียบเทียบกับกลิ่นของสารตั้งต้น
3. เขียนสมการเคมีแสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

ตอนที่ 4 ความร้อนที่ทำให้เกิดปฏิกิริยา

1. นำหลอดทดลองมา 2 หลอด แต่ละหลอดใส่ผลึก $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ หลอดละประมาณ 1 มิลลิกรัม
2. หลอดที่ 1 นำไปเผาไฟด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ สังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของสารที่เกิดขึ้นจนกระทั่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ
หลอดที่ 2 ใช้เปรียบเทียบ
3. เมื่อหลอดทดลองทั้ง 2 เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้อง นำมาเติมน้ำกลั่นหลอดละ 3 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนสารในหลอดทั้ง 2
4. เปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงจากการเผา และผลการละลายของสารในหลอดทดลองทั้ง 2 หลอด

บันทึกผลการทดลอง

รายงานการทดลองเรื่อง

ชื่อผู้ทำการทดลอง

1.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

2.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

3.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

วันที่ทำการทดลอง

อาจารย์ผู้ควบคุม

วัตถุประสงค์

1.

2.

3.

4.

บันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 1 ปฏิกริยาที่ทำให้เกิดแก๊ส

ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น คือ

แก๊สที่เกิดขึ้น คือ

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่เกิดขึ้น คือ

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้น คือ

ตอนที่ 2 ปฏิกริยาที่ทำให้เกิดตะกอน

ปฏิกริยาเคมีที่เกิดขึ้น คือ
ตะกอนที่เกิดขึ้น คือ
การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่เกิดขึ้น คือ
การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้น คือ

ตอนที่ 3 ปฏิกริยาที่ทำให้เกิดกลิ่น

ปฏิกริยาเคมีที่เกิดขึ้น คือ
สารใหม่ที่เกิดขึ้น คือ
การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่เกิดขึ้น คือ
การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้น คือ

ตอนที่ 4 ความร้อนทำให้เกิดปฏิกริยา

- เมื่อทำการเผา

ปฏิกริยาเคมีที่เกิดขึ้นในหลอดที่ 1
การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่เกิดขึ้น
การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้น

- เมื่อนำมาละลาย

การละลายในหลอดที่ 1
การละลายในหลอดที่ 2
การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่เกิดขึ้น
การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้น

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....
.....
.....
.....
.....
.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือไม่ เพราะอะไร
2. ในการทดลองนี้มีการทดลองใดบ้างที่มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเพียงอย่างเดียว พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ
3. จากการทดลองตอนที่ 4 เหตุใดการละลายของสารในหลอดทั้ง 2 จึงแตกต่างกัน

บทปฏิบัติการที่ 4

สมบัติบางประการของธาตุเรฟรีเซนเททีฟและธาตุทรานซิชัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสมบัติบางประการของธาตุเรฟรีเซนเททีฟและธาตุทรานซิชัน

หลักการ

ธาตุ สามารถแบ่งตามการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อยได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือธาตุเรฟรีเซนเททีฟและธาตุทรานซิชัน

ธาตุเรฟรีเซนเททีฟ เป็นธาตุที่อะตอมหรือไอออนมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนบรรจุใน s หรือ p ออร์บิทัล โดยธาตุหมู่ IA และธาตุหมู่ IIA มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนบรรจุใน s ออร์บิทัล และหมู่ IIIA ถึงหมู่ VIIIA มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนบรรจุใน p ออร์บิทัล ธาตุเรฟรีเซนเททีฟแบ่งออกเป็น โลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ

โลหะสามารถทำปฏิกิริยากับน้ำได้สารประกอบโลหะไฮดรอกไซด์ที่มีฤทธิ์เป็นเบส และก๊าซไฮโดรเจนเป็นผลิตภัณฑ์



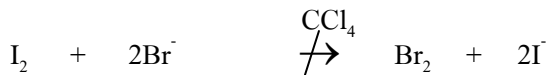
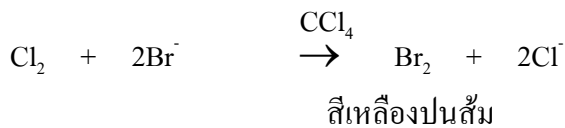
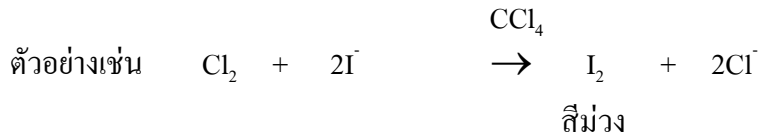
ซึ่งธาตุที่เป็นโลหะโดยเฉพาะหมู่ IA (โลหะอัลคาไล) มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยามากกว่า โลหะหมู่ IIA (โลหะอัลคาไลเอิร์ท) และโลหะหมู่ IIIA โลหะจะไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะด้วยกัน แต่สามารถทำปฏิกิริยากับอโลหะโดยโลหะทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอนแล้วเกิดเป็นไอออนที่มีประจุบวกและอโลหะทำหน้าที่รับอิเล็กตรอนแล้วเกิดเป็นไอออนที่มีประจุลบ เกิดเป็นสารประกอบที่เรียกว่าสารประกอบไอออนิก

อโลหะ เช่น ธาตุหมู่ VIA สามารถทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนเกิดเป็นสารประกอบออกไซด์ที่เป็นก๊าซเมื่อละลายน้ำแล้วมีฤทธิ์เป็นกรด เช่น



สำหรับฮาโลเจนหรือธาตุหมู่ VIIA สามารถละลายและเกิดสีในชั้น CCl_4 ได้ดีกว่าในชั้นน้ำ ความว่องไวในการทำปฏิกิริยาของธาตุหมู่ VIIA ลดลงจากบนลงล่าง ดังนั้นสารประกอบของธาตุบน (X_2) จะทำปฏิกิริยากับไอออนลบของธาตุล่าง (Y^-) ได้ดีกว่า การทดสอบความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาของธาตุกลุ่มฮาโลเจนทำได้โดยสังเกตสีของฮาโลเจนอิสระที่เกิดในชั้น CCl_4 (อยู่ชั้นล่างเนื่องจากมีความถ่วงจำเพาะมากกว่าน้ำ) ดังนี้ เช่น

Cl_2	ใส - ไม่มีสี
Br_2	สีเหลืองปนส้ม (orange - brown)
I_2	สีม่วง (violet)



ดังนั้น ความสามารถในการรับอิเล็กตรอน เรียงลำดับได้ดังนี้ : $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$
 ความสามารถในการให้อิเล็กตรอน เรียงลำดับได้ดังนี้ : $\text{F}^- < \text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{I}^-$

ธาตุทรานซิชัน เป็นธาตุที่อะตอมหรือไอออนมีวาเลนซ์อิเล็กตรอนใน d หรือ f ออร์บิทัล ได้แก่ธาตุในหมู่ B ทั้งหมด คือ ตั้งแต่ หมู่ IB ไปจนถึงหมู่ VIII B โดยเฉพาะหมู่ VIII B ประกอบด้วย 9 ธาตุ เนื่องจากมีคุณสมบัติใกล้เคียงกันมาก

ลักษณะเด่นของธาตุทรานซิชัน

1. แสดงเลขออกซิเดชันได้หลายค่า ยกเว้นหมู่ IIIB และหมู่ IIB ซึ่งเกิดสารประกอบที่มีเลขออกซิเดชัน +3 และ +2 ตามลำดับ

2. สารประกอบหลายตัวมีสมบัติเป็นสารพาราแมกเนติก (paramagnetic) คือ ถูกดึงดูดอย่างอ่อนๆ ด้วยแม่เหล็ก ในขณะที่สารประกอบของธาตุกลุ่มเรพรีเซนเททีฟเกือบทั้งหมดไม่มีคุณสมบัตินี้เพราะไม่มีอิเล็กตรอนเดี่ยว

3. สารประกอบส่วนใหญ่ (ยกเว้นหมู่ IIIB) มีสี

4. มีแนวโน้มเกิดสารเชิงซ้อน (complex compound) ได้ง่ายกว่าธาตุเรพรีเซนเททีฟ

ตารางที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสีของสารประกอบและเลขออกซิเดชันของโครเมียมและแมงกานีส

ที่มา : ฐิตยา ศรขวัญ (2548)

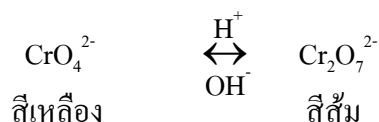
สูตร	ชื่อ	สี	เลขออกซิเดชัน
Cr^{2+}	โครเมียม(II)ไอออน	น้ำเงิน	+2
Cr^{3+}	โครเมียม(III)ไอออน	เขียว	+3
CrO_4^{2-}	โครเมตไอออน	เหลือง	+6
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	ไดโครเมตไอออน	ส้ม	+6
Mn^{2+}	แมงกานีส(II)ไอออน	ชมพูอ่อน	+2
Mn^{3+}	แมงกานีส(III)ไอออน	น้ำตาล	+3
MnO_2	แมงกานีส(IV) ออกไซด์	น้ำตาลแดงหรือดำ	+4
MnO_4^{2-}	แมงกานัตไอออน	เขียว	+6
MnO_4^-	เปอร์แมงกานัตไอออน	ม่วงแดง	+7

การที่ไอออนของธาตุทรานซิชันมีสีที่แตกต่างกันทำให้เราสามารถทราบการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาซึ่งสังเกตได้จากสีของสารละลายที่เกิดขึ้นในขั้นตอนต่างๆ ต่อไปนี้

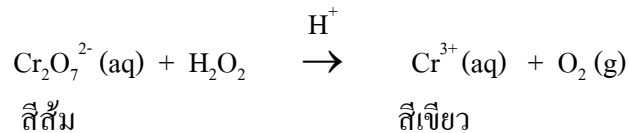
1. โครเมียม

โครเมียมสามารถเกิดสารประกอบได้หลายชนิด มีสีที่แตกต่างกันและมีเลขออกซิเดชันหลายค่า

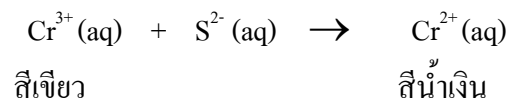
- เมื่อนำสารละลายโครเมตไอออน (CrO_4^{2-}) ซึ่งมีสีเหลืองมาเติมกรดลงไปจะได้สารละลายสีส้มซึ่งอยู่ในรูปของไดโครเมตไอออน ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$)



- เมื่อนำสารละลายสีส้มมาทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์โดยมีกรดตัวเร่งปฏิกิริยาจะได้สารละลายสีเขียวพร้อมกับมีฟองก๊าซเกิดขึ้น โดยเลขออกซิเดชันของโครเมียมจะเปลี่ยนจาก +6 เป็น +3 ดังสมการ



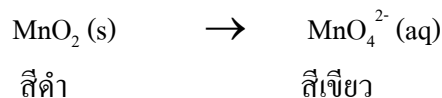
- นำสารละลายสีเขียวของ Cr^{3+} ทำปฏิกิริยากับซัลไฟด์ไอออนได้สารละลายสีน้ำเงินที่อยู่ในรูปของ Cr^{2+}



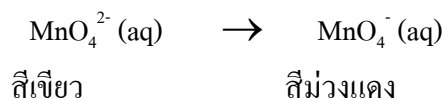
2. แมงกานีส

แมงกานีส สามารถเกิดสารประกอบได้หลายชนิด มีสีต่างกันและมีเลขออกซิเดชันต่างกัน

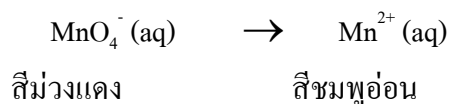
- เมื่อนำแมงกานีส(II) ออกไซด์ ไปเผาพร้อมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ จนหลอมเหลวรวมกันแล้วเติมน้ำลงไปจะได้สารละลายสีเขียว โดยเลขออกซิเดชันของแมงกานีสจะเปลี่ยนจาก +4 เป็น +6 ดังสมการ



- เมื่อเติมกรดซัลฟิวริกลงไปในสารละลายของ MnO_4^{2-} จะได้สารละลายสีม่วงแดง โดยเลขออกซิเดชันของแมงกานีสจะเปลี่ยนจาก +6 เป็น +7 ดังสมการ



- เมื่อเติมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ลงไปในสารละลายของ MnO_4^- จะได้สารละลายสีชมพูอ่อน โดยเลขออกซิเดชันของแมงกานีสจะเปลี่ยนจาก +7 เป็น +2 ดังสมการ



24. สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ เข้มข้น 0.1 โมลาร์ (0.1 M KI)
25. สารละลายโพแทสเซียมโครเมต เข้มข้น 0.1 โมลาร์ (0.1 M $KCrO_4$)
26. สารละลายกรดซัลฟิวริก เข้มข้น 1 โมลาร์ (1 M H_2SO_4)
27. เกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
28. ผงแมงกานีสไดออกไซด์ (MnO_2)
29. สารละลายโซเดียมซัลไฟด์ เข้มข้น 0.1 โมลาร์ (0.1 M Na_2S)
30. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 2 โมลาร์ (2 M NaOH)
31. สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เข้มข้น 3% (3% H_2O_2)
32. น้ำกลั่น

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 สมบัติของธาตุเรพรีเซนเททีฟ

- ปฏิกริยาของโลหะหมู่ IA, IIA และ IIIA

1. เติมสารละลาย 1 M HCl ปริมาณ 3 มิลลิลิตร และสารละลาย 1 M NaOH ปริมาณ 3 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองอย่างละ 1 หลอด หยดฟีนอล์ฟธาไลน์ลงในหลอดทดลองทั้งสองหลอด ๆ ละ 3 หยด สังเกตสีของสารละลาย

2. เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 3 ใบ หยดฟีนอล์ฟธาไลน์ลงไปบีกเกอร์ละ 3 หยด

3. ใช้ปากคีบคีบชิ้นโลหะโซเดียมที่ฉับให้แห้ง ใส่ลงในบีกเกอร์ใบที่หนึ่ง ใช้กระจกนาฬิกาปิดปากบีกเกอร์ทันที สังเกตการเปลี่ยนแปลง แล้วนำลวดแมงกานีสและอลูมิเนียมที่ขัดสะอาดใส่ลงในบีกเกอร์ใบที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ตั้งทิ้งไว้ 3 นาที สังเกตผล

4. นำบีกเกอร์ที่ 2 และ 3 ไปตั้งไฟที่อุณหภูมิประมาณ $60^{\circ}C$ นาน 3 นาที สังเกตผลการทดลอง

- ปฏิกริยาของโลหะหมู่ VIA

1. ชั่งผงกำมะถันประมาณ 1 กรัม ใส่ในหลอดทดลองชนิดทนไฟ นำไปเผาด้วยเปลวไฟจนกระทั่งเกิดควันสีขาว (ควรทำในตู้ควันและระวังอย่าสูดดมควันสีขาวที่เกิดขึ้น) ปิดหลอดทดลองด้วยจุกไม้กอร์กสักครู่

2. ตวงน้ำกลั่นประมาณ 2 มิลลิลิตร เทลงในหลอดทดลองข้อ 1 ที่มีควันสีขาวอยู่ เขย่าให้ละลายน้ำ

3. ใช้แท่งแก้วคน จุ่มสารละลายในหลอดแก้วตะบ่นกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินและสีแดง สังเกตผลการเปลี่ยนแปลง

- **ปฏิกิริยาของอโลหะหมู่ VIIA**

1. เติม CCl_4 ลงในหลอดทดลอง 3 หลอด ๆ ละ 1 มิลลิลิตร เติมสารละลายคลอรีน สารละลายโบรมีน และสารละลายไอโอดีนอย่างละ 5 – 6 หยด ลงในหลอดทดลองแต่ละหลอด ตามลำดับ สังเกตสีของสารละลาย บันทึกผลการเปลี่ยนแปลง

2. เติมสารละลาย 0.1 M KCl , KBr และ KI ชนิดละ 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก เติมสารละลายคลอรีนลงไปหลอดละ 10 หยด เขย่าแล้วเติม CCl_4 ลงไปหลอดละ 1 มิลลิลิตร เขย่าและสังเกตการเปลี่ยนแปลง

3. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่ใช้สารละลายโบรมีนแทนสารละลายคลอรีน

4. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่ใช้สารละลายไอโอดีนแทนสารละลายคลอรีน

ตอนที่ 2 สมบัติของธาตุทรานซิชัน

- **ปฏิกิริยาของโครเมียม**

1. เติมสารละลาย 0.1 M KCrO_4 ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ในหลอดทดลองขนาดเล็ก สังเกตสี

2. เติมสารละลาย 1 M H_2SO_4 ลงไป 1 มิลลิลิตร เขย่าและสังเกตการเปลี่ยนแปลง

- **ปฏิกิริยาของแมงกานีส**

1. ใส่ NaOH 0.5 กรัม ลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ เติม MnO_2 ลงไป 0.3 กรัม เผาสังเกตเห็นการเปลี่ยนสี ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่นลงไป 5 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้จนส่วนที่ไม่ละลายตกตะกอน

2. นำสารละลายจากข้อ 1 ประมาณ 4 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองขนาดใหญ่ เติม 1 M H_2SO_4 ลงไป 2 มิลลิลิตร เขย่า สังเกตผลการทดลอง บันทึกผล

3. เติม 0.1 M Na_2S ลงไปที่ละหยด เขย่าจนตะกอนไม่เกิดเพิ่มขึ้นอีก สังเกตสีของตะกอนและสารละลาย กรองแล้วเก็บสารละลายไว้ทำการทดลองต่อไป

4. นำสารละลายที่กรองแล้วมา 2 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติม 2 M NaOH ทีละหยด เขย่าจนตะกอนไม่เกิดเพิ่มขึ้นอีก สังเกตสีของตะกอนที่เกิดในตอนแรกและหลังจากเขย่าแล้ว 2 นาที บันทึกผล

บันทึกผลการทดลอง

รายงานการทดลองเรื่อง

ชื่อผู้ทำการทดลอง

1.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

2.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

3.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

วันที่ทำการทดลอง

อาจารย์ผู้ควบคุม

วัตถุประสงค์

1.

2.

3.

4.

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 สมบัติของธาตุเรฟริเซนเททึฟ

- ปฏิกริยาของโลหะหมู่ IA , IIA และ IIIA

เมื่อหยดสารละลายกรดไฮโดรคลอริกผสมกับฟีนอล์ฟธาลีน

.....

เมื่อหยดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ผสมกับฟีนอล์ฟธาลีน

.....

การทดลอง	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้	
	น้ำที่อุณหภูมิห้อง	น้ำที่อุณหภูมิ 60 °C
โซเดียม		
แมกนีเซียม		
อลูมิเนียม		

- ปฏิกริยาของอโลหะหมู่ VIA

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้
กำมะถัน	

- ปฏิกริยาของอโลหะหมู่ VIIA

เมื่อเติมสารละลายคลอรีนใน CCl_4

เมื่อเติมสารละลายโบรมีนใน CCl_4

เมื่อเติมสารละลายไอโอดีนใน CCl_4

การทดลอง	สีของสารละลายในชั้น CCl_4 เมื่อเติมสารละลาย		
	Cl_2	Br_2	I_2
KCl			
KBr			
KI			

ตอนที่ 2 สมบัติของธาตุทรานซิชัน

- ปฏิริยาของโครเมียม

การทดลอง	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็น
สารประกอบโครเมียม	

- ปฏิริยาของแมงกานีส

การทดลอง	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็น
1. เฝ้า $\text{NaOH} + \text{MnO}_2$	
2. เติม 1 M H_2SO_4	
3. เติม 0.1 M Na_2S	
4. เติม 2 M NaOH	

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลองตอนที่ 1 สารละลายในบีกเกอร์ที่เติมธาตุแต่ละชนิดลงไปมีสมบัติเป็นกรดหรือเบส
2. จากการทดลองตอนที่ 1 เปรียบเทียบความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาของธาตุทั้ง 3 พร้อมเขียนสมการแสดงการเปลี่ยนแปลง
3. จากการทดลองตอนที่ 2 นักศึกษาคิดว่าแมงกานีส , โครเมียม ในแต่ละปฏิกิริยามีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันอย่างไร พร้อมยกตัวอย่างประกอบ
4. จากการทดลองตอนที่ 2 สีของสารประกอบมีความสัมพันธ์กับเลขออกซิเดชันของธาตุหรือไม่ พร้อมยกตัวอย่างประกอบ

บทปฏิบัติการที่ 5

สมบัติของสารประกอบไอออนิกและสารประกอบโคเวเลนต์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบสมบัติบางประการของสารประกอบไอออนิกและสารประกอบโคเวเลนต์

หลักการ

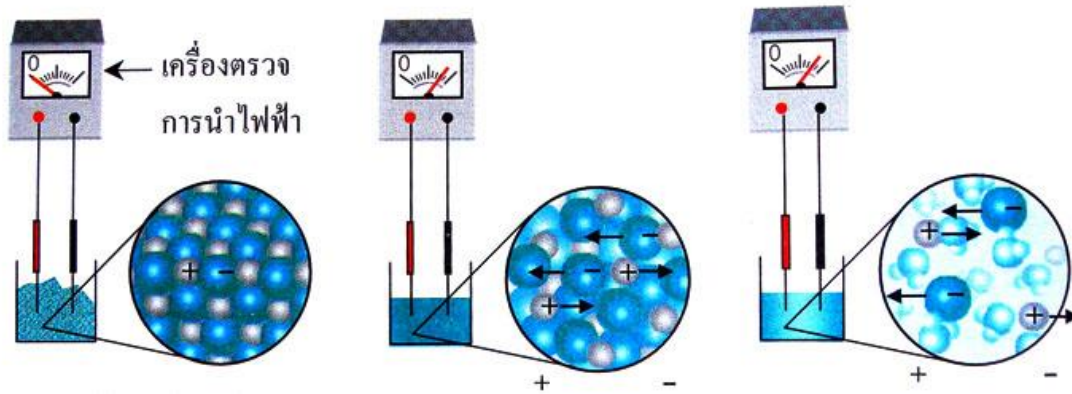
สารประกอบ (compounds) คือ สารบริสุทธิ์ที่เกิดจากการรวมตัวกันของธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป โดยมีอัตราส่วนการรวมตัวที่แน่นอน อะตอมของธาตุที่เข้ามารวมตัวกันยึดกันด้วยพันธะเคมี แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ โดยยึดตามชนิดของพันธะเคมีเป็นเกณฑ์

1. สารประกอบไอออนิก (ionic compounds) เป็นสารประกอบที่เกิดจากไอออนบวกรวมตัวกับไอออนลบด้วยพันธะไอออนิก ซึ่งเป็นพันธะที่มีความแข็งแรงจึงทำให้สารประกอบประเภทนี้มีจุดเดือด – จุดหลอมเหลวสูง โดยทั่วไปสารประกอบไอออนิกจะอยู่ในรูปของผลึกในสถานะที่เป็นของแข็งไม่สามารถนำไฟฟ้าได้ แต่เมื่อเกิดการหลอมเหลวเปลี่ยนสถานะจากของแข็งมาเป็นของเหลวจะสามารถนำไฟฟ้าได้ สารประกอบประเภทนี้จะละลายได้ดีในน้ำเพราะโมเลกุลของน้ำจะเข้าไปล้อมรอบประจุทำให้แรงดึงดูดระหว่างประจุถูกทำลายประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบเคลื่อนที่โดยอิสระจึงทำให้สามารถนำไฟฟ้าได้ การเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารประกอบนี้จะเกิดขึ้นได้เร็ว ตัวอย่างของสารประกอบประเภทนี้ได้แก่ NaCl , K_2O , MgSO_4 , CaCl_2 ฯลฯ

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของสารประกอบไอออนิกบางชนิด

ที่มา : http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=69482

สารประกอบไอออนิก	สูตรโมเลกุล	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)
โซเดียมไฮดรอกไซด์	NaOH	318.4	1,390
โพแทสเซียมออกไซด์	K_2O	350	1,320 – 1,324
แคลเซียมคลอไรด์	CaCl_2	782	1,600
โซเดียมคลอไรด์	NaCl	801	1,413
อะลูมิเนียมออกไซด์	Al_2O_3	2,072	2,980
โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์	KOH	360	1,505



ภาพที่ 5.1 แสดงสภาพการนำไฟฟ้าของสารประกอบไอออนิก

ก. สารประกอบไอออนิกสถานะของแข็ง

ข. สารประกอบไอออนิกหลอมเหลว

ค. สารละลายของสารประกอบไอออนิก

ที่มา : <http://www.vcharkarn.com/lesson/view.php?id=1170>

2. สารประกอบโคเวเลนต์ (covalent compounds) เป็นสารประกอบที่เกิดจากอะตอมของอโลหะมีการนำอิเล็กตรอนมาใช้ร่วมกันเป็นคู่ๆ ทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวภายในโมเลกุลเกิดเป็นพันธะที่เรียกว่าพันธะโคเวเลนต์ สารประกอบประเภทนี้แบ่งได้เป็น 2 ชนิดโดยยึดความสามารถในการละลายเป็นเกณฑ์ ได้แก่ สารประกอบโคเวเลนต์ชนิดไม่มีขั้ว (nonpolar covalent compounds) เป็นสารประกอบโคเวเลนต์ที่ไม่ละลายน้ำ เช่น ลูกลิ้น , เฮกเซน , ออกเทน ฯลฯ เป็นต้น และสารประกอบโคเวเลนต์มีขั้ว (polar covalent compounds) ซึ่งเป็นสารประกอบโคเวเลนต์ที่ละลายน้ำได้ ได้แก่ แอลกอฮอล์บางชนิด สารประกอบโคเวเลนต์ชนิดนี้ถึงแม้ว่าจะละลายน้ำได้แต่ไม่สามารถนำไฟฟ้าได้ คุณสมบัติเด่นสารประกอบโคเวเลนต์คือมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่ำ ปฏิกิริยาของสารประกอบโคเวเลนต์เกิดช้าเพราะจะต้องมีการสลายพันธะเดิมแล้วสร้างพันธะใหม่

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของสารประกอบโคเวเลนต์บางชนิด

ที่มา : www.mwit.ac.th/~chaiwat/c40121/bond-02.pdf

สารประกอบไอออนิก	สูตรโมเลกุล	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)
เอทานอล	C ₂ H ₅ OH	-114.1	78.3
แนพทาลีน	C ₁₀ H ₈	80.22	210.8
กำมะถัน	S ₈	113	445
น้ำ	H ₂ O	0	100
น้ำตาลทราย	C ₆ H ₁₂ O ₆	192	สลายตัว

อุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องตรวจวัดการนำไฟฟ้า
2. หลอดทดลองขนาดกลาง
3. แท่งแก้ว
4. ชามระเหย
5. โพแทสเซียมไนเตรต (KNO₃)
6. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)
7. โซเดียมไนไตรต์ (NaNO₂)
8. น้ำตาลทราย (Sugar Cane)
9. แนพทาลีน (C₁₀H₈)
10. เฮกเซน
11. น้ำกลั่น

วิธีการทดลอง

1. ชั่ง NaCl ใส่หลอดทดลองจำนวน 2 หลอด ๆ ละ 2 กรัม แล้วตรวจวัดการนำไฟฟ้าด้วยเครื่องวัดการนำไฟฟ้า
2. ตวงน้ำกลั่นปริมาณ 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่ 1 คนสารละลาย สังเกตการละลายแล้วนำไปวัดการนำไฟฟ้าอีกครั้ง

3. ตวงเฮกเซนปริมาณ 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองอีกหลอดหนึ่ง คนสารละลาย สังเกตการละลาย ถ้าละลายให้นำไปวัดการนำไฟฟ้าอีกครั้ง
4. ทำการทดลองเช่นเดียวกับ ข้อ 1 – 3 แต่เปลี่ยนจาก NaCl เป็นน้ำตาลทราย , KNO_3 , C_{10}H_8 , NaNO_2 สังเกตการเปลี่ยนแปลงแล้วบันทึกผล
5. ชั่ง NaCl ประมาณ 2 กรัม ใส่ในชามระเหยแล้วนำไปหลอมจนเป็นของเหลว สังเกตความยาก/ง่ายในการหลอมเหลว พร้อมทั้งวัดสภาพการนำไฟฟ้าเมื่อหลอมเหลวอีกครั้ง
6. ชั่งน้ำตาลทรายประมาณ 2 กรัม ใส่ในชามระเหยแล้วนำไปหลอมจนเป็นของเหลว สังเกตความยาก/ง่ายในการหลอมเหลว พร้อมทั้งวัดสภาพการนำไฟฟ้าเมื่อหลอมเหลวอีกครั้ง

บันทึกผลการทดลอง

รายงานการทดลองเรื่อง

ชื่อผู้ทำการทดลอง

1.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

2.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

3.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

วันที่ทำการทดลอง

อาจารย์ผู้ควบคุม

วัตถุประสงค์

1.

2.

3.

4.

ผลการทดลอง

สารทดสอบ	การละลาย		การนำไฟฟ้า		ชนิดของสารประกอบ
	น้ำ	เฮกเซน	ของแข็ง	สารละลาย	
NaCl					
น้ำตาลทราย					
KNO ₃					
C ₁₀ H ₈					
NaNO ₂					

ความยาก/ง่ายในการหลอมเหลวของ NaCl

สภาพการนำไฟฟ้าของ NaCl เมื่อหลอมเหลว

ความยาก/ง่ายในการหลอมเหลวของน้ำตาลทราย

สภาพการนำไฟฟ้าของน้ำตาลทรายเมื่อหลอมเหลว

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลอง นักศึกษาสามารถจำแนกสารประกอบโคเวเลนต์และสารประกอบไอออนิก โดยอาศัยความแตกต่างระหว่างสมบัติของสารประกอบได้หรือไม่ อย่างไร อธิบาย
2. สารประกอบที่นำมาทดลอง แต่ละชนิดมีความสามารถในการหลอมเหลวเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด จงอธิบายและให้เหตุผลประกอบ
3. จากการทดลอง สารประกอบโคเวเลนต์ชนิดใดเป็นสารประกอบโคเวเลนต์มีขั้วและชนิดใดเป็นสารประกอบโคเวเลนต์ชนิดไม่มีขั้ว

บทปฏิบัติการที่ 6

การเตรียมสารละลาย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเตรียมสารละลาย
2. สามารถเลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมสารละลายได้ถูกต้อง
3. สามารถหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายที่เตรียมได้ด้วยการไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน

หลักการ

ในการทดลองทางเคมีส่วนใหญ่จะใช้สารทดสอบที่มีสถานะของเหลว ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องเตรียมสารเคมีให้อยู่ในรูปของสารละลายที่มีความเข้มข้นตามความต้องการและมีความถูกต้องเพราะหากความเข้มข้นของสารละลายคลาดเคลื่อนอาจมีผลต่อการทดลอง สารละลายที่เตรียมได้เรียกว่าสารละลายมาตรฐาน (standard solution) จะมีความเข้มข้นเที่ยงตรงเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับความบริสุทธิ์ของสาร ซึ่งเราแบ่งสารละลายมาตรฐานออกเป็น 3 ประเภท

1. สารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ (primary standard) เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นที่แน่นอน เตรียมจากสารมาตรฐานปฐมภูมิซึ่งมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
 - มีความบริสุทธิ์ไม่ต่ำกว่า 99.9% มีรายละเอียดแสดงชนิดและปริมาณของสารมลทิน
 - มีความเสถียรในบรรยากาศปกติ ไม่ดูดความชื้นเมื่อตั้งทิ้งไว้ในอากาศ ไม่สลายตัวเมื่อโดนแสงแดดและความร้อน
 - ต้องเป็นสารประกอบที่ไม่มีโมเลกุลของน้ำ (hydrated) เป็นส่วนประกอบ
 - สามารถละลายได้ในตัวทำละลายที่หาง่าย ราคาถูก เช่น H_2O
 - มีน้ำหนักโมเลกุลสูง
2. สารละลายมาตรฐานทุติยภูมิ (secondary standard) เตรียมจากสารเคมีที่ไม่ใช่สารมาตรฐานปฐมภูมิ แล้วนำสารละลายที่เตรียมได้ไปหาความเข้มข้นที่แน่นอน (Standardization) โดยการไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ

3. สารละลายมาตรฐานตติยภูมิ (tertiary standard) เตรียมจากสารเคมีที่ไม่ใช่สารมาตรฐานปฐมภูมิ แล้วนำสารละลายที่เตรียมได้ไปหาความเข้มข้นที่แน่นอน(Standardization) โดยการไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานทุติยภูมิที่ standardize แล้ว

ในการเตรียมสารละลายต่างๆ ที่มีความเข้มข้นตามที่ต้องการสามารถทำได้หลายวิธี เช่น

1. การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ ทำได้โดยละลายสารบริสุทธิ์ตามปริมาณที่ต้องการในตัวทำละลายปริมาณเล็กน้อย แล้วปรับปริมาตรของสารละลายให้ได้ตามที่ต้องการ ถ้าต้องการเตรียมเป็นหน่วยโมลต่อลิตร มีขั้นตอนในการเตรียมดังนี้

กรณีที่สารมาตรฐานเป็นของแข็ง

- ขั้นที่ 1 กำหนดหาปริมาณตัวถูกละลายเป็นกรัม ตามสมการ

$$\frac{g}{M} = \frac{CV}{1000}$$

เมื่อ g คือ มวลของถูกละลาย มีหน่วยเป็นกรัม

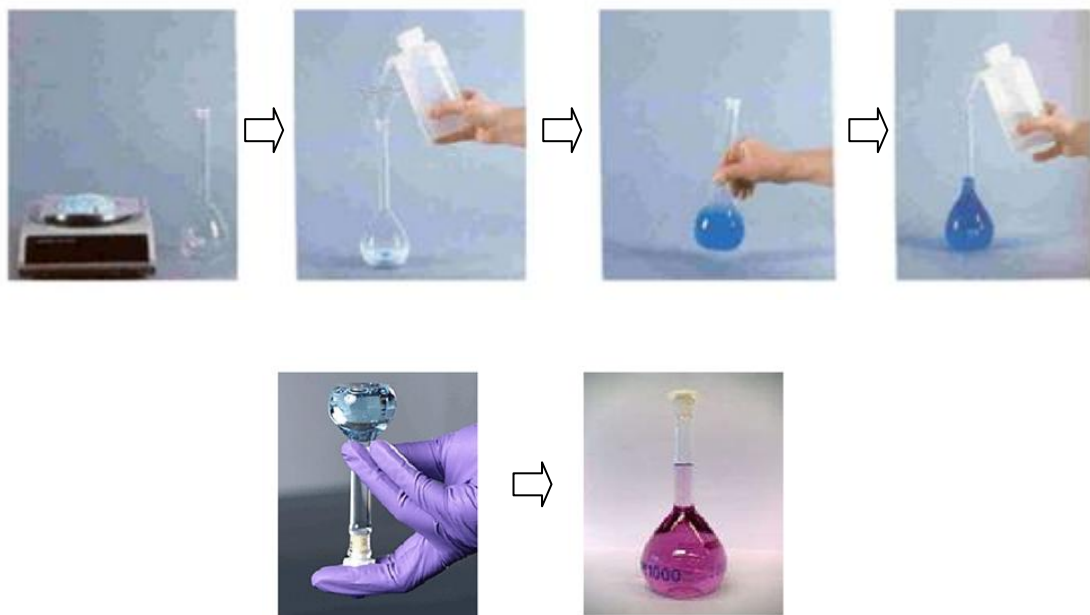
M คือ มวลโมเลกุลของตัวถูกละลาย

C คือ ความเข้มข้นของสารละลาย มีหน่วยเป็นโมลต่อลิตร

V คือ ปริมาตรของสารละลาย มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร

- ขั้นที่ 2 ชั่งสารตามปริมาณที่คำนวณได้ตามขั้นที่ 1 แล้วนำไปเทใส่ขวดวัดปริมาตรซึ่งมีขนาดเท่ากับปริมาตรของสารละลายที่ต้องการเตรียม เติมน้ำกลั่นลงไปพอประมาณ (เพื่อให้สารละลายหมด) เขย่าให้สารละลายหมด แล้วเติมน้ำกลั่นลงในขวดวัดปริมาตรจนถึงขีดบอกปริมาตร ปิดจุกเขย่าให้สารผสมเป็นเนื้อเดียวกันจะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาตรตามที่ต้องการ

- ขั้นที่ 3 เก็บสารละลายที่ได้ใส่ในขวดเก็บสาร ปิดฝาขวด และปิดฉลากบอกชื่อสาร สูตรของสาร ความเข้มข้น และวันที่เตรียมสาร



ภาพที่ 6.1 แสดงการเตรียมสารละลายจากสารมาตรฐานที่เป็นของแข็ง
ที่มา : <http://www.slideshare.net/Duduan/ss-8790533>

กรณีที่สารมาตรฐานเป็นของเหลวที่มีเข้มข้นในหน่วย %

- ขั้นที่ 1 คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วย % ให้เป็นโมลต่อลิตร ตามสมการ

$$C = \frac{10 \% d}{M}$$

เมื่อ C คือ ความเข้มข้นของสารละลาย มีหน่วยเป็นโมลต่อลิตร

% คือ ความเข้มข้นของตัวถูกละลายในหน่วย %

d คือ ความหนาแน่นของตัวถูกละลาย มีหน่วยเป็นกรัมต่อมิลลิลิตร

M คือ มวลโมเลกุลของตัวถูกละลาย

- ขั้นที่ 2 คำนวณหาปริมาตรของตัวถูกละลายที่จะใช้ ตามสมการ

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

เมื่อ C_1 คือ ความเข้มข้นของตัวถูกละลายที่นำมาใช้ มีหน่วยเป็นโมลต่อลิตร

V_1 คือ ปริมาตรของตัวถูกละลายที่นำมาใช้ มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร

C_2 คือ ความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการ มีหน่วยเป็นโมลต่อลิตร

V_2 คือ ปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร

- ขั้นที่ 3 เติมน้ำกลั่นลงในขวดวัดปริมาตรพอประมาณ ใช้ปิเปตดูดสารละลายที่ต้องการเตรียมตามปริมาณที่คำนวณได้ในขั้นตอนที่ 2 ใส่ลงในขวดวัดปริมาตร เขย่าให้สารละลายเข้ากัน แล้วเติมน้ำกลั่นลงในขวดวัดปริมาตรจนถึงขีดบอกปริมาตร ปิดจุกเขย่าให้สารผสมเป็นเนื้อเดียวกันจะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาตรตามที่ต้องการ
- ขั้นที่ 4 เก็บสารละลายที่ได้ไว้ในขวดเก็บสาร ปิดฝาขวด และปิดฉลากบอกชื่อสาร สูตรของสาร ความเข้มข้น และวันที่เตรียมสาร



ภาพที่ 6.2 แสดงการเตรียมสารละลายจากสารมาตรฐานที่เป็นของเหลว
ที่มา : http://it.aru.ac.th/saard_chemistry/salalain.htm

2. การเตรียมสารละลายจากสารชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นมากกว่า เป็นการเจือจางสารละลายโดยใช้สารละลายเดียวกันที่มีความเข้มข้นมากกว่าสารละลายที่ต้องการ นำมาเติมน้ำให้เจือจางลงจนมีความเข้มข้นตามที่ต้องการ ซึ่งมีขั้นตอนในการเตรียมดังนี้

- ขั้นที่ 1 กำหนดหาปริมาตรของสารละลายเดิมที่จะใช้ ตามสมการ

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

เมื่อ C_1 คือ ความเข้มข้นของสารละลายก่อนเจือจาง มีหน่วยเป็น โมลต่อลิตร

V_1 คือ ปริมาตรของสารละลายก่อนเจือจาง มีหน่วยเป็น มิลลิลิตร

C_2 คือ ความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการ มีหน่วยเป็น โมลต่อลิตร

V_2 คือ ปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ มีหน่วยเป็น มิลลิลิตร

- ขั้นที่ 2 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตามปริมาตรที่คำนวณได้ในขั้นที่ 1 เติมน้ำลงในขวดวัดปริมาตรขนาดตามปริมาตรที่ต้องการ แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร ปิดจุกเขย่าให้สารผสมเป็นเนื้อเดียวกันจะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาตรตามที่ต้องการ

- ขั้นที่ 3 เก็บสารละลายที่ได้ใส่ในขวดเก็บสาร ปิดฝาขวด และปิดฉลากบอกชื่อสาร สูตรของสาร ความเข้มข้น และวันที่เตรียมสาร

สารละลายมาตรฐานทุกชนิดที่มีที่เตรียมได้จำเป็นต้องนำไปหาความเข้มข้นที่แน่นอนซึ่งเราเรียกว่า Standardization โดยการไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิก่อนนำไปใช้

การไทเทรต คือการนำสารมาตรฐาน 2 ชนิดมาทำปฏิกิริยากันโดยใช้การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์เป็นตัวบ่งชี้จุดสมมูล (equivalent point) หรือจุดที่สารทั้ง 2 ชนิดทำปฏิกิริยาพอดีกัน และเรียกจุดที่อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสีว่าจุดยุติ (end point) ซึ่งเป็นช่วงที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นการเลือกใช้อินดิเคเตอร์จึงมีความสำคัญต่อการไทเทรตเป็นอย่างยิ่ง อินดิเคเตอร์ที่นิยมใช้ในการไทเทรตระหว่างกรด – เบส คือ

เมทิลออเรนจ์	เปลี่ยนสีในช่วง pH 3.1 – 4.4	จากสีแดง – สีเหลือง
บรอมไธมอลบลู	เปลี่ยนสีในช่วง pH 6.0 – 7.6	จากสีเหลือง – สีนํ้าเงิน
ฟีนอล์ฟทาลีน	เปลี่ยนสีในช่วง pH 8.3 – 10.0	จากไม่มีสี – สีชมพู

ในการหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย เราจะปิเปตสารตัวอย่างซึ่งต้องการหาความเข้มข้นให้มีปริมาตรที่แน่นอนมาใส่ในขวดรูปชมพู่ เติมอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมลงไปเล็กน้อย (ประมาณ 2 – 3 หยด) แล้วนำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนแล้ว (ไทเทรนต์) ซึ่งบรรจุอยู่ในบิวเรต เมื่อสาร 2 ชนิดทำปฏิกิริยากันจนถึงจุดยุติก็จะทราบปริมาตรของสาร 2 ชนิดที่ทำปฏิกิริยากันพอดี และสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายได้จากความสัมพันธ์

$$n_1 C_1 V_1 = n_2 C_2 V_2$$

เมื่อ n_1 คือ จำนวนโมลของสารละลายที่ไม่ทราบความเข้มข้น (ได้จากสมการเคมีที่ดุลแล้ว)

n_2 คือ จำนวนโมลของสารละลายที่ทราบความเข้มข้นแล้ว (ได้จากสมการเคมีที่ดุลแล้ว)

C_1 คือ ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง

C_2 คือ ความเข้มข้นของสารละลายที่ทราบความเข้มข้นแล้ว

V_1 คือ ปริมาตรของสารละลายตัวอย่าง

V_2 คือ ปริมาตรของสารละลายที่ทราบความเข้มข้นแล้ว

หมายเหตุ : ทบทวนเทคนิคการใช้ปิเปต บิวเรต และการไทเทรตจากบทปฏิบัติการที่ 1

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ตู้อบ
2. เครื่องชั่งไฟฟ้า
3. ขวดปรับปริมาตร ขนาด 50 และ 250 มิลลิลิตร
4. ปีกเกอร์
5. ขวดเก็บสารละลายทำด้วยแก้ว
6. ขวดเก็บสารละลายทำด้วยพลาสติก
7. แท่งแก้วคน
8. บิวเรต
9. ปิเปต
10. ขวดรูปชมพู่
11. น้ำกลั่น
12. โพแทสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลต (Potassium Hydrogen Phthalate , $\text{HKC}_8\text{H}_4\text{O}_4$)
13. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide , NaOH)
14. สารละลายตัวอย่างน้ำส้มสายชู
15. ฟีนอล์ฟทาเลอิน (Phenolphthalein)

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ

1. คำนวณหาน้ำหนักโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลต (KHP) ที่ต้องการใช้ในการเตรียมให้เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้น 0.1 M จำนวน 50 มิลลิลิตร
2. เตรียมสารละลายตามวิธีการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ กรณีที่สารมาตรฐานเป็นของแข็ง

ตอนที่ 2 การเตรียมสารละลายมาตรฐานทุติยภูมิ

1. คำนวณหาน้ำหนักของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ต้องการใช้ในการเตรียมให้เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้น 0.1 M จำนวน 250 มิลลิลิตร

2. เตรียมสารละลายตามวิธีการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ กรณีที่สารมาตรฐานเป็นของแข็ง

ตอนที่ 3 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานทศนิยม (Standardization)

1. ปิ่เปิดสารละลายมาตรฐาน KHP ที่เตรียมได้จากตอนที่ 1 ปริมาณ 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร

2. เติมสารละลายมาตรฐาน NaOH ที่เตรียมได้จากตอนที่ 2 ลงในบิวเรต ไล่ฟองอากาศ และปรับปริมาตรสารละลายให้อยู่ที่ตำแหน่ง 0.00 มิลลิลิตร

3. เติมฟีนอล์ฟทาไลน์ปริมาณ 2-3 หยด ลงในขวดรูปชมพู่ที่บรรจุสารละลายมาตรฐาน KHP เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน NaOH ที่อยู่ในบิวเรตจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากใส - ไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน แสดงว่าถึงจุดยุติ ให้จดปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน NaOH ที่ใช้ไป (ขณะทำการไทเทรต หากนำกระดาษสีขาวรองใต้ขวดรูปชมพู่จะทำให้สังเกตสีของจุดยุติจะง่ายขึ้น)

4. ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วนำปริมาตรเฉลี่ยของสารละลายที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันไปคำนวณหาค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน NaOH

5. เก็บสารละลายมาตรฐาน NaOH ที่ได้ไว้ในตอนที่ 4

ตอนที่ 4 การหาความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูตัวอย่าง

1. ปิ่เปิดน้ำส้มสายชูตัวอย่างปริมาณ 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร

2. เติมฟีนอล์ฟทาไลน์ลงไป 2-3 หยด เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน NaOH ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนแล้ว จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากใส - ไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน แสดงว่าถึงจุดยุติ ให้จดปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน NaOH ที่ใช้ไป (ขณะทำการไทเทรต หากนำกระดาษสีขาวรองใต้ขวดรูปชมพู่จะทำให้สังเกตสีของจุดยุติจะง่ายขึ้น)

3. ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วนำปริมาตรเฉลี่ยของสารละลายที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันไปคำนวณหาค่าความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูตัวอย่าง

บันทึกผลการทดลอง

รายงานการทดลองเรื่อง

ชื่อผู้ทำการทดลอง

1.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

2.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

3.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

วันที่ทำการทดลอง

อาจารย์ผู้ควบคุม

วัตถุประสงค์

1.

2.

3.

4.

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ

มวลโมเลกุลของ $\text{HKC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ =

น้ำหนักที่แน่นอนของสาร =

ความเข้มข้น =

ตอนที่ 2 การเตรียมสารละลายมาตรฐานทุติยภูมิ

มวลโมเลกุลของ NaOH =

น้ำหนักของสารที่ชั่งมา =

ตอนที่ 3 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานทึดยูมิ (Standardization)

ครั้งที่	ปริมาตรของ $\text{HKC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ (ml)	ปริมาตรของ NaOH (ml)
1		
2		
3		
เฉลี่ย		

การคำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐาน NaOH

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 4 การหาความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูตัวอย่าง

ครั้งที่	ปริมาตรของน้ำส้มสายชูตัวอย่าง (ml)	ปริมาตรของ NaOH (ml)
1		
2		
3		
เฉลี่ย		

การคำนวณหาความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูตัวอย่าง

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลองตอนที่ 1 นักศึกษามีสารละลาย 0.1 M KHP อยู่ในสต็อกแล้ว หากต้องการเตรียมสารละลาย 0.05 M KHP ปริมาณ 100 มิลลิลิตร จากสารละลายดังกล่าว นักศึกษาจะมีวิธีการเตรียมอย่างไร
2. ถ้าในห้องปฏิบัติการมีสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่มี % assay เท่ากับ 37 ความหนาแน่นเท่ากับ 1.19 กรัมต่อมิลลิลิตร หากต้องการเตรียมสารละลาย 0.1 M HCl ปริมาณ 100 มิลลิลิตร จะทำได้อย่างไร อธิบาย
3. หากนักศึกษาต้องการหาความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่เตรียมได้ในข้อ 2 โดยนำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ทราบความเข้มข้นแล้ว นักศึกษาจะเลือกใช้อินดิเคเตอร์ใดเป็นตัวบ่งชี้จุดยุติของการเกิดปฏิกิริยา เพราะเหตุใด

บทปฏิบัติการที่ 7

อัตราการเกิดปฏิกิริยา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

หลักการ

โดยธรรมชาติหรือเหตุการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันเราจะพบเห็นการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างที่เป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมี บางปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว สามารถเห็นได้ในการทดลอง เช่น ปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดและเบส ปฏิกิริยาระหว่างหินปูนกับกรดจะได้ออกซิเจนคาร์บอนไดออกไซด์ทันที แต่บางปฏิกิริยาค่อยๆ เกิดขึ้นอย่างช้าๆ เช่น การเกิดสนิมเหล็ก การเน่าเปื่อยของซากพืชซากสัตว์ หรือการเกิดหินปูน การเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายใน 1 หน่วยเวลา เรียกว่า **อัตราการเกิดปฏิกิริยา (rate of reaction)**

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หมายถึง ความเร็วที่เกิดปฏิกิริยาซึ่งหาได้จากอัตราส่วนความเข้มข้นของตัวทำปฏิกิริยาที่ลดลงหรือสารผลิตภัณฑ์ใดผลิตภัณฑ์หนึ่งเพิ่มขึ้นกับเวลาที่ผ่านไป โดยความเข้มข้นของสารมีหน่วยเป็น mol/dm^3 ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่อวินาที ชั่วโมง หรือวัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาเกิดเร็วหรือช้าเพียงใด สำหรับปฏิกิริยาที่สารในปฏิกิริยาอยู่ในสถานะก๊าซสามารถหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้จากการเปลี่ยนแปลงความดันที่เกิดขึ้นภายใน 1 หน่วยเวลา มีหน่วยเป็นความดันต่อเวลา การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาสามารถทำได้ 3 แบบ

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ย

หาจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารตั้งต้นทั้งหมดหรือสารผลิตภัณฑ์ทั้งหมดต่อเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมี

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ย} = \frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงทั้งหมด}}{\text{เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมี}}$$

$$\text{หรือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ย} = \frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด}}{\text{เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมี}}$$

2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในช่วงเวลาหนึ่ง

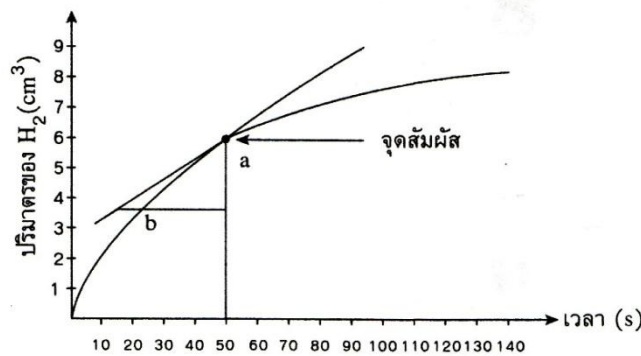
หาจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารตั้งต้นหรือสารผลิตภัณฑ์ในช่วงเวลาหนึ่งต่อเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีช่วงนั้น

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในช่วงเวลาหนึ่ง} = \frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงในช่วงเวลานั้น}}{\text{เวลาในช่วงนั้นๆ}}$$

$$\text{หรือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในช่วงเวลาหนึ่ง} = \frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นในช่วงเวลานั้น}}{\text{เวลาในช่วงนั้นๆ}}$$

3. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ เวลาหนึ่งๆ

หาได้จากความชันของกราฟระหว่างความเข้มข้นกับเวลาที่เวลานั้น



ภาพที่ 7.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นกับเวลา

ที่มา : <http://dc345.4shared.com/doc/lBziOHlt/preview.html>

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่วินาทีที่ } X = \frac{a}{b}$$

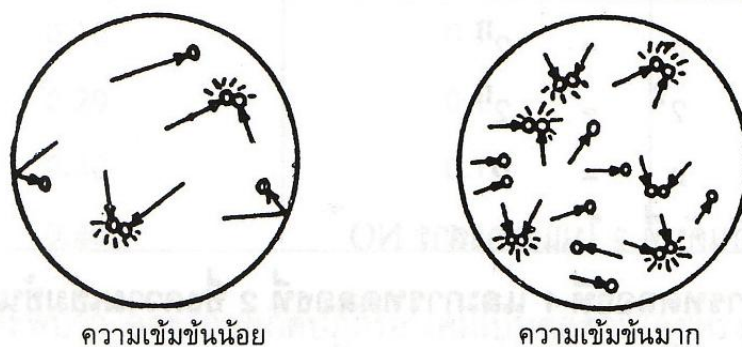
ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้ช้าหรือเร็วแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยที่แตกต่างกัน

1. ธรรมชาติของสารที่เข้าทำปฏิกิริยากับอัตราการเกิดปฏิกิริยา

สารบางอย่างชนิดสามารถเกิดปฏิกิริยาได้เร็วมาก เช่น การนำเอาลวดแมกนีเซียมเผาไฟจะเกิดการลุกไหม้อย่างรวดเร็ว ซึ่งถ้าเป็นแผ่นทองแดงจะเกิดปฏิกิริยากับอากาศได้ช้ามาก ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาของแมกนีเซียมกับอากาศและทองแดงกับอากาศจึงมีความแตกต่างกัน

2. ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา

ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อสารตั้งต้นมีพลังงานมากพอและเกิดการชนกันในทิศทางที่เหมาะสม การเพิ่มหรือลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นสัมพันธ์กับการเพิ่มหรือลดจำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นในปฏิกิริยา การเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นในระบบเป็นการเพิ่มจำนวนอนุภาคของสารตั้งต้น ดังนั้นโอกาสที่อนุภาคของสารจะเกิดการชนกันจึงมีมากขึ้น และอนุภาคที่มีพลังงานสูงก็มีจำนวนมากขึ้นด้วยจึงมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยามีค่าสูง ปฏิกิริยาเกิดได้เร็ว



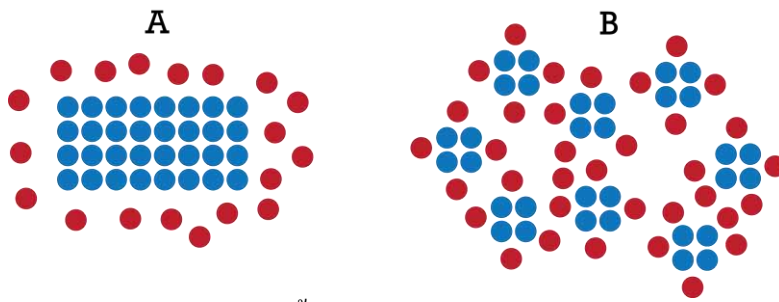
ภาพที่ 7.2 แสดงความเข้มข้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ที่มา : <http://dc345.4shared.com/doc/1BziOHlt/preview.html>

การเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี บางปฏิกิริยาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารตั้งต้นทุกชนิด บางปฏิกิริยาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารตั้งต้นชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้น หรือบางปฏิกิริยาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีก็ไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของสารตั้งต้นชนิดใดเลย

3. พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา

การเพิ่มพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นเป็นการเพิ่มพื้นผิวสัมผัสให้สารตั้งต้นเข้าทำปฏิกิริยากัน เมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นเกิดการชนกัน สารตั้งต้นที่มีพื้นที่ผิวมากก็จะมีพื้นผิวสัมผัสให้เกิดปฏิกิริยาได้มากมีผลทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น แต่หากสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวน้อย พื้นผิวสัมผัสที่จะเกิดปฏิกิริยาก็น้อยปฏิกิริยาจะค่อยๆ เกิดอย่างช้าๆ

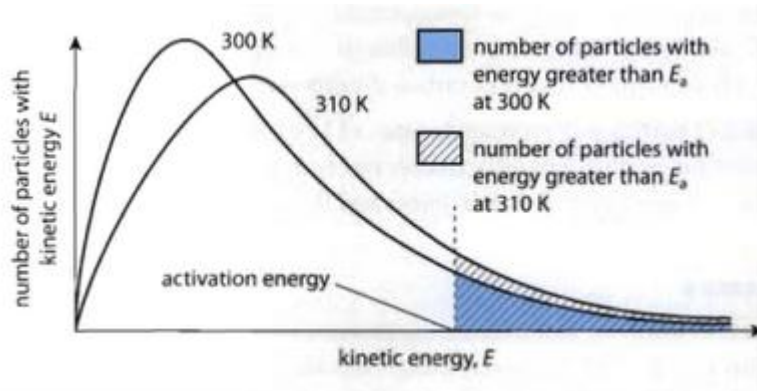


ภาพที่ 7.3 แสดงพื้นที่ผิวที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ที่มา : <http://www.ck12.org/user:YWJyb3duQGJnY3MuazEyLmluLnVz/section/Factors-That-Affect-Reaction-Rates/>

4. อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา

ปฏิกิริยาเคมีโดยทั่วไปสามารถเกิดได้ที่อุณหภูมิห้อง ตามทฤษฎีทางจลนศาสตร์ได้อธิบายว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น โมเลกุลจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเพิ่มขึ้นจึงมีโอกาสที่อนุภาคเกิดการชนกันมากขึ้น ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น แต่ในทางปฏิบัติพบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับระบบอีก 10 องศาเซลเซียส อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นจากเดิม 2 – 3 เท่า



ภาพที่ 7.4 แสดงอุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

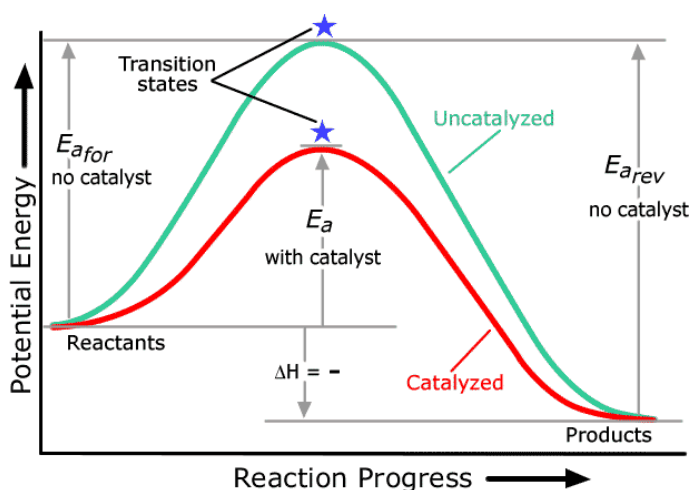
ที่มา : <http://sumaychemistry.blogspot.com/>

โดยทั่วไปการชนกันที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเป็นการชนกันของโมเลกุลที่มีพลังงานสูง ซึ่งเมื่อชนกันแล้วทำให้พลังงานที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ (E) จากภาพที่ 7.4 พื้นที่ใต้กราฟทางด้านขวาเป็นบริเวณที่แสดงถึงจำนวนโมเลกุลที่ชนกันแล้วมีโอกาสเกิดปฏิกิริยาได้ จะพบว่าพื้นที่ใต้กราฟทางด้านขวาที่อุณหภูมิ T_1 มีค่าน้อยกว่าที่อุณหภูมิ T_2 แสดงว่าที่อุณหภูมิ T_1 มีจำนวนโมเลกุลที่มีพลังงานสูงกว่าพลังงานก่อกัมมันต์น้อยกว่าที่อุณหภูมิ T_2

ดังนั้นที่อุณหภูมิสูงจึงมีโอกาที่จะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้มาก อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะมีค่าเพิ่มขึ้น ปฏิกิริยาเกิดได้เร็ว และเมื่ออุณหภูมิลดลงโอกาสที่จะเกิดปฏิกิริยาเคมีก็ลดลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะมีค่าน้อยกว่า ปฏิกิริยาเกิดได้ช้ากว่า

5. ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมีกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา

ตัวเร่งปฏิกิริยา คือสารบางชนิดที่เติมลงไปปฏิกิริยาแล้วทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น สามารถสลายตัวได้ เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดตัวเร่งปฏิกิริยาจะเปลี่ยนสภาพกลับคืนเป็นสารเดิม ตัวเร่งปฏิกิริยามีบทบาทในการลดพลังงานกระตุ้นหรือพลังงานก่อกัมมันต์ (E) ของปฏิกิริยาให้ต่ำลง



ภาพที่ 7.5 แสดงพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาที่มีตัวเร่งปฏิกิริยา

ที่มา : http://duch.sd57.bc.ca/~rmcleod/Chemists_Corner/PE_Diagram_Multi.html

ตัวเร่งปฏิกิริยามีประโยชน์มากทั้งในชีวิตประจำวันและในกระบวนการอุตสาหกรรม เช่น กระบวนการย่อยอาหารในร่างกายจำเป็นต้องใช้เอนไซม์หลายชนิดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้อาหารย่อยได้เร็วได้ การผลิตแอมโมเนียใช้เหล็กเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ในกระบวนการเติมไฮโดรเจนแก่สารอินทรีย์ใช้นิกเกิลเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และในกระบวนการแตกสลายไฮโดรคาร์บอนในการกลั่นน้ำมันใช้ซิลิกอนไดออกไซด์และอะลูมิเนียมออกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ส่วนตัวหน่วงปฏิกิริยา คือสารบางชนิดที่เติมลงไปปฏิกิริยาแล้วทำให้ปฏิกิริยาเกิดช้าลง เช่น การเติมโซเดียมฟลูออไรด์เพื่อเป็นตัวหน่วงปฏิกิริยาระหว่างกรดแอสซิดิกกับแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกไข่ การเติมกรดไฮโดรคลอริกเจือจางหรือกลีเซอรอลลงไปเล็กน้อยเพื่อให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สลายตัวอย่างช้าๆ ได้น้ำและแก๊สออกซิเจน

อุปกรณ์และสารเคมี

1. บีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. หลอดทดลองพร้อมจุกยาง
3. เทอร์โมมิเตอร์
4. นาฬิกาจับเวลา
5. หลอดหยด
6. แท่งแก้วคน
7. กระจกบดวาง
8. ตะเกียงแอลกอฮอล์
9. ลวดแมกนีเซียม
10. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 0.2 โมลาร์ (0.2 M HCl)
11. สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต เข้มข้น 0.1 โมลาร์ (0.1 M Na₂S₂O₃)
12. สารละลายกรดออกซาลิก เข้มข้น 0.05 โมลาร์ (0.05 M H₂C₂O₄)
13. สารละลายกรดซัลฟิวริก เข้มข้น 1 โมลาร์ (1 M H₂SO₄)
14. สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต เข้มข้น 0.005 โมลาร์ (0.005 M KMnO₄)
15. สารละลายกรดอะซิติก เข้มข้น 1 โมลาร์ (0.5 M CH₃COOH)
16. สารละลายโคบอลต์ (II) คลอไรด์ เข้มข้น 1 โมลาร์ (1 M CoCl₂)
17. สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เข้มข้น 6% (6% H₂O₂)
18. โซเดียมโพแทสเซียมทาร์เตรต
19. โซเดียมฟลูออไรด์ (NaF)
20. เปลือกไข่
21. น้ำกลั่น

วิธีการทดลอง

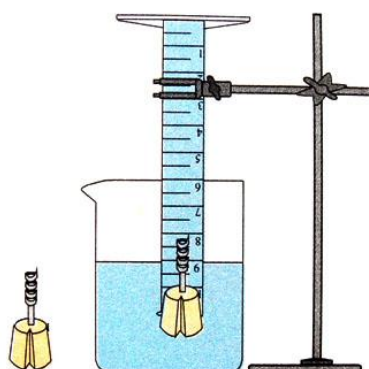
ตอนที่ 1 การเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

1. จัดอุปกรณ์ดังภาพที่ 7.6 โดยใช้กระจกบดวางขนาด 10 มิลลิลิตร แล้วนำจุกยางที่มีขนาดพอดีกับกระจกบดวางมาบากตามแนวด้านข้างให้เป็นร่องเล็ก ๆ พอดีของเหลวจะไหลออกได้ และกรีดจุกยางบริเวณตรงกลางด้านในให้เป็นแนวเล็ก ๆ สำหรับเสียบลวดแมกนีเซียม
2. นำลวดแมกนีเซียมที่ขัดสะอาดแล้วยาวประมาณ 10 เซนติเมตร ขดคล้ายสปริงแล้วเสียบไว้ที่จุกยางตรงรอยกรีดตรงกลางด้านใน

3. เติมสารละลาย 0.2 M HCl ลงไปจนเต็มหลอดทดลอง ปิดด้วยจุกยางที่มีลวดแมกนีเซียมเสียบอยู่ คว่ำหลอดทดลองลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำอยู่ประมาณ 50 มิลลิลิตร ดังแสดงในภาพที่ 7.6

4. เริ่มจับเวลาตั้งแต่สารละลายในหลอดทดลองลดลงมาอยู่ที่ขีดศูนย์ โดยจับเวลาที่เกิดก๊าซไฮโดรเจนทุก ๆ 1 ชีบออกปริมาตรเรื่อยๆ จนถึงขีดก่อนที่ลวดแมกนีเซียมจะโผล่พ้นสารละลายกรด บันทึกผล

5. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยา



ภาพที่ 7.6 แสดงการจัดอุปกรณ์เพื่อศึกษาการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

ที่มา : <http://www.vcharkarn.com/lesson/view.php?id=1437>

ตอนที่ 2 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

- ผลของความเข้มข้นของสารเข้าทำปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

1. เติมสารละลาย 0.2 M HCl ปริมาณ 10 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ 5 หลอด

2. เติมสารละลาย 0.1 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ปริมาณ 10 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่ 1 เขย่าให้เข้ากัน และจับเวลาตั้งแต่เริ่มผสมสารละลายจนกระทั่งสารละลายเริ่มขุ่น

3. เติมสารละลาย 0.1 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ปริมาณ 8 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่ 2 เขย่าให้เข้ากัน และจับเวลาตั้งแต่เริ่มผสมสารละลายจนกระทั่งสารละลายเริ่มขุ่น

4. เติมสารละลาย 0.1 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ปริมาณ 6 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 4 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่ 3 เขย่าให้เข้ากัน และจับเวลาตั้งแต่เริ่มผสมสารละลายจนกระทั่งสารละลายเริ่มขุ่น

5. เติมสารละลาย 0.1 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ปริมาณ 4 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 6 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่ 4 เขย่าให้เข้ากัน และจับเวลาตั้งแต่เริ่มผสมสารละลายจนกระทั่งสารละลายเริ่มขุ่น

6. เติมสารละลาย 0.1 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ปริมาณ 2 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 8 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่ 5 เขย่าให้เข้ากัน และจับเวลาตั้งแต่เริ่มผสมสารละลายจนกระทั่งสารละลายเริ่มขุ่น

- ผลของอุณหภูมิของสารเข้าทำปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

1. เติมสารละลาย 0.05 M $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ปริมาณ 2 มิลลิลิตร และสารละลาย 1.0 M H_2SO_4 ปริมาณ 2 มิลลิลิตร เขย่าสารละลายให้เข้ากัน เติมสารละลาย 0.005 M KMnO_4 ปริมาณ 2 มิลลิลิตร เขย่าและจับเวลาตั้งแต่เริ่มเติมสารละลาย 0.005 M KMnO_4 ลงไปจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นใสไม่มีสี

2. เติมสารละลาย 0.05 M $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ปริมาณ 2 มิลลิลิตร และสารละลาย 1.0 M H_2SO_4 ปริมาณ 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองอีกหลอด เขย่าสารละลายให้เข้ากัน นำไปแช่ในน้ำอุ่นที่อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที เติมสารละลาย 0.005 M KMnO_4 ปริมาณ 2 มิลลิลิตร เขย่าและจับเวลาตั้งแต่เริ่มเติมสารละลาย 0.005 M KMnO_4 ลงไปจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นใสไม่มีสี

3. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่เปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำอุ่นเป็น 60 และ 70 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

4. เติมสารละลาย 0.05 M $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ปริมาณ 2 มิลลิลิตร และสารละลาย 1.0 M H_2SO_4 ปริมาณ 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองอีกหลอด เขย่าสารละลายให้เข้ากัน นำไปแช่ในน้ำเย็นที่อุณหภูมิประมาณ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที เติมสารละลาย 0.005 M KMnO_4 ปริมาณ 2 มิลลิลิตร เขย่าและจับเวลาตั้งแต่เริ่มเติมสารละลาย 0.005 M KMnO_4 ลงไปจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นใสไม่มีสี

5. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 4 แต่เปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำเย็นเป็น 20 และ 30 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

- ผลของพื้นที่ผิวของสารเข้าทำปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

1. ทำการทดลองเหมือนตอนที่ 1 แต่นำลวดแมกนีเซียมที่ยาว 10 เซนติเมตร มาตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ จับเวลาที่เกิดก๊าซไฮโดรเจนทุก ๆ 1 ซิคบอกรปริมาตร

2. เปรียบเทียบผลการทดลองกับตอนที่ 1

- ผลของตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

1. เติมโซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทรต ปริมาณ 1 กรัม ในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่นลงไป 10 มิลลิลิตร อุณหภูมิให้มีความเหมาะสมประมาณ 80 – 85 °C เขย่าจนสารละลายหมดแล้วแบ่งสารละลายออกเป็น 2 หลอดเท่าๆ กัน

2. เติมสารละลาย 6% H_2O_2 ปริมาณ 5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองทั้ง 2 พร้อมกัน

3. เติมสารละลาย 0.1 M $CoCl_2$ ลงไปในหลอดที่ 1 ปริมาณ 2–3 หยด

4. เขย่าหลอดทดลองทั้ง 2 พร้อมๆ กันตลอดเวลา สังเกตการเปลี่ยนแปลง

- ผลของตัวหน่วงปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

1. นำเปลือกไข่ที่ตากแห้งและบดละเอียดใส่ลงในหลอดทดลอง 2 หลอดๆ ละประมาณ 1 กรัม

2. ใส่ผงโซเดียมฟลูออไรด์ประมาณ 0.1 กรัม ลงบนเปลือกไข่ในหลอดที่ 1 คลุกให้ทั่ว

3. นำหลอดทดลองทั้ง 2 หลอด มาเติมสารละลาย 0.5 M CH_3COOH หลอดละ 3 มิลลิลิตร สังเกตการเปลี่ยนแปลง

บันทึกผลการทดลอง

รายงานการทดลองเรื่อง

ชื่อผู้ทำการทดลอง

1.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

2.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

3.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

วันที่ทำการทดลอง

อาจารย์ผู้ควบคุม

วัตถุประสงค์

1.

2.

3.

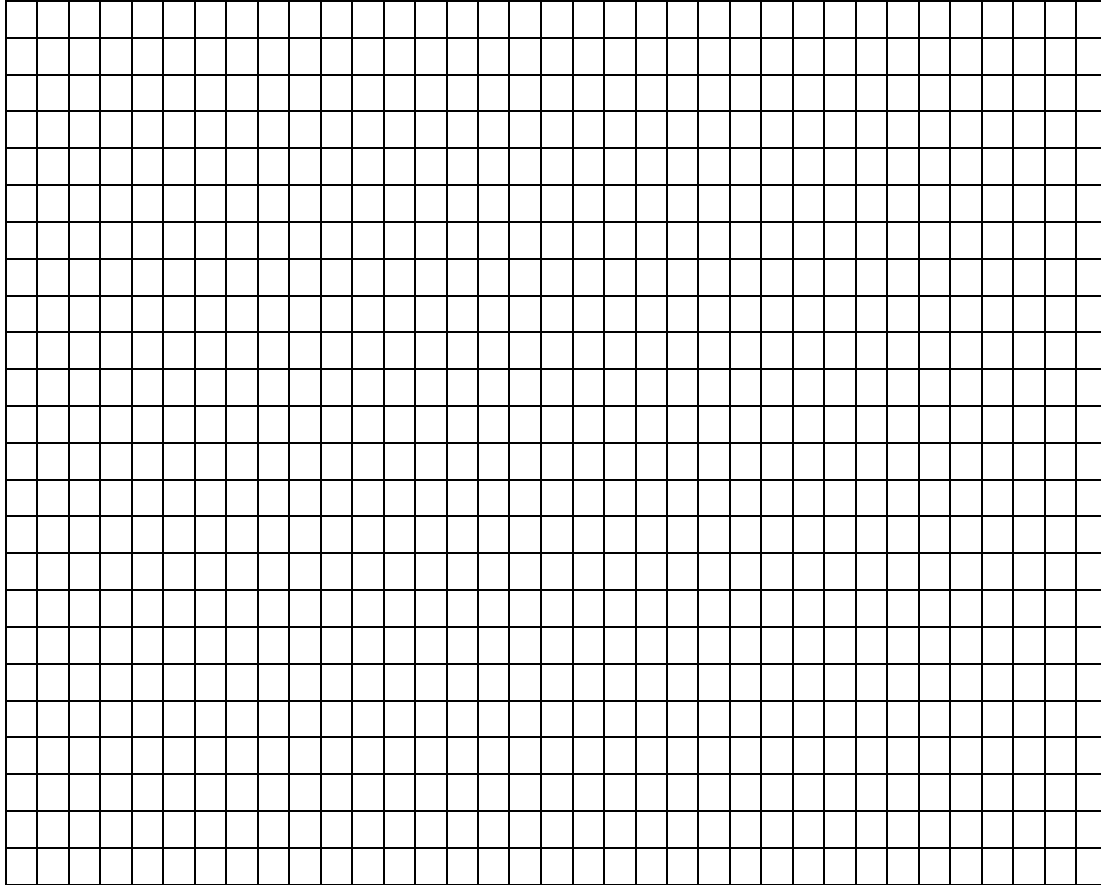
4.

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 การเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

ปริมาณก๊าซไฮโดรเจน (มิลลิลิตร)	เวลา (วินาที)	ปริมาณก๊าซไฮโดรเจน (มิลลิลิตร)	เวลา (วินาที)
1		5	
2		6	
3		7	
4		8	

- กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป



- อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ย

.....

.....

.....

.....

- อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในช่วงเวลา 20 – 80 วินาที

.....

.....

.....

.....

- อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ วินาทีที่ 120

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

- ผลของความเข้มข้นของสารเข้าทำปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

หลอดที่	ปริมาณของ 0.2 M HCl (มิลลิลิตร)	ปริมาณของ 0.1 M Na ₂ S ₂ O ₃ (มิลลิลิตร)	ปริมาณของ น้ำ (มิลลิลิตร)	เวลาที่ใช้ในการ เกิดปฏิกิริยา (วินาที)
1	10	10	0	
2	10	8	2	
3	10	6	4	
4	10	4	6	
5	10	2	8	

- ผลของอุณหภูมิของสารเข้าทำปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

หลอดที่	อุณหภูมิ (°C)	เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา (วินาที)
1	10	
2	20	
3	30	
4	อุณหภูมิห้อง	
5	50	
6	60	
7	70	

- ผลของพื้นที่ผิวของสารเข้าทำปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

ปริมาณก๊าซไฮโดรเจน (มิลลิลิตร)	เวลา (วินาที)	
	โลหะโซเดียมชิ้นยาว	โลหะโซเดียมชิ้นเล็กๆ
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

- ผลของตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

หลอดที่	เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา (วินาที)
1 (เติม CoCl_2)	
2 (ไม่เติม CoCl_2)	

- ผลของตัวหน่วงปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

หลอดที่	เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา (วินาที)
1 (เติม NaF)	
2 (ไม่เติม NaF)	

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากผลการทดลอง จงบอกปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา
2. ในการทดลองตอนที่ 2 อธิบายบทบาทของสารละลายโคบอลต์ (II) คลอไรด์ และ โซเดียมฟลูออไรด์ที่เติมลงในปฏิกิริยา

บทปฏิบัติการที่ 8

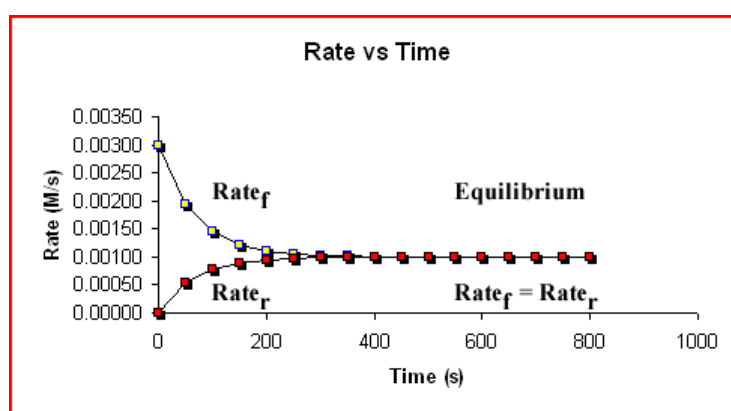
สมดุลเคมี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสภาวะสมดุลของปฏิกิริยาเคมี
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลเคมี
3. เพื่อศึกษาทิศทางของสมดุลเคมีเมื่อมีการรบกวนปฏิกิริยา

หลักการ

เมื่อสารตั้งต้นเข้าทำปฏิกิริยามีสารใหม่เกิดขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ เวลาผ่านไปปฏิกิริยาดำเนินไปเรื่อยๆ ปริมาณสารตั้งต้นจะค่อยๆ ลดลงในขณะที่ผลิตภัณฑ์ค่อยๆ เกิดเพิ่มขึ้น จนถึงสภาวะหนึ่งที่ปริมาณสารทั้ง 2 คงที่ และไม่เปลี่ยนแปลงหากไม่มีปัจจัยใดๆ มารบกวนระบบ เราเรียกสภาวะนี้ว่าสภาวะสมดุล ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจะค่อยๆ รวมตัวกันกลับกลายเป็นสารตั้งต้นใหม่อีกครั้ง เราเรียกปฏิกิริยาแบบนี้ว่าปฏิกิริยาย้อนกลับ ปฏิกิริยาเคมีที่เป็นปฏิกิริยาแบบผันกลับได้ซึ่งประกอบด้วยปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ จะเกิดสภาวะสมดุลที่เรียกว่าสมดุลเคมี (chemical equilibrium) ที่สภาวะสมดุลปฏิกิริยาไม่ได้หยุดนิ่งและยังคงดำเนินต่อไปตลอดเวลา คุณสมบัติต่างๆ ของสารทุกชนิดในปฏิกิริยา เช่น สี ความหนาแน่น ความเข้มข้น หรือความดัน จะคงที่เสมอ ยังคงมีการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับเกิดขึ้นตลอดเวลาด้วยอัตราเร็วที่เท่ากัน เราเรียกสมดุลเคมีที่ระบบไม่หยุดนิ่งแบบนี้ว่าสมดุลไดนามิก (dynamic equilibrium)



ภาพที่ 8.1 แสดงลักษณะการดำเนินไปของปฏิกิริยาแบบผันกลับได้

ที่มา : <http://mmsphyschem.com/chemEquil.htm>

ปฏิกิริยาแบบผันกลับได้ เขียนแทนด้วย



ซึ่งแยกออกเป็น 2 ปฏิกิริยา ดังนี้

1. ปฏิกิริยาไปข้างหน้า (forward reaction)



2. ปฏิกิริยาย้อนหลัง (backward reaction)



ค่าความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยามีความสัมพันธ์กับค่าคงที่ของสมดุล (equilibrium constant) ซึ่งเป็นค่าเฉพาะของปฏิกิริยา ณ อุณหภูมิหนึ่งๆ เท่านั้น เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนค่าคงที่สมดุล (K_c) ก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

จากปฏิกิริยาดังกล่าว ค่า K หาได้จาก

$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad (8.1)$$

เมื่อ $[]$ คือ ความเข้มข้นของสารที่มีหน่วยเป็น โมลาร์

a, b, c, d คือ ตัวเลขแสดงจำนวนโมลของสารที่อยู่ในปฏิกิริยา

(สัมประสิทธิ์ที่แสดงจำนวนโมลของสารในปฏิกิริยาที่ดุลแล้ว)

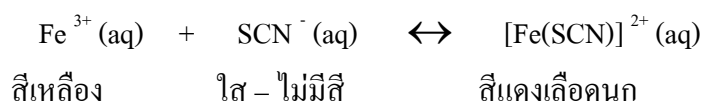
ค่า K_c จะคงที่เสมอที่อุณหภูมิหนึ่งๆ ถ้ามีการเปลี่ยนสภาวะแวดล้อมของระบบ เช่น ความเข้มข้นของสาร อุณหภูมิ และความดัน สมดุลของระบบจะถูกรบกวนทำให้ไม่อาจอยู่ในภาวะเดิมได้อีกต่อไป ระบบจะมีการปรับตัวเข้าสู่ภาวะสมดุลใหม่อีกครั้ง การปรับตัวของระบบเพื่อให้เกิดสมดุลใหม่อธิบายได้โดยใช้หลักของ เลอ ชาเตอลิเยร์ (Le Chaterier's Principle) ซึ่งกล่าวว่า “เมื่อระบบที่สมดุลถูกรบกวน ระบบจะเสียสมดุลไป แต่ระบบจะพยายามปรับตัวไปในทิศทางที่ทำให้ปัจจัยที่รบกวนนั้นลดลงเหลือน้อยที่สุด เพื่อที่ระบบจะได้เข้าสู่สมดุลอีกครั้ง” ซึ่งปัจจัยดังกล่าวได้แก่

1. การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น

เมื่อระบบอยู่ในภาวะสมดุล ความเข้มข้นของสารทุกชนิดในปฏิกิริยาจะคงที่ หากสารชนิดใดในปฏิกิริยามีความเข้มข้นเปลี่ยนแปลงไปไม่ว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงย่อมมีผลต่อทำให้ระบบเสียสมดุลได้ ดังนั้นระบบจึงต้องมีการปรับตัวเพื่อรักษาสมดุลให้คงเดิม ตัวอย่างเช่น



เมื่อสารละลายไอร์รอน(III) ไนเตรต ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$) ทำปฏิกิริยากับสารละลายแอมโมเนียมไทโอไซยาเนต (NH_4SCN) จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นไอออนเชิงซ้อนของไทโอไซยาเนต (III) ไอออน ($[\text{FeSCN}]^{2+}$) ที่สามารถละลายน้ำได้ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้



การเติมโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต (KSCN) ลงในปฏิกิริยาถือเป็นการรบกวนระบบเพราะเป็นการเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของไทโอไซยาเนตไอออน (SCN^{-}) ซึ่งเป็นไอออนร่วม (common ion) ของปฏิกิริยา ดังนั้นระบบจึงต้องปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่เพื่อลดความเข้มข้นของ SCN^{-} ที่เติมลงไป โดย SCN^{-} ที่เติมลงไปจะทำปฏิกิริยากับ Fe^{3+} ที่มีอยู่ในปฏิกิริยาทำให้ปฏิกิริยาดำเนินไปข้างหน้า เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของ $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ ให้สารละลายสีแดงเลือดนก ในทางตรงข้าม หากเติมกรดออกซาลิก ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) ลงในปฏิกิริยา กรดออกซาลิกจะแตกตัวให้ออกซาลेटไอออน ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) ซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยากับ Fe^{3+} เกิดเป็น $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$ ทำให้ความเข้มข้นของ Fe^{3+} ลดลงจากเดิม ระบบจึงต้องปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่โดย $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ จะเกิดการสลายตัวให้ Fe^{3+} กับ SCN^{-} เพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับสารละลายจึงเปลี่ยนเป็นสีเหลือง หากเติมเมอร์คิวรี (II) คลอไรด์ ลงในปฏิกิริยาจะทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเช่นกันสารละลายเปลี่ยนเป็นสี – ไม่มีสี



(a) (b) (c) (d) (e)

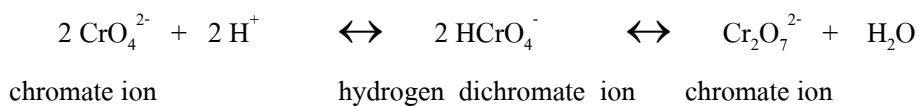
ภาพที่ 8.2 แสดงสมดุลของไอออนเชิงซ้อน $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$

- (a) สารละลาย $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ ในน้ำ
- (b) เมื่อเติม KSCN ลงในสารละลาย
- (c) เมื่อเติม FeCl_3 ลงในสารละลาย
- (d) เมื่อเติม $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ลงในสารละลาย
- (e) เมื่อเติม HgCl_2 ลงในสารละลาย

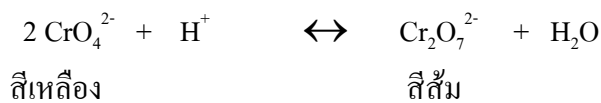
ที่มา : <http://www.photoshelter.com/gallery/-/G0000UYvxeDgRHog/>

- สมดุลของโครเมต – ไดโครเมตไอออน

โครเมตไอออน (CrO_4^{2-}) มีสีเหลืองแต่เมื่อทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนไอออน จะเกิดเป็นไฮโดรเจนโครเมตไอออน (HCrO_4^-) ซึ่งไม่เสถียรและเปลี่ยนแปลงไปเป็นไดโครเมตไอออน ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) ซึ่งมีสีส้ม



หรืออาจเขียนได้เป็น



สมดุลของปฏิกิริยาเกิดระหว่าง $\text{Cr}_2\text{O}_4^{2-}$ กับ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ในสารละลายกรด เมื่อรบกวนสมดุลโดยเติม OH^- ลงไป จะเป็นการลด H^+ ในระบบทำให้ระบบจะปรับสมดุลใหม่โดยเบี่ยงเบนไปในทิศทางซ้ายมือ สีของสารละลายจะเปลี่ยนไป



(a)

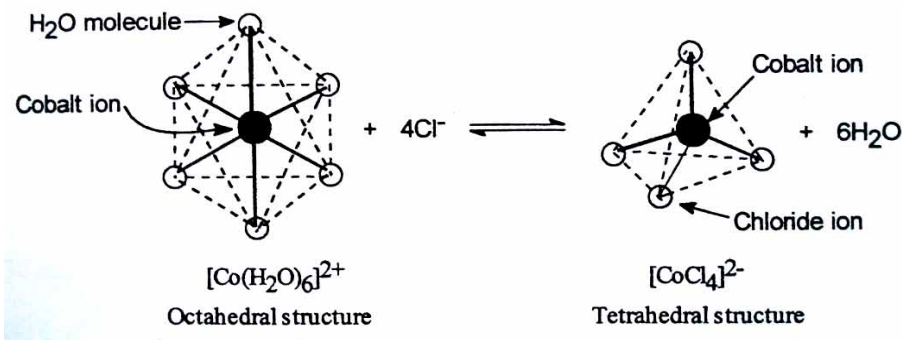
(b)

ภาพที่ 8.3 แสดงสมดุลของโครเมต – ไดโครเมตไอออน

(a) สารละลายในรูปของ CrO_4^{2-}

(b) สารละลายในรูปของ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

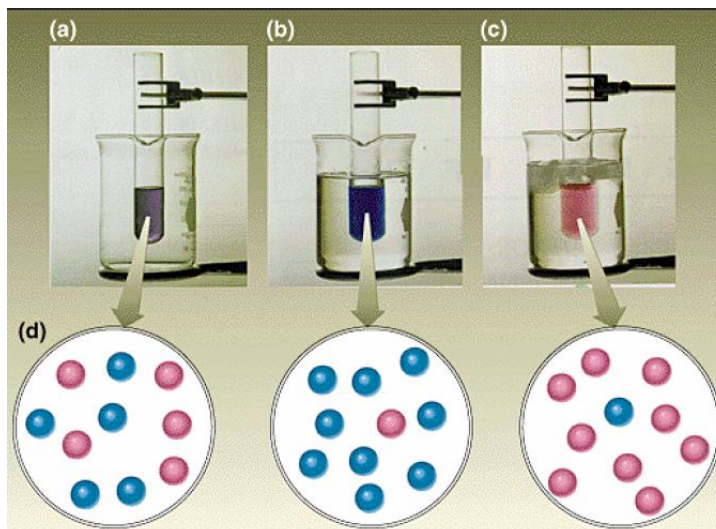
ที่มา : <http://joelgordon.photoshelter.com/image/I0000cXZyDX3EiZY>



ภาพที่ 8.4 แสดงภาวะสมดุลของสารประกอบ ของ Co^{2+} ที่มีรูปทรงเรขาคณิตแบบ octahedral และ tetrahedral

ที่มา : www.sc.sci.rmutp.ac.th/sctank/enchem/lab7_equilibrium.pdf

ณ อุณหภูมิห้องไอออนทั้งสองของโคบอลต์จะปะปนกันอยู่ในสารละลาย และเป็นสารละลายสีม่วง เมื่อเราให้ความร้อนของสารละลายปฏิกิริยาจะดำเนินไปข้างหน้าได้มากขึ้น สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินอยู่ในรูปของ $\text{[CoCl}_4\text{]}^{2-}$ และเมื่อนำสารละลายนี้มาทำให้เย็น ปฏิกิริยาย้อนกลับจะเกิดได้มากขึ้นให้สารละลายสีชมพูในรูปของ $\text{[Co(H}_2\text{O)}_6\text{]}^{2+}$



ภาพที่ 8.5 แสดงสมดุลของสารประกอบเชิงซ้อนโคบอลต์ (II) ไอออน

- (a) ที่อุณหภูมิห้อง
- (b) เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับสารละลาย
- (c) เมื่อลดอุณหภูมิให้กับสารละลาย

ที่มา : www.mwit.ac.th/~teppode/sheet_equilibrium.pdf

3. การเปลี่ยนแปลงความดัน

การเปลี่ยนแปลงความดันไม่มีผลต่อความเข้มข้นของสารละลายและของแข็งเนื่องจากมีปริมาตรที่ค่อนข้างคงที่ แต่ความเข้มข้นของก๊าซนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อความดันเปลี่ยนไป เมื่อเพิ่มความดันให้แก่ระบบ ระบบก็จะปรับตัวให้เข้าสู่สมดุลใหม่โดยการลดความดัน ดังนั้นเมื่อเพิ่มความดันของระบบโดยการลดปริมาตรจะทำให้จำนวนโมลของสารต่อปริมาตรในระบบเพิ่มมากขึ้น ระบบจะพยายามเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางลดความดันหรือลดจำนวนโมลของสารในระบบ เมื่อลดความดันของระบบโดยการเพิ่มปริมาตรจะทำให้จำนวนโมลของสารต่อปริมาตรในระบบน้อยลง ระบบจะพยายามเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเพิ่มความดันหรือเพิ่มจำนวนโมลของสารในระบบ

4. การเติมแก๊สเฉื่อย

การเติมก๊าซเฉื่อยเข้าไปในระบบของก๊าซใด ๆ ซึ่งทำปฏิกิริยากันจนเข้าสู่สภาวะสมดุลแล้ว จะมีผลทำให้ความดันทั้งหมดภายในระบบเพิ่มขึ้น แต่จะไม่ทำให้ความดันย่อยหรือความเข้มข้นของสารใดสารหนึ่งเปลี่ยนแปลง ความดันที่เพิ่มขึ้นจึงไม่มีผลต่อตำแหน่งของสภาวะสมดุล

5. การเติมตัวเร่งปฏิกิริยา

ตัวเร่งปฏิกิริยาจะทำให้พลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาลดต่ำลง ปฏิกิริยาจึงเกิดได้เร็วขึ้น ดังนั้นตัวเร่งปฏิกิริยาจึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการเกิดปฏิกิริยาแต่จะไม่มีผลต่อค่าคงที่ของสมดุล

หลักของ เลอ ชาเตอลิเยร์ สามารถนำไปทำนายทิศทางที่เกิดปฏิกิริยาเคมีเมื่อถูกรบกวนจากสิ่งแวดล้อม และเป็นแนวทางในการเลือกสภาวะของปฏิกิริยาเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการมากที่สุดในอุตสาหกรรม

อุปกรณ์และสารเคมี

1. บีกเกอร์ ขนาด 300 มิลลิลิตร
2. หลอดทดลอง
3. เทอร์โมมิเตอร์
4. หลอดหยด
5. แท่งแก้วคน
6. ตะเกียงแอลกอฮอล์
7. สารละลายไอรอน(III) ไนเตรต เข้มข้น 0.1 M ($1 \text{ M Fe(NO}_3)_3$)
8. สารละลายแอมโมเนียมไซโอไซยานด์ เข้มข้น 0.1 M ($1 \text{ M (NH}_4\text{)SCN}$)

9. สารละลายไอออน(III) คลอไรด์ เข้มข้น 0.1 M (1 M FeCl_3)
10. สารละลายโพแทสเซียมไรโอไซยาเนต เข้มข้น 0.1 M (1 M KSCN)
11. สารละลายกรดออกซาลิก เข้มข้น 0.1 M ($0.1 \text{ M H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)
12. สารละลายเมอร์คิวรี(II) คลอไรด์ เข้มข้น 0.1 โมลาร์ (0.1 M HgCl_2)
13. สารละลายโพแทสเซียมโครเมต เข้มข้น 0.1 โมลาร์ ($0.1 \text{ M K}_2\text{CrO}_4$)
14. สารละลายกรดซัลฟิวริก เข้มข้น 6 โมลาร์ ($6 \text{ M H}_2\text{SO}_4$)
15. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 6 โมลาร์ (6 M NaOH)
16. สารละลายโคบอลต์(II) คลอไรด์ เข้มข้น 0.2 โมลาร์ (0.2 M CoCl_2)
17. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (Conc. HCl)
18. น้ำกลั่น
19. น้ำแข็ง

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 การรบกวนสมดุลโดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น

- สมดุลของไอออนเชิงซ้อน $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$

1. ตวงสารละลาย 0.1 M $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ปริมาณ 2 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย 0.1 M $(\text{NH}_4)\text{SCN}$ ปริมาณ 10 หยด ในบีกเกอร์ แล้วเติมน้ำลงไปอีก 20 มิลลิลิตร ผสมให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

2. แบ่งสารละลายในข้อ 1 ใสในหลอดทดลอง 4 หลอดๆ

หลอดที่ 1 ไม่เติมสารใดๆ เก็บไว้เพื่อเปรียบเทียบกับหลอดที่ 2 – 4

หลอดที่ 2 เติมสารละลาย 0.1 M FeCl_3 ลงไป 3 – 5 หยด สังเกตการเปลี่ยนแปลง (ถ้าได้ตะกอนเกิดขึ้นบันทึกสีของตะกอนด้วย)

หลอดที่ 3 เติมสารละลาย 0.1 M KSCN ลงไป 3 – 5 หยด สังเกตการเปลี่ยนแปลง (ถ้าได้ตะกอนเกิดขึ้นบันทึกสีของตะกอนด้วย)

หลอดที่ 4 เติมสารละลาย 0.1 M $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ลงไป 3 – 5 หยด สังเกตการเปลี่ยนแปลง (ถ้าได้ตะกอนเกิดขึ้นบันทึกสีของตะกอนด้วย)

หลอดที่ 5 เติมสารละลาย 0.1 M HgCl_2 ลงไป 3 – 5 หยด สังเกตการเปลี่ยนแปลง (ถ้าได้ตะกอนเกิดขึ้นบันทึกสีของตะกอนด้วย)

- สมดุลของโครเมต – ไดโครเมตไอออน

1. ตวงสารละลาย 0.1 M K_2CrO_4 ปริมาณ 3 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง 2 หลอด หลอดที่ 1 ไม่เติมสารใดๆ เก็บไว้เพื่อเปรียบเทียบกับหลอดที่ 2 หลอดที่ 2 เติมสารละลาย 6 M H_2SO_4 ลงไป 5 หยด เขย่าและสังเกตสีของสารละลาย
2. เติมสารละลาย 6 M NaOH ลงในหลอดที่ 2 ปริมาณ 5 หยด เขย่าและสังเกตสีของสารละลาย

ตอนที่ 2 การรบกวนสมดุลโดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

- สมดุลของสารประกอบเชิงซ้อนโคบอลต์ (II) ไอออน

1. ตวงสารละลาย 0.2 M $CoCl_2$ ปริมาณ 8 มิลลิลิตร ใส่ปิเปตเจอร์ แล้วเติม Conc. HCl ลงไป 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันจะได้สารละลายสีม่วง (ถ้าไม่เป็นสีม่วงให้เติมกรดที่ละหยดจนกว่าจะได้สีม่วง)
2. แบ่งสารละลายใส่หลอดทดลอง 3 หลอดๆ ละ เท่าๆ กัน
 - หลอดที่ 1 วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง
 - หลอดที่ 2 แช่น้ำร้อน (อุณหภูมิ 80 – 90 °C)
 - หลอดที่ 3 แช่น้ำเย็น (อุณหภูมิ 5 – 15 °C)
 บันทึกผลการทดลองที่สังเกตได้

บันทึกผลการทดลอง

รายงานการทดลองเรื่อง

ชื่อผู้ทำการทดลอง

1.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

2.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

3.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

วันที่ทำการทดลอง

อาจารย์ผู้ควบคุม

วัตถุประสงค์

1.

2.

3.

4.

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 การรบกวนสมดุลโดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น

- สมดุลของไอออนเชิงซ้อน $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$

หลอดที่	สารที่เติมลงไป	สีของสารละลาย สีเดิม → สีใหม่	ทิศทางของปฏิกิริยา
1	–		
2	0.1 M FeCl_3		
3	0.1 M KSCN		
4	0.1 M $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$		
5	0.1 M HgCl_2		

- สมดุลของโครเมต – ไดโครเมตไอออน

หลอดที่	สารที่เติมลงไป	สีของสารละลาย สีเดิม → สีใหม่	ทิศทางของปฏิกิริยา
1	-		
2	6 M H ₂ SO ₄		
	6 M NaOH		

ตอนที่ 2 การรบกวนสมดุลโดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

- สมดุลของสารประกอบเชิงซ้อนโคบอลต์ (II) ไอออน

หลอดที่	อุณหภูมิ (°C)	สีของสารละลาย สีเดิม → สีใหม่	ทิศทางของปฏิกิริยา
1	อุณหภูมิห้อง		
2	70 – 90		
3	5 – 15		

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ทิศทางสมดุลของโครเมตไอออน – ไดโครเมตไอออน เมื่อเติม 6 M H₂SO₄ และ 6 M NaOH เป็นไปในทางเดียวกันหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
2. จากการทดลองจงพิจารณาว่าปฏิกิริยา $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + 4\text{Cl}^- \leftrightarrow [\text{CoCl}_4]^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$ เป็นปฏิกิริยาชนิดดูดหรือคายความร้อน
3. ผลของความเข้มข้นของสารที่เปลี่ยนไปในปฏิกิริยาที่อยู่ในสมดุลเคมีทำให้เกิดผลอย่างไร จงอธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ

บทปฏิบัติการที่ 9

ค่า pH ของสารละลาย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสภาพความเป็นกรด – เบสของสารละลายด้วยอินดิเคเตอร์ชนิดต่างๆ
2. เพื่อวิเคราะห์หาค่า pH ของสารละลายตัวอย่าง
3. เพื่อเรียนรู้บทบาทและความสำคัญของสารละลายบัฟเฟอร์ ตลอดจนเข้าใจการควบคุมค่า pH ของสารละลายบัฟเฟอร์

หลักการ

การบอกสภาพความเป็นกรด – เบสของสารละลายสามารถพิจารณาได้จากค่า pH (power of Hydrogen ion) ของสารละลาย ซึ่งเป็นค่าที่บอกความเป็นกรดที่สัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้นของ H^+ ของสารละลายในหน่วยโมลาร์

$$pH = -\log [H^+]$$

เมื่อ $[H^+]$ คือ ความเข้มข้นของ $[H^+]$ ในหน่วยโมลาร์

เช่น ถ้าสารละลายมี $[H^+] = 10^{-2}$ โมลาร์

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าในสูตร จะได้} \quad pH &= -\log (10^{-2}) \\ &= -(-2)(\log 10) \\ &= 2(\log 10) \\ &= 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ถ้าสารละลายมี } [H^+] &= 10^{-3} \text{ โมลาร์} \\ \text{แทนค่าในสูตร จะได้} \quad pH &= -\log (10^{-3}) \\ &= -(-3)(\log 10) \\ &= 3(\log 10) \\ &= 3 \end{aligned}$$

จะเห็นว่าค่า pH ของสารละลายจะเปลี่ยนไป 1 หน่วย เมื่อ $[H^+]$ ต่างกัน 10 เท่า

ตารางที่ 9.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $[H^+]$ กับค่า pH

ความเข้มข้นของกรดแก่ (โมลาร์)	$[H^+]$ (โมลาร์)	pH
0.1	10^{-1}	1
0.01	10^{-2}	2
0.001	10^{-3}	3
0.0001	10^{-4}	4
0.00001	10^{-5}	5
0.000001	10^{-6}	6
0.0000001	10^{-7}	7
0.00000001	10^{-8}	8

ในน้ำบริสุทธิ์หรือสารละลายที่เป็นกลางจะมีค่า $[H^+] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$ มีค่า pH = 7 ในสารละลายที่เป็นกรดจะมีค่า pH < 7 และสารละลายที่เป็นเบสจะมีค่า pH > 7

ทำนองเดียวกัน ความเป็นเบสของสารละลายสามารถพิจารณาได้จากค่า pOH ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้นของ OH^- ของสารละลายในหน่วยโมลาร์

$$pOH = -\log [OH^-]$$

ที่อุณหภูมิ 25°C ค่า pH หรือค่า pOH มีความสัมพันธ์ดังนี้

$$pH + pOH = 14$$

การหา pH ของสารละลายสามารถทำได้ดังนี้

1. ใช้กระดาษ pH
2. โดยใช้เครื่องวัดค่าพีเอช (pH meter) เป็นเครื่องมือที่สามารถบอกค่า pH ของสารละลายได้โดยตรง ค่อนข้างสะดวกและได้ค่าที่แน่นอน

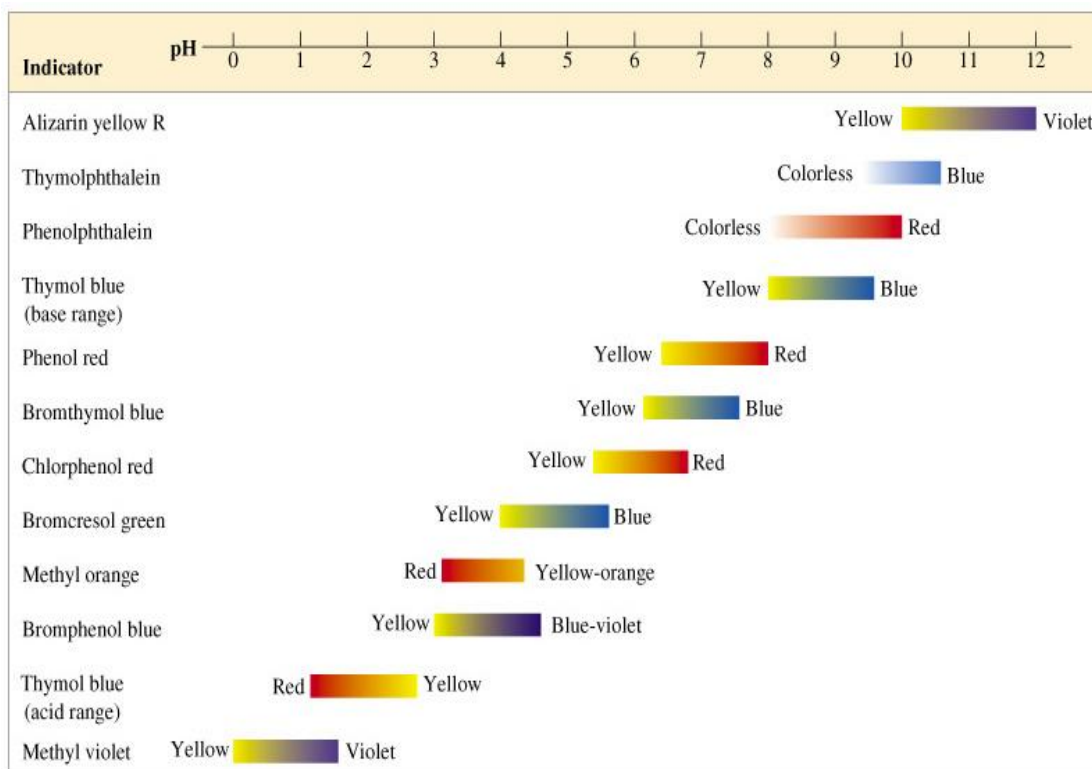


ภาพที่ 9.1 แสดงตัวอย่าง pH meter

ที่มา : http://nano-machinery.com/catalog/index.php/manufacturers_id/250/sort/2a/language/th

3. ใช้การเทียบสีกับอินดิเคเตอร์ วิธีนี้เป็นการวัดค่า pH โดยประมาณซึ่งทำได้โดยเติมอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมลงไปในสารละลายที่ต้องการทราบค่า pH แล้วเทียบสีกับสารละลายที่ทราบค่า pH แน่ๆที่ได้เติมอินดิเคเตอร์ตัวเดียวกันลงไป
4. หาปริมาณ $[H^+]$ แล้วคำนวณเป็นค่า pH

อินดิเคเตอร์ (indicator) เป็นสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อนมาก มีสมบัติเป็นกรดอ่อนหรือเบสอ่อน เปลี่ยนสีได้เมื่อค่า pH ของสารละลายเปลี่ยนไป ดังนั้นเราจึงใช้อินดิเคเตอร์ในการบอกค่า pH ของสารละลาย เนื่องจากอินดิเคเตอร์มีสีค่อนข้างเข้มในการใช้อินดิเคเตอร์จึงใช้สารละลายที่เจือจางของอินดิเคเตอร์ในปริมาณเพียง 2 – 3 หยดซึ่งจะไม่ทำให้ความเป็นกรด – เบสของสารละลายเปลี่ยนแปลงไป สีของอินดิเคเตอร์ขึ้นอยู่กับค่า pH ช่วง pH ที่อินดิเคเตอร์มีทั้งสีของรูปกรดและรูปเบสผสมกันเรียกว่าช่วง pH (pH range) ของอินดิเคเตอร์



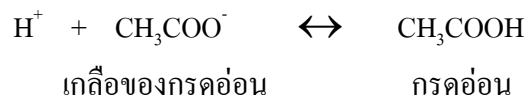
ภาพที่ 9.2 แสดงช่วง pH ของอินดิเคเตอร์ต่างๆ

ที่มา : <http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/acid-base/C8.HTM>

เนื่องจากอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดเปลี่ยนสีในช่วง pH ที่มีค่าเฉพาะและแตกต่างกัน การใช้อินดิเคเตอร์เพียงชนิดเดียวจะบอกค่า pH ได้เป็นช่วงกว้างๆ จึงได้มีการนำอินดิเคเตอร์หลายๆ ชนิดที่เปลี่ยนสีในช่วง pH ที่แตกต่างกันมาผสมกันในสัดส่วนที่เหมาะสมจะได้อินดิเคเตอร์ที่มีช่วง pH ของการเปลี่ยนสีที่แคบกว่าเดิม ใช้บอกค่า pH ของสารละลายได้ละเอียดขึ้นเรียกอินดิเคเตอร์ผสมนี้ว่า Universal indicator ซึ่งสามารถเปลี่ยนสีในสารละลายที่มีค่า pH ต่างๆ กันได้เกือบทุกค่า

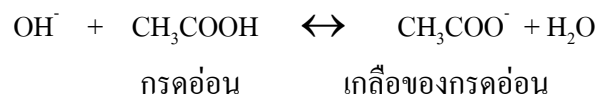
สารละลายบัฟเฟอร์ (buffer solution) เป็นสารละลายที่เตรียมได้จากกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อน หรือเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อน เช่น สารละลายของกรดอะซิติกกับโซเดียมอะซิเตด ($\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$) สารละลายของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์กับแอมโมเนียมคลอไรด์ ($\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$) สารละลายของกรดคาร์บอนิกกับโซเดียมคาร์บอเนต ($\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$) เป็นต้น สารละลายบัฟเฟอร์มีสมบัติพิเศษที่แตกต่างไปจากสารละลายทั่วไปคือสามารถรักษาระดับค่า pH หรือ $[\text{H}^+]$ ของสารละลายไว้ได้เกือบคงที่แม้ว่าจะเติมกรดแก่หรือเบสแก่ลงไปเล็กน้อยก็ไม่ทำให้ค่า pH ของสารละลายนั้นเปลี่ยนแปลงไปมากนัก การที่สารละลายบัฟเฟอร์สามารถรักษาระดับค่า pH ของสารละลายให้เกือบคงที่ได้สามารถอธิบายโดยพิจารณาจากตัวอย่างสารละลายบัฟเฟอร์ของกรดอะซิติกกับโซเดียมอะซิเตด ($\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$)

เมื่อเติมกรดแก่ลงไป ปฏิกริยาจะเป็นดังสมการ



CH_3COO^- ที่มีอยู่ในระบบจะเข้ามาจับกับ H^+ เกิดเป็น CH_3COOH ซึ่งไม่ค่อยแตกตัว ดังนั้น $[\text{H}^+]$ ที่มีอยู่จึงเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ค่า pH จึงค่อนข้างคงที่

เมื่อเราเติมเบสแก่ลงไป ปฏิกริยาจะเป็นดังสมการ



OH^- ส่วนที่เติมจะเข้าไปรวมกับ H^+ ที่มีอยู่ในระบบเกิดเป็น H_2O ซึ่งไม่ค่อยแตกตัว และเนื่องจากในระบบมี CH_3COOH ที่คอยปรับค่า pH ของระบบโดยการแตกตัวให้ H^+ ทดแทนส่วนที่ไปทำปฏิกริยากับ OH^- ดังนั้น $[\text{H}^+]$ ที่มีอยู่จึงเปลี่ยนแปลงน้อยมากค่า pH จึงค่อนข้างคงที่

สารละลายบัฟเฟอร์สามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในกระบวนการอุตสาหกรรม เช่น การชุบ ภาชนะ การฟอกหนัง การทำสี ในทางชีววิทยาโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพาะเนื้อเยื่อจำเป็นต้องใช้สารละลายบัฟเฟอร์เพื่อควบคุมค่า pH ไม่ให้สูงหรือต่ำเกินไป รักษาระดับ

สภาพกรด – เบสให้มีค่าเฉพาะเหมาะแก่การเจริญเติบโต ในทางเคมีมักใช้สารละลายบัฟเฟอร์ในการปรับเทียบมาตรฐาน pH meter ก่อนการนำไปใช้งาน

อุปกรณ์และสารเคมี

1. หลอดทดลอง
2. ที่วางหลอดทดลอง
3. หลอดหยด
4. แท่งแก้วคน
5. กระจกนาฬิกา
6. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 0.1 โมลาร์ (0.1 M HCl)
7. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.1 โมลาร์ (0.1 M NaOH)
8. สารละลายกรดอะซิติก เข้มข้น 1.0 โมลาร์ (1.0 M CH₃COOH)
9. สารละลายโซเดียมอะซิเตด เข้มข้น 1.0 โมลาร์ (1.0 M CH₃COONa)
10. สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 1.0 โมลาร์ (1.0 M NH₄OH)
11. สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ เข้มข้น 1.0 โมลาร์ (1.0 M NH₄Cl)
12. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำส้มสายชู น้ำยาล้างจาน สบู่เหลว ฯลฯ
13. Methyl orange
14. Bromthymol blue
15. Phenolphthalein
16. Universal indicator
17. กระดาษลิตมัส

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 ศึกษาการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ต่าง ๆ ในสารละลายที่มีค่า pH ต่างกัน

1. เตรียมสารละลายที่มีค่า pH ตั้งแต่ 1 – 6
 - สารละลายที่มีค่า pH 1 ใช้สารละลาย 0.1 M HCl
 - สารละลายที่มีค่า pH 2 เตรียมโดยตวงสารละลายที่มีค่า pH 1 มา 2 มิลลิลิตร

แล้วเติมน้ำจนครบ 20 มิลลิลิตร

- สารละลายที่มีค่า pH 3 เตรียมโดยตวงสารละลายที่มีค่า pH 2 มา 2 มิลลิลิตร

แล้วเติมน้ำจนครบ 20 มิลลิลิตร

- สารละลายที่มีค่า pH 4 เตรียมโดยตวงสารละลายที่มีค่า pH 3 มา 2 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำจนครบ 20 มิลลิลิตร
 - สารละลายที่มีค่า pH 5 เตรียมโดยตวงสารละลายที่มีค่า pH 4 มา 2 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำจนครบ 20 มิลลิลิตร
 - สารละลายที่มีค่า pH 6 เตรียมโดยตวงสารละลายที่มีค่า pH 5 มา 2 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำจนครบ 20 มิลลิลิตร
2. เตรียมสารละลายที่มีค่า pH 7 โดยใช้กลั่น
 3. เตรียมสารละลายที่มีค่า pH ตั้งแต่ 8 – 13
 - สารละลายที่มีค่า pH 13 ใช้สารละลาย 0.1 M NaOH
 - สารละลายที่มีค่า pH 12 เตรียมโดยตวงสารละลายที่มีค่า pH 13 มา 2 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำจนครบ 20 มิลลิลิตร
 - สารละลายที่มีค่า pH 11 เตรียมโดยตวงสารละลายที่มีค่า pH 12 มา 2 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำจนครบ 20 มิลลิลิตร
 - สารละลายที่มีค่า pH 10 เตรียมโดยตวงสารละลายที่มีค่า pH 11 มา 2 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำจนครบ 20 มิลลิลิตร
 - สารละลายที่มีค่า pH 9 เตรียมโดยตวงสารละลายที่มีค่า pH 10 มา 2 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำจนครบ 20 มิลลิลิตร
 - สารละลายที่มีค่า pH 8 เตรียมโดยตวงสารละลายที่มีค่า pH 9 มา 2 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำจนครบ 20 มิลลิลิตร
 4. ตวงสารละลายที่มีค่า pH ตั้งแต่ 1 – 13 ใส่หลอดทดลองหลอดละ 2 มิลลิลิตร เติม Methyl orange ลงไปหลอดละ 1 หยด สังเกตสีของสารละลาย บันทึกผล
 5. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 4 แต่ใช้ Bromthymol blue , Phenolphthalein และ Universal indicator แทน Methyl orange สังเกตสีของสารละลาย บันทึกผล
 6. เก็บสารละลายดังกล่าวไว้ใช้ในตอนที่ 2, 3 และบทปฏิบัติการที่ 10 ต่อไป

ตอนที่ 2 การหาค่า pH ของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในชีวิตประจำวัน

1. นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในชีวิตประจำวันมาทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส เพื่อจะได้รู้ค่า pH ของสารตัวอย่างคร่าวๆ ว่าอยู่ในช่วงใดแล้วนำไปพิจารณาเลือกอินดิเคเตอร์ที่จะนำมาทดสอบ

- ถ้าสารตัวอย่างเป็นกรด ให้แบ่งสารละลายตัวอย่างใส่หลอดทดลองเป็น 2 หลอดๆ หนึ่งเติม Methyl orange อีกหลอดหนึ่งเติม Universal indicator บันทึกผล แล้วนำไปเทียบกับสารละลายในตอนที่ 1 ระบุค่า pH

- ถ้าสารตัวอย่างเป็นเบส ให้แบ่งสารละลายตัวอย่างใส่หลอดทดลองเป็น 2 หลอดๆ หนึ่งเติม Phenolphthalein อีกหลอดหนึ่งเติม Universal indicator บันทึกผล แล้วนำไปเทียบกับสารละลายตอนที่ 1 ระบุค่า pH

ตอนที่ 3 ค่า pH ของสารละลายบัฟเฟอร์

1. เตรียมสารละลาย unbuffered solution

- สารละลาย (1) น้ำบริสุทธิ์ : ต้มน้ำกลั่นประมาณ 400 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ ขนาด 600 มิลลิลิตร เพื่อไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปล่อยให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้องแล้วใช้กระดาษฟิคาปิดไว้

- สารละลาย (2) 0.001 M HCl : เจือจางสารละลาย 0.1 M HCl ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

- สารละลาย (3) 0.001 M NaOH : เจือจางสารละลาย 0.1 M NaOH ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

2. เตรียมสารละลาย buffered solution

- สารละลาย (4) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COO}^-$: ผสมสารละลาย 1.0 M CH_3COOH ปริมาณ 10 มิลลิลิตร กับสารละลาย 1.0 M CH_3COONa ปริมาณ 10 มิลลิลิตร เข้าด้วยกันในบีกเกอร์

- สารละลาย (5) $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ (1:1) : ผสมสารละลาย 1.0 M NH_4OH ปริมาณ 10 มิลลิลิตร กับสารละลาย 1.0 M NH_4Cl ปริมาณ 10 มิลลิลิตร เข้าด้วยกันในบีกเกอร์

- สารละลาย (6) $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ (1:3) : ผสมสารละลาย 1.0 M NH_4OH ปริมาณ 5 มิลลิลิตร กับสารละลาย 1.0 M NH_4Cl ปริมาณ 15 มิลลิลิตร เข้าด้วยกันในบีกเกอร์

3. นำหลอดทดลองที่สะอาดมา 3 หลอด เติมสารละลายหมายเลข 1 ลงไปหลอดละ 2 มิลลิลิตร

หลอดที่ 1 เติม Universal indicator ลงไป 1 หยด เขย่า แล้วนำไปเทียบกับสารละลายในตอนที่ 1 ระบุค่า pH

หลอดที่ 2 เติมสารละลาย 0.1 M HCl ลงไป 1 หยด แล้วตามด้วย Universal indicator 1 หยด เขย่า แล้วนำไปเทียบกับสารละลายในตอนที่ 1 ระบุค่า pH

หลอดที่ 3 เติมสารละลาย 0.1 M NaOH ลงไป 1 หยด แล้วตามด้วย Universal indicator 1 หยด เขย่า แล้วนำไปเทียบสีกับสารละลายในตอนที่ 1 ระบุค่า pH

4. ทำซ้ำข้อ 3 แต่เปลี่ยนสารละลายหมายเลข 1 เป็นสารละลายหมายเลข 2 , 3 , 4 ,5 และ 6 ตามลำดับ

บันทึกผลการทดลอง

รายงานการทดลองเรื่อง

ชื่อผู้ทำการทดลอง

1.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

2.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

3.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

วันที่ทำการทดลอง

อาจารย์ผู้ควบคุม

วัตถุประสงค์

1.

2.

3.

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 ศึกษาการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ต่าง ๆ ในสารละลายที่มีค่า pH ต่างกัน

pH	Methyl orange	Bromthymol blue	Phenolphthalein	Universal indicator
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				

ตอนที่ 2 การหาค่า pH ของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในชีวิตประจำวัน

การทดสอบ	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2
ผลิตภัณฑ์		
การเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส		
สีของสารละลายเมื่อทดสอบกับ Methyl orange		
สีของสารละลายเมื่อทดสอบกับ Phenolphthalein		
สีของสารละลายเมื่อทดสอบกับ Universal indicator		
ค่า pH ของตัวอย่างผลิตภัณฑ์		

ตอนที่ 3 ค่า pH ของสารละลายบัฟเฟอร์

สารละลาย	ค่า pH ของสารละลาย		
	ไม่เติมสารใด	เติม 0.1 M HCl	เติม 0.1 M NaOH
สารละลาย (1) น้ำบริสุทธิ์			
สารละลาย (2) 0.001 M HCl			
สารละลาย (3) 0.001 M NaOH			
สารละลาย (4) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COO}^-$			
สารละลาย (5) $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ (1:1)			
สารละลาย (6) $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ (1:3)			

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. สารตัวอย่าง 2 ชนิดมีค่า $\text{pH} = 2$ และ 6 ตามลำดับ สารชนิดใดที่มีค่า $[\text{H}^+]$ มากกว่ากันและมากกว่าเป็นปริมาณเท่าใด
2. สารละลาย NaOH ที่มีค่า $\text{pH} = 11$ จะมีปริมาณ $[\text{OH}^-]$ เท่าใด
3. สารละลายชนิดหนึ่ง เมื่อนำมาทดสอบกับ Methyl orange , Bromthymol blue และ Phenolphthalein แล้วปรากฏสีเหลือง , สีเขียว และไม่มีสี ตามลำดับ แสดงว่าสารละลายนี้มีค่า pH อยู่ในช่วงใด
4. จากการทดลองตอนที่ 3 สารละลายบัฟเฟอร์ที่มีอัตราส่วนที่แตกต่างกันระหว่างเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อนหรือกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อนชนิดเดียวกัน จะมีค่า pH เหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อธิบาย

บทปฏิบัติการที่ 10

ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

วัตถุประสงค์

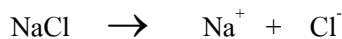
1. ศึกษาปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสและคุณสมบัติของเกลือบางชนิด

หลักการ

ไฮโดรไลซิส เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างเกลือกับน้ำแล้วให้สารละลายที่มีฤทธิ์เป็นกรด เบส หรือกลาง ขึ้นอยู่กับชนิดของเกลือนั้นๆ เราสามารถแบ่งประเภทของปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสตามประเภทของเกลือได้ดังนี้

1. ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสระหว่างเกลือที่เกิดจากกรดแก่ – เบสแก่กับน้ำ

เกลือประเภทนี้ยกตัวอย่างเช่น NaCl , KNO_3 , Na_2SO_4 เป็นต้น เมื่อนำมาละลายน้ำจะแตกตัวเป็นไอออนจนหมด ไม่เกิดการไฮโดรไลซิสเพราะไอออนของเกลือเหล่านี้ไม่ทำให้ปริมาณ $[\text{H}^+]$ หรือ $[\text{OH}^-]$ ของสารละลายเปลี่ยนไปสารละลายจึงมีฤทธิ์เป็นกลาง



เมื่อนำ NaCl ไปละลายน้ำ NaCl จะแตกตัวให้ Na^+ และ Cl^- ซึ่งไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำเรียกว่าไม่ถูกไฮโดรไลซ์เปรียบเสมือนว่า Na^+ และ Cl^- รวมกับน้ำแล้วเกิดเป็นกรดแก่ (HCl) เบสแก่ (NaOH) แตกตัวได้หมด

2. ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสระหว่างเกลือที่เกิดจากกรดอ่อน – เบสแก่กับน้ำ

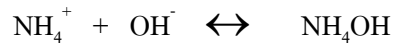
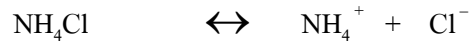
เกลือประเภทนี้ยกตัวอย่างเช่น NaCN , CH_3COONa , Na_2CO_3 เป็นต้น เมื่อนำมาละลายน้ำจะไฮโดรไลซ์ได้สารละลายที่มีฤทธิ์เป็นเบส



เมื่อนำ CH_3COONa ไปละลายน้ำ CH_3COONa จะแตกตัวให้ Na^+ กับ CH_3COO^- ซึ่ง Na^+ ไม่รวมตัวกับน้ำเพราะว่ามาจากเบสแก่ (NaOH) ซึ่งแตกตัวได้หมด ส่วน CH_3COO^- ซึ่งมาจากกรดอ่อน (CH_3COOH) สามารถรวมตัวกับ H^+ ของน้ำทำให้ปริมาณ $[\text{H}^+]$ ลดลง ปริมาณของ $[\text{OH}^-]$ จึงมีมากกว่าสารละลายจึงมีฤทธิ์เป็นเบส

3. ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสระหว่างเกลือที่เกิดจากกรดแก่ – เบสอ่อนกับน้ำ

เกลือประเภทนี้ยกตัวอย่างเช่น NH_4Cl , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ เป็นต้น เมื่อนำมาละลายน้ำจะไฮโดรไลซ์ได้สารละลายที่มีฤทธิ์เป็นกรด



เมื่อนำ NH_4Cl ไปละลายน้ำ NH_4Cl จะแตกตัวให้ NH_4^+ กับ Cl^- จนหมด ซึ่ง Cl^- ไม่รวมตัวกับน้ำ เพราะว่ามาจากกรดแก่ (HCl) ซึ่งแตกตัวได้หมด ส่วน NH_4^+ ซึ่งมาจากเบสอ่อน (NH_4OH) สามารถรวมตัวกับ OH^- ของน้ำ ทำให้ปริมาณ $[\text{OH}^-]$ ลดลง ปริมาณของ $[\text{H}^+]$ จึงมีมากกว่า สารละลายจึงมีฤทธิ์เป็นกรด

4. ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสระหว่างเกลือที่เกิดจากกรดอ่อน – เบสอ่อนกับน้ำ

เกลือประเภทนี้ยกตัวอย่างเช่น $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, Al_2S_3 , NH_4CN เป็นต้น เมื่อนำมาละลายน้ำแล้วจะไฮโดรไลซ์ได้ทั้งแคทไอออนและแอนไอออนแต่สมบัติของสารละลายที่ได้ บางชนิดอาจเป็นกรด บางชนิดอาจเป็นเบสหรือกลางก็ได้แล้วแต่สมบัติเฉพาะตัวของเกลือบางชนิด

- ถ้าแคทไอออนและแอนไอออนรวมตัวกับน้ำแล้วได้เบสกับกรดที่มีค่าความแรงในการแตกตัวเท่ากัน ($K_a = K_b$) สารละลายที่ได้ก็จะมีฤทธิ์เป็นกลาง
- ถ้าแคทไอออนและแอนไอออนรวมตัวกับน้ำแล้วได้เบสที่มีค่าความแรงในการแตกตัวน้อยกว่ากรด ($K_a > K_b$) สารละลายที่ได้ก็จะมีฤทธิ์เป็นเบส
- ถ้าแคทไอออนและแอนไอออนรวมตัวกับน้ำแล้วได้เบสที่มีค่าความแรงในการแตกตัวมากกว่ากรด ($K_a < K_b$) สารละลายที่ได้ก็จะมีฤทธิ์เป็นกรด

อุปกรณ์และสารเคมี

1. หลอดทดลอง
2. ที่วางหลอดทดลอง
3. หลอดหยด
4. กระจกตวง
5. แท่งแก้วคน
6. กระจกนาฬิกา
7. บีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร
8. โซเดียมฟอสเฟต (Na_3PO_4)
9. โซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (Na_2HPO_4)
10. โซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (NaH_2PO_4)
11. โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)
12. โซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3)

13. โซเดียมอะซิเตต (CH_3COONa)
14. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)
15. โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4)
16. แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl)
17. แอมโมเนียมไนเตรต (NH_4NO_3)
18. แอมโมเนียมซัลเฟต ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)
19. แอมโมเนียมออกซาเลต ($(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$)
20. อลูมิเนียมไนเตรต ($\text{Al}(\text{NO}_3)_3$)
21. โพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3)
22. น้ำกลั่น

วิธีการทดลอง

1. เติม CH_3COONa ประมาณ 0.1 มิลลิกรัม (เท่าปลายหัวไม้ขีดไฟ) ลงในหลอดทดลองที่สะอาดและแห้ง
2. เติมน้ำกลั่นลงไป 3 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนสารให้ละลายจนหมด ทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลายโดยใช้กระดาษลิตมัส
3. เติม Universal indicator ลงไป 1 หยด เขย่าและนำไปเทียบสีกับการทดลองในบทปฏิบัติการที่ 9 ตอนที่ 1 เพื่อระบุค่า pH ของสารละลาย
4. ทำซ้ำข้อ 1 – 3 แต่เปลี่ยนจาก CH_3COONa เป็น Na_3PO_4 , Na_2HPO_4 , NaH_2PO_4 , Na_2CO_3 , NaHCO_3 , NaCl , Na_2SO_4 , NH_4Cl , NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ และ KNO_3

บันทึกผลการทดลอง

รายงานผลการทดลองเรื่อง

ชื่อผู้ทำการทดลอง

1.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

2.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

3.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

วันที่ทำการทดลอง

อาจารย์ผู้ควบคุม

วัตถุประสงค์

1.

2.

3.

4.

บันทึกผลการทดลอง

สารตัวอย่าง	การเปลี่ยนสีของ กระดาษลิตมัส	สีของสารละลายเมื่อเติม Universal indicator	ค่า pH	กรดและเบสที่ทำให้เกิดเกลือ
CH ₃ COONa				
Na ₃ PO ₄				
Na ₂ HPO ₄				
NaH ₂ PO ₄				
Na ₂ CO ₃				
NaHCO ₃				
NaCl				
Na ₂ SO ₄				
NH ₄ Cl				
NH ₄ NO ₃				
(NH ₄) ₂ SO ₄				
(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄				
Al(NO ₃) ₃				
KNO ₃				

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. สารตัวอย่างใดบ้างจัดอยู่ในกลุ่มที่มีฤทธิ์เป็นกรด กลาง และเบส

บทปฏิบัติการที่ 11

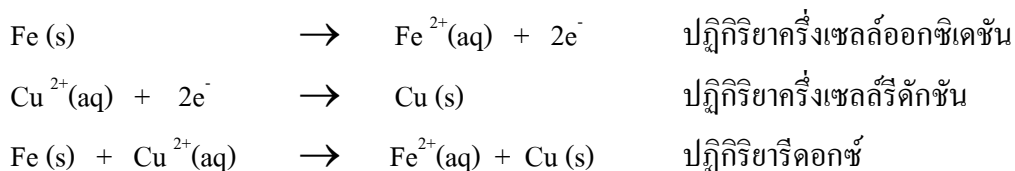
ไฟฟ้าเคมี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการของเซลล์กัลวานิกและเซลล์อิเล็กโทรไลต์
2. สามารถคำนวณหาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าเคมีได้

หลักการ

ไฟฟ้าเคมี (Electrochemistry) เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการของปฏิกิริยาเคมีที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างพลังงานไฟฟ้าและพลังงานเคมี เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอนของสารเคมีที่เรียกว่าปฏิกิริยารีดอกซ์ (redox reaction) โดยสารที่รับอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาเรียกว่าตัวออกซิไดซ์ (oxidizing agent) และสารที่ให้อิเล็กตรอนในปฏิกิริยาเรียกว่าตัวรีดิวซ์ (reducing agent) กระบวนการทางไฟฟ้าเคมีประกอบด้วยปฏิกิริยาที่ครึ่งเซลล์ออกซิเดชันและครึ่งเซลล์รีดักชัน



ครึ่งเซลล์ออกซิเดชัน (oxidation half cell) เป็นครึ่งเซลล์ที่ทำหน้าที่ให้ e^- แก่อะตอมอื่นเรียกธาตุหรือไอออนที่ให้ e^- นี้ว่าตัวรีดิวซ์ (เช่น Fe)

ครึ่งเซลล์รีดักชัน (reduction half cell) เป็นครึ่งเซลล์ที่ทำหน้าที่รับ e^- จากอะตอมอื่นเรียกธาตุหรือไอออนที่รับ e^- นี้ว่าตัวออกซิไดซ์ (เช่น Cu^{2+})

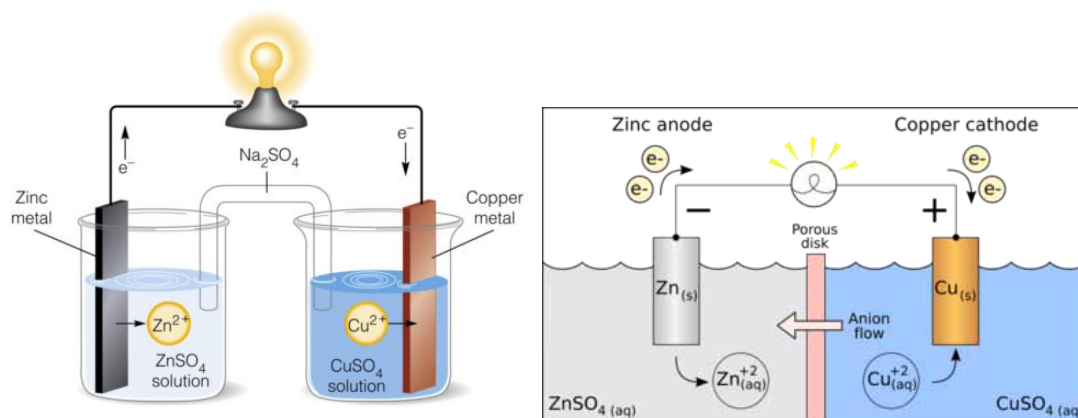
เซลล์ไฟฟ้าเคมี ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 4 ส่วน ดังนี้

1. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte) เป็นสารละลายที่สามารถแตกตัวเป็นไอออนและยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ เช่น สารละลายคอปเปอร์(II) ซัลเฟต
2. สะพานเกลือ (salt bridge) ทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไหลผ่านสามารถเตรียมได้จากการนำเกลือที่ละลายน้ำได้ดีและมีไอออนบวกกับไอออนลบเคลื่อนที่ด้วย

ความเร็วใกล้เคียงกัน (เช่น KCl , KNO_3) มาละลายน้ำ เติมอุ่นลงไปทำให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน โดยการให้ความร้อนแล้วเทลงในหลอดแก้วรูปตัวยู ตั้งทิ้งไว้เย็น

3. ขั้วไฟฟ้า (electrode) เป็นโลหะที่จุ่มอยู่ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งขั้วไฟฟ้าจะทำหน้าที่เป็นขั้วแอโนด (anode) เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือขั้วแคโทด (cathode) เกิดปฏิกิริยารีดักชัน

4. โวลต์มิเตอร์ (voltmeter) เป็นเครื่องมือบอกความแตกต่างของศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วแคโทดและขั้วแอโนด โดยทั่วไปเมื่อมีการเคลื่อนที่ของ e^- เกิดขึ้น เข็มของโวลต์มิเตอร์จะเบนไปในทิศทางเดียวกันกับการไหลของ e^- แต่จะสวนทางกับทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า



ภาพที่ 11.1 แสดงตัวอย่างเซลล์ไฟฟ้าเคมี

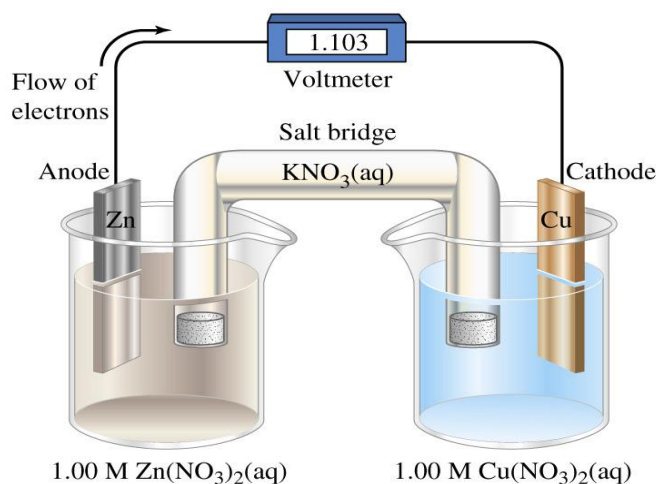
ที่มา : http://www.promma.ac.th/main/chemistry/web_electrochemistry/new_page_7.htm

<http://th.wikipedia.org>

เซลล์ไฟฟ้าเคมีแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่มีสารทำปฏิกิริยาเคมีกันแล้วให้กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นซึ่งเรียกว่า เซลล์กัลวานิก และเซลล์ไฟฟ้าเคมีอีกประเภทหนึ่งจำเป็นต้องอาศัยกระแสไฟฟ้าจากภายนอกเข้าไปเพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีซึ่งเรียกว่า เซลล์อิเล็กโทรไลต์

เซลล์กัลวานิก (Galvanic cell) คือเซลล์ที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า อาจเรียกอีกชื่อว่าเซลล์โวลตาอิก (Voltaic cell) หรือเซลล์แดเนียล (Daniel cell) เป็นระบบที่ประกอบด้วยโลหะที่จุ่มอยู่ในสารละลายที่มีไอออนของโลหะนั้นอยู่ด้วยเรียกว่าครึ่งเซลล์ (half cell) เมื่อนำครึ่งเซลล์ที่ต่างกัน 2 ชนิดมาต่อกับโวลต์มิเตอร์ เชื่อมด้วยสะพานเกลือ (salt bridge) ที่ทำหน้าที่ให้ไอออนเคลื่อนที่จากสารละลายหนึ่งไปยังอีกสารละลายหนึ่งที่บรรจุอยู่ในแต่ละภาชนะ โดยที่

สารละลายไม่ผสมกันและรักษาสมาดุลระหว่างไอออนบวกกับไอออนลบในแต่ละครึ่งเซลล์ พบว่า จะมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเนื่องจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนผ่านลวดตัวนำจากขั้วไฟฟ้าหนึ่ง ไปยังอีกขั้วไฟฟ้าหนึ่ง ซึ่งมีศักย์ไฟฟ้าไม่เท่ากัน เซลล์ไฟฟ้าเคมีที่จัดเป็นเซลล์กัลวานิก ได้แก่ เซลล์เชื้อเพลิง เซลล์แห้ง เซลล์ปรอท เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว เซลล์นิกเกิล - แคดเมียม เป็นต้น



ภาพที่ 11.2 แสดงตัวอย่างของเซลล์กัลวานิก

ที่มา : http://www.apsu.edu/sites/apsu.edu/files/chemistry/1041_Building_Electrochemical_Cells_F10.pdf

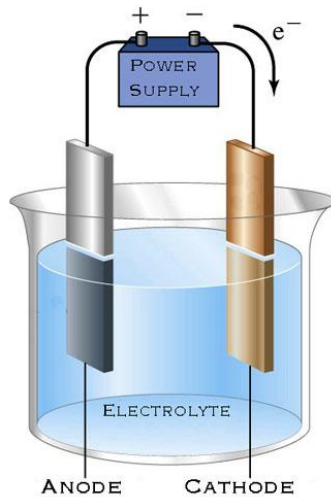
การคำนวณศักย์ไฟฟ้าของเซลล์

$$E_{\text{cell}}^0 = E_{\text{red (cathode)}}^0 - E_{\text{red (anode)}}^0$$

ตารางที่ 11.1 แสดงตัวอย่างค่า Standard Reduction Potential ที่ 25 °C

Half – reduction	ศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์ (V)
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	- 0.76
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$	- 0.44
$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}(\text{s})$	- 0.13
$2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{s})$	- 0.00
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	+ 0.34
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	+ 0.77

เซลล์อิเล็กโทรไลต์ (Electrolytic cell) คือเซลล์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานเคมี ในกรณีที่ปฏิกิริยาเคมีไม่สามารถเกิดขึ้นได้เองจะต้องให้พลังงานไฟฟ้าเข้าไปในเซลล์โดยมีแหล่งให้พลังงานไฟฟ้าได้แก่ แบตเตอรี่ เป็นระบบที่ประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว จุ่มอยู่ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในเซลล์จะมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นและได้สารใหม่เรียกกระบวนการนี้ว่าอิเล็กโทรลิซิส (electrolysis) เซลล์ไฟฟ้าเคมีที่จัดเป็นเซลล์อิเล็กโทรไลต์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า การแยกโซเดียมคลอไรด์เหลวด้วยกระแสไฟฟ้า การแยกสารละลายคอปเปอร์(II) ซัลเฟตด้วยกระแสไฟฟ้า การชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ การผลิตโลหะแมกนีเซียม การป้องกันการผุกร่อนของโลหะ การทำน้ำจืดจากน้ำทะเล เป็นต้น



ภาพที่ 11.3 แสดงตัวอย่างของเซลล์อิเล็กโทรไลต์

ที่มา : <http://mrtitanium.files.wordpress.com/2011/01/electrolysis.jpg>

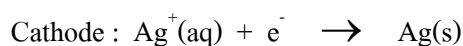
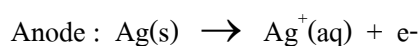
การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า (Electroplating) เป็นกระบวนการที่ทำให้โลหะหนึ่งไปฉาบหรือเคลือบที่ผิวของโลหะอีกชนิดหนึ่งโดยการทำอิเล็กโทรลิซิส เป็นเทคนิคที่ใช้ตกแต่งเครื่องใช้พวกโลหะให้สวยงาม นำใช้ยิ่งขึ้น และเป็นการเพิ่มมูลค่าสินค้า ในการจัดเซลล์อิเล็กโทรไลต์เพื่อชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้ามีหลักการดังนี้

1. นำวัตถุที่ต้องการชุบไปต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ซึ่งเป็นขั้วแคโทด ส่วนโลหะที่ใช้ชุบให้ต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่ซึ่งเป็นขั้วแอโนด
2. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้จะต้องมีไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่เป็นขั้วแอโนดหรือโลหะที่ใช้ชุบ

3. ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อให้ขั้วไฟฟ้าเป็นขั้วบวกและขั้วลบคงเดิม



ภาพที่ 11.4 แสดงตัวอย่างการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า



ที่มา : http://www.nakhamwit.ac.th/pingpong_web/Elec_Chem.htm

อุปกรณ์และสารเคมี

1. โวลต์มิเตอร์ พร้อมสายไฟปากจระเข้
2. บีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร
3. บีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร
4. แผ่นโลหะทองแดง
5. แผ่นโลหะสังกะสี
6. ตะปูเหล็ก
7. สะพานเกลือ
8. กระดาษทราย
9. แบตเตอรี่ ขนาด 9 โวลต์
10. สารละลายคอปเปอร์(II) ซัลเฟต เข้มข้น 1 โมลาร์ (1 M CuSO₄)
11. สารละลายซิงค์(II) ซัลเฟต เข้มข้น 1 โมลาร์ (1 M ZnSO₄)
12. สารละลายไอรอน(II) ซัลเฟต เข้มข้น 1 โมลาร์ (1 M FeSO₄)

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 เซลล์กัลวานิก

1. ใช้กระดาษทรายขัดแผ่นโลหะทองแดง สังกะสี และตะปูเหล็กให้สะอาด
2. ตวงสารละลาย 1 M CuSO_4 , 1 M ZnSO_4 และ 1 M FeSO_4 ปริมาณ 80 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ใบที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ
 - ใช้สายไฟคิบบแผ่นทองแดงจุ่มลงในบีกเกอร์ที่มี 1 M CuSO_4
 - ใช้สายไฟคิบบแผ่นสังกะสีจุ่มลงในบีกเกอร์ที่มี 1 M ZnSO_4
 - ใช้สายไฟคิบบตะปูจุ่มลงในบีกเกอร์ที่มี 1 M FeSO_4
3. นำบีกเกอร์ใบที่ 1 และใบที่ 2 มาวางใกล้กัน แล้วใช้สะพานเกลือเชื่อมระหว่างบีกเกอร์ทั้งสอง ต่อสายไฟที่คิบบแผ่นทองแดงและสังกะสีเข้ากับโวลต์มิเตอร์ สังเกตโวลต์มิเตอร์ว่าเข็มเบนไปทางขั้วโลหะใด อ่านค่าความต่างศักย์ บันทึกผล
4. ทำการทดลองเหมือนข้อ 3 แต่เปลี่ยนเซลล์กัลวานิกดังนี้
 - บีกเกอร์ใบที่ 1 ต่อกับบีกเกอร์ใบที่ 3
 - บีกเกอร์ใบที่ 2 ต่อกับบีกเกอร์ใบที่ 3

ตอนที่ 2 เซลล์อิเล็กโทรไลต์

1. ขัดผิวโลหะทองแดงและโลหะที่ต้องการชุบด้วยกระดาษทรายจนสะอาด ล้างน้ำและเช็ดให้แห้ง บันทึกลักษณะของแผ่นโลหะทองแดงและโลหะที่ต้องการชุบ
2. นำสายไฟคิบบแผ่นโลหะทองแดงและโลหะที่ต้องการชุบให้อยู่ตรงกันข้ามกันในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. ต่อแผ่นโลหะทองแดงเข้ากับขั้วบวกและโลหะที่ต้องการชุบเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ ขนาด 9 โวลต์
4. เติมสารละลาย 0.5 M CuSO_4 ปริมาณ 40 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์และเริ่มจับเวลาทันที
5. สังเกตผิวของโลหะทั้งสองหลังจากเวลาผ่านไป 5 นาที บันทึกผล
6. ปลดขั้วแบตเตอรี่ออกจากโลหะทั้งสองแล้วต่อใหม่โดยสลับขั้วกัน ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนผิวโลหะทั้งสอง บันทึกผลแล้วปลดขั้วแบตเตอรี่ออก

บันทึกผลการทดลอง

รายงานผลการทดลองเรื่อง

ชื่อผู้ทำการทดลอง

1.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

2.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

3.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

วันที่ทำการทดลอง

อาจารย์ผู้ควบคุม

วัตถุประสงค์

1.

2.

3.

4.

บันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 1 เซลล์กัลวานิก

ขั้วไฟฟ้า	Cu – Zn	Cu – Fe	Fe – Zn
1. ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์จากการทดลอง (โวลต์)			
2. ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์จากการคำนวณ(โวลต์)			
3. ทิศทางของกระแสไฟฟ้า			
4. โลหะที่เป็นขั้วแอโนด			
5. โลหะที่เป็นขั้วแคโทด			
6. สมการครึ่งเซลล์ออกซิเดชัน			
7. สมการครึ่งเซลล์รีดักชัน			
8. สมการแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์			

ตอนที่ 2 เซลล์อิเล็กโทรไลต์

เวลา	ผลที่ได้จากการสังเกต	
	ผิวของทองแดง	ผิวของโลหะที่ต้องการชุบ
เริ่มต้น		
5 นาทีแรก		
เมื่อสลับขั้ว 5 นาที		

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลองค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ที่ได้จากการทดลองและจากการคำนวณเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร อธิบาย
2. ถ้าใช้ $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ แทน FeSO_4 ในการทดลองของเซลล์ทองแดง – เหล็ก นักศึกษาคิดว่า ศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้จะเปลี่ยนไปหรือไม่
3. จากการทดลองตอนที่ 2 จงเขียนสมการของการเคลือบหรือชุบผิวของโลหะด้วยทองแดง (สมการรีดอกซ์)
4. จากการทดลองตอนที่ 2 เมื่อต่อโลหะตะปูเข้ากับขั้วลบ และต่อแผ่นทองแดงเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่ โลหะชนิดใดเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและโลหะชนิดใดเกิดปฏิกิริยารีดักชัน

บทปฏิบัติการที่ 12

สมบัติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

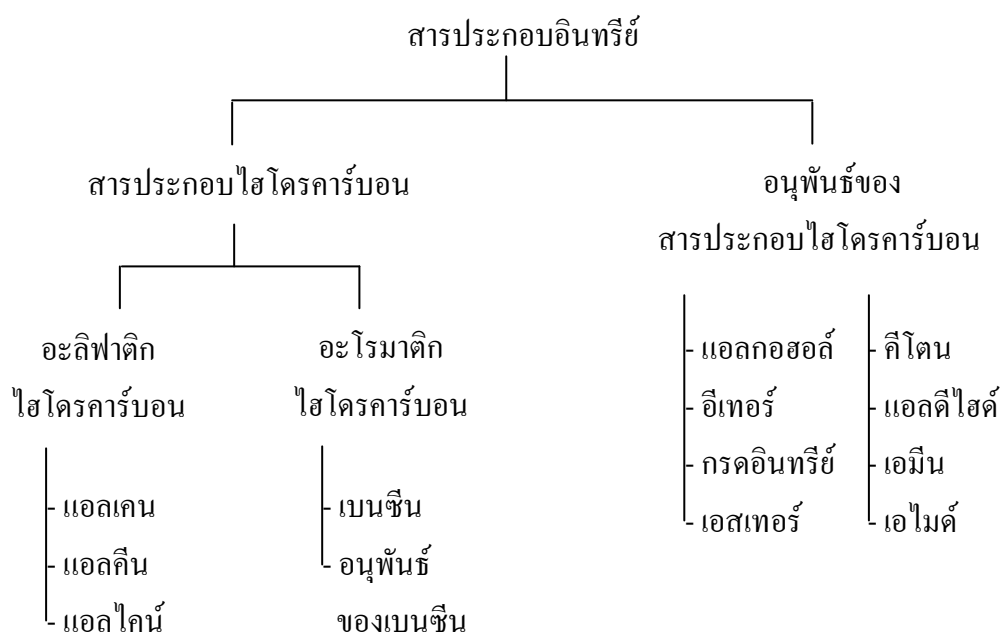
วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบสมบัติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนตามหมู่ฟังก์ชันโดยอาศัยการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี

หลักการ

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนเป็นสารประกอบที่มีองค์ประกอบของ C และ H เป็นหลักยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ โดยทั่วไปเป็นสารประกอบที่ไม่มีขั้ว ดังนั้นจึงไม่ละลายน้ำและมีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำ

สมบัติของสารประกอบอินทรีย์จะเป็นไปตามกลุ่มอะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะที่เป็นองค์ประกอบของสารนั้น ดังนั้นเราสามารถใช้หมู่ฟังก์ชันเป็นเกณฑ์ในการจำแนกสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้



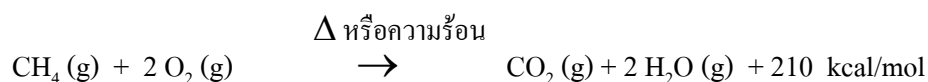
ภาพที่ 12.1 แสดงการจำแนกสารประกอบอินทรีย์

สารประกอบอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน

แอลเคน มีสูตรทั่วไปเป็น C_nH_{2n+2} จัดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่อิ่มตัวซึ่งพันธะทุกพันธะระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอน และคาร์บอนกับไฮโดรเจนเป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด ทำปฏิกิริยาได้ค่อนข้างช้า นอกจากนี้ไซโคลแอลเคนก็คือแอลเคนเช่นกันเพียงแต่มีโครงสร้างเป็นวง เรียกว่าอะลิไซคลิกหรือไซคลิกไฮโดรคาร์บอนซึ่งคาร์บอนที่ปลายทั้งสองของโซ่มาต่อกันเป็นวง ดังนั้นไซโคลแอลเคนจึงมีจำนวนไฮโดรเจนน้อยกว่าแอลเคนที่มีจำนวนคาร์บอนเท่ากันอยู่ 2 อะตอม

1. ปฏิกิริยาออกซิเดชัน

แอลเคนสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจนเกิดการเผาไหม้ได้ทั้งคาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำ และพลังงาน แอลเคนที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนน้อยจะเกิดการเผาไหม้ได้สมบูรณ์กว่า ติดไฟได้ มีเขม่าน้อยกว่าแอลเคนที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนมาก

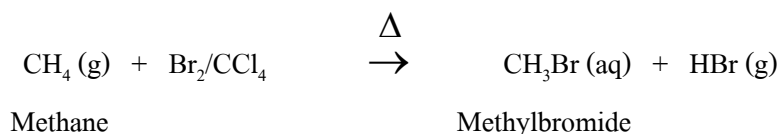


Methane

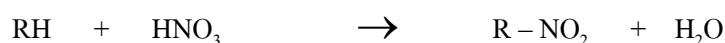
แอลเคนจึงใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มอาหาร ในเครื่องยนต์ชนิดต่าง ๆ และในอุตสาหกรรม

2. ปฏิกิริยาการแทนที่

- แอลเคนสามารถเกิดปฏิกิริยาแทนที่กับสารละลายโบรมีนในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Br_2/CCl_4) ในที่ที่มีแสงสว่าง เรียกปฏิกิริยานี้ว่าฮาโลเจเนชัน หรือการฟอกจางสีโบรมีน เป็นปฏิกิริยาที่อะตอมของไฮโดรเจนในสารประกอบไฮโดรคาร์บอนถูกแทนที่ด้วยอะตอมของธาตุฮาโลเจน



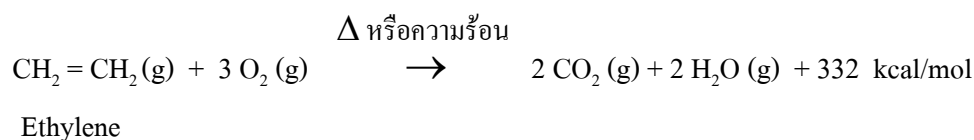
- แอลเคนสามารถเกิดปฏิกิริยาแทนที่กับกรดไนตริก เรียกปฏิกิริยานี้ว่าไนเตรชัน เป็นการให้กลุ่มไนโตร ($-NO_2$; nitro group) เข้าแทนที่โดยใช้กรดไนตริกเข้มข้นที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส จะให้สารประกอบไนโตรแอลเคน



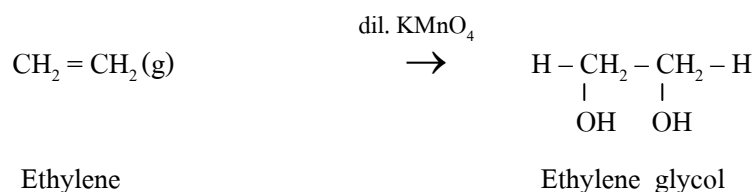
แอลคีน มีสูตรทั่วไปเป็น C_nH_{2n} จัดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัวมีพันธะระหว่างคาร์บอนกับไฮโดรเจนเป็นพันธะคู่อย่างน้อย 1 พันธะ มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยามากกว่าแอลเคน

1. ปฏิกิริยาออกซิเดชัน

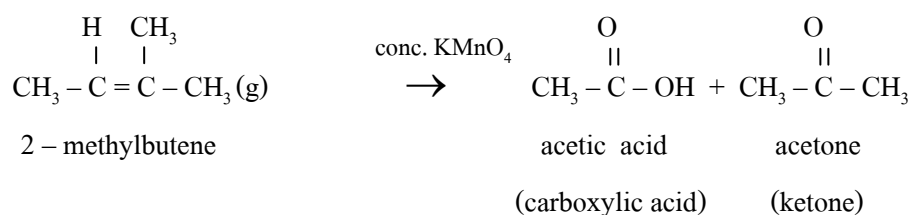
- แอลคีนสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจนเกิดการเผาไหม้ได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำ และพลังงาน แอลคีนที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนน้อยจะเกิดการเผาไหม้ได้สมบูรณ์กว่า ดีดไฟได้ มีเขม่าน้อยกว่าแอลคีนที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนมาก แต่มากกว่าเมื่อเทียบกับแอลเคนที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากัน



- แอลคีนสามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายต่างทับทิมเจือจางในสารละลายที่เป็นกลางที่อุณหภูมิต่ำถูกออกซิไดส์กลายเป็นไกลคอลที่มีหมู่ไฮดรอกซิลอยู่ติดกัน 2 หมู่ แอลคีนจัดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัวที่สามารถเปลี่ยนสีม่วงของสารละลายต่างทับทิมให้กลายเป็นสีน้ำตาลของแมงกานีส(IV) ออกไซด์ เรียกปฏิกิริยานี้ว่า **Baeyer test**

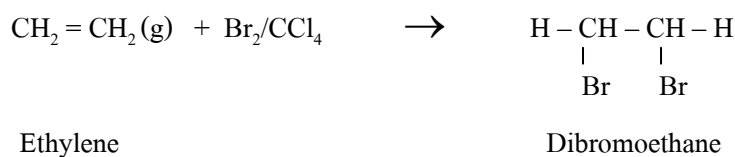


- แอลคีนสามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายต่างทับทิมเข้มข้นที่ร้อนเกิดการแตกออกของพันธะคู่เกิดสารประกอบ 2 ชนิดที่เป็นกรดคาร์บอกซิลิกและคีโตน โดยโมเลกุลด้านที่มีหมู่อัลคิลต่ออยู่กับคาร์บอนที่มีพันธะคู่ 2 หมู่จะกลายเป็นคีโตน และโมเลกุลด้านที่มีหมู่อัลคิลต่ออยู่กับคาร์บอนที่มีพันธะคู่หมู่เดียวจะกลายเป็นกรดคาร์บอกซิลิก

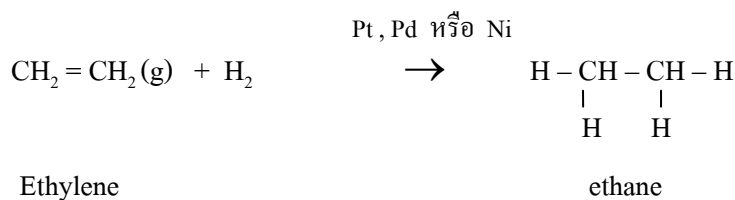


2. ปฏิกิริยาการเติมหรือปฏิกิริยาการรวมตัว

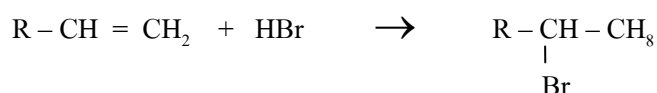
- แอลคีนสามารถเกิดปฏิกิริยารวมตัวกับสารละลายโบรมีนในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Br_2/CCl_4) โดยไม่ต้องใช้แสงหรือความร้อน ได้สารประกอบไดอัลคิลเฮไลด์ เรียกปฏิกิริยานี้ว่า **ฮาโลจิเนชัน** หรือการฟอกจางสีโบรมีน เมื่อเกิดปฏิกิริยาสีเหลืองของโบรมีนจะหายไปทันทีและไม่มีแก๊สไฮโดรเจนโบรมไนด์เกิดขึ้น



- แอลคีนสามารถเกิดปฏิกิริยารวมตัวกับไฮโดรเจนโดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาได้แก่ โลหะแพลทินัม แพลเลเดียม หรือนิกเกิล ได้สารประกอบแอลเคน เรียกปฏิกิริยานี้ว่า **ไฮโดริเนชัน**



- แอลคีนสามารถเกิดปฏิกิริยาการรวมตัวกับไฮโดรเจนโบรมไนด์ (HBr) และไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) ในกรณีที่เติมไฮโดรเจนโบรมไนด์ลงไปในสารประกอบแอลคีน ไฮโดรเจนโบรมไนด์จะเข้าทำปฏิกิริยาตามกฎของ markovnikov ซึ่งกล่าวว่า “เมื่อบวกรีเอเจนต์ที่ไม่สมมาตรกับแอลคีนที่ไม่สมมาตร ส่วนที่มีสภาพขั้วลบของรีเอเจนต์ไปจับกับคาร์บอนที่มีจำนวนไฮโดรเจนน้อยที่สุดของกลุ่มคาร์บอนที่เป็นพันธะคู่” ดังนั้นผลิตผลตามกฎของ markovnikov สามารถอธิบายได้ดังนี้ เมื่อ HBr อยู่ในสารละลายแตกตัวเป็น H^+ และ Br^- ซึ่ง H^+ เป็นอิเล็กโตรไฟล์ (electrophile) หมายถึงไอออนหรือสารที่ชอบอิเล็กตรอนจะเข้าไปโปรตอนเนตที่พันธะคู่ ดังนี้



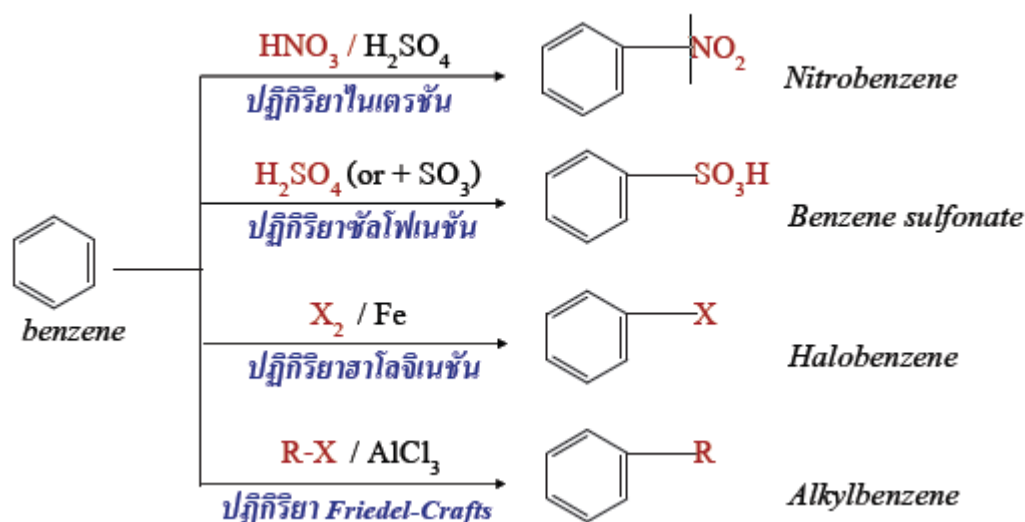
- แอลคีนสามารถเกิดปฏิกิริยาการรวมตัวกับกรดซัลฟิวริกเข้มข้นที่เย็นได้อัลคิลไฮโดรเจนซัลเฟต ปฏิกิริยานี้ให้ความร้อนได้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกันและสีของสารละลายเข้มขึ้น



แอลไคน์ มีสูตรทั่วไปเป็น $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ จัดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัวมีพันธะระหว่างคาร์บอนกับไฮโดรเจนเป็นพันธะสามอย่างน้อย 1 พันธะ เนื่องจากแอลไคน์มีพันธะสามซึ่งแสดงถึงความไม่อิ่มตัวมากกว่าแอลคีน ดังนั้นแอลไคน์จึงมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยามากกว่าแอลคีน และสามารถเกิดปฏิกิริยาได้คล้ายกับแอลคีนทุกประการ

สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

โดยทั่วไปสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนสามารถเกิดปฏิกิริยาแทนที่ (substitution) ได้ดี ปฏิกิริยาแทนที่ที่เกิดกับสารประกอบจำพวกนี้ได้แก่



ภาพที่ 12.2 แสดงการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

ที่มา : http://wps.prenhall.com/wps/media/objects/602/616516/Chapter_23.html

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ฟาเบ้าโลหะ
2. หลอดทดลอง
3. จุกคอรั๊ก
4. กระจกยลิตมัสสีน้ำเงิน
5. สารละลายโบรมีนในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ เข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ (5% Br₂/CCl₄)
6. สารละลายต่างทับทิม เข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ (0.3% KMnO₄)
7. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
8. สารประกอบแอลเคน เช่น ไซโคลเฮกเซน (cyclohexane)
9. สารประกอบแอลคีน เช่น ไซโคลเฮกซีน (cyclohexene)
10. น้ำกลั่น

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 สมบัติทางกายภาพ

- การละลายน้ำ

นำหลอดทดลองมา 2 หลอด ใส่น้ำลงไปหลอดละ 2 มิลลิลิตร แล้วเติมแอลเคนลงในหลอดที่ 1 ปริมาณ 2 มิลลิลิตร เติมแอลคีนลงในหลอดที่ 2 ปริมาณ 2 มิลลิลิตร สังเกตการละลาย หากไม่ละลายให้สังเกตว่าหนักหรือเบากว่าน้ำ

- ความไวไฟ

หยดแอลเคนปริมาณ 1 มิลลิลิตร ลงบนฟาเบ้า เอาเปลวไฟแตะ แล้วสังเกตลักษณะการเผาไหม้ ทำซ้ำแต่ใช้แอลคีน เปรียบเทียบการติดไฟและลักษณะเขม่าที่เกิดขึ้น

ตอนที่ 2 สมบัติทางเคมี

- ปฏิกริยากับโบรมีนในคาร์บอนเตตระคลอไรด์

1. เติมแอลเคนลงในหลอดทดลอง 2 หลอดๆ ละ 1 มิลลิลิตร เติมสารละลายโบรมีนในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ลงไปหลอดละ 10 หยด ปิดจุกคอรั๊กทั้งสองหลอดทันที เขย่าสารละลายให้เข้ากัน นำหลอดที่ 1 ไปใส่ตู้ที่บิไม่ให้ถูกแสงสว่าง หลอดที่ 2 ไปวางกลางแดดหรือใกล้หลอดไฟ 200 วัตต์ ประมาณ 5 นาที เปรียบเทียบสีของสารละลายทั้ง 2 หลอด สังเกตว่าหลอดไหนเกิดหรือไม่เกิดปฏิกิริยา สำหรับหลอดที่เกิดปฏิกิริยาให้ทดสอบว่ามีแก๊สไฮโดรเจนโบรมได์เกิดขึ้นหรือไม่ โดยใช้กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินอ้อมที่ปากหลอด

2. ทำการทดลองซ้ำอีกครั้งแต่เปลี่ยนแอลเคนเป็นแอลคีน

- ปฏิกริยากับสารละลายต่างทับทิมในน้ำ

เติมแอลเคนลงในหลอดทดลอง 10 หยด แล้วเติมสารละลาย 0.3% KMnO_4 ลงไปซ้ำๆ ทีละหยดพร้อมทั้งเขย่าจนครบ 10 หยด สังเกตและบันทึกผล ทำซ้ำอีกครั้งแต่เปลี่ยนแอลเคนเป็นแอลคีน

- ปฏิกริยากับกรดซัลฟิวริกเข้มข้น

1. นำหลอดทดลองที่แห้งมา 2 หลอด

หลอดที่ 1 เติมแอลเคน 1 มิลลิลิตร

หลอดที่ 2 เติมแอลคีน 1 มิลลิลิตร

2. เติม Conc. H_2SO_4 ลงในหลอดทดลองทั้ง 2 หลอดๆ ละ 1 มิลลิลิตร (ทำในตู้ควัน) สังเกตการเปลี่ยนแปลง เช่น มีการเปลี่ยนสี หรือความร้อนที่เกิดขึ้น ของเหลวแยกชั้นหรือรวมเป็นชั้นเดียวกัน เป็นต้น

บันทึกผลการทดลอง

รายงานผลการทดลองเรื่อง

ชื่อผู้ทำการทดลอง

1.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

2.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

3.....รหัสนักศึกษา.....สาขาวิชา.....

วันที่ทำการทดลอง

อาจารย์ผู้ควบคุม

วัตถุประสงค์

1.

2.

3.

4.

บันทึกผลการทดลอง

ไซโคลเฮกเซนมีลักษณะดังนี้ สถานะ.....กลิ่น.....สี.....จุดเดือด..... $^{\circ}\text{C}$

ไซโคลเฮกซีนมีลักษณะดังนี้ สถานะ.....กลิ่น.....สี.....จุดเดือด..... $^{\circ}\text{C}$

ตอนที่ 1 สมบัติทางกายภาพ

การทดสอบ	ผลการทดสอบ	
	แอลเคน	แอลคีน
การละลายน้ำ		
ความไวไฟ		

ตอนที่ 2 สมบัติทางเคมี

การทดสอบ	ผลการทดสอบ	
	แอลเคน	แอลคีน
ปฏิกิริยากับโบรมีนใน คาร์บอนเตตระคลอไรด์	- ที่มีด - ที่สว่าง	- ที่มีด - ที่สว่าง
ปฏิกิริยากับสารละลายต่าง ทับทิมในน้ำ		
ปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริก เข้มข้น		

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ทำไมปฏิกิริยาโบรมีนชันของไซโคลเฮกเซนในที่มีดกับในที่สว่างจึงแตกต่างกัน
2. โบรมีนในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ สามารถใช้บอกความแตกต่างระหว่างแอลเคนกับแอลกินได้อย่างไร อธิบาย
3. จงบอกความแตกต่างระหว่างปฏิกิริยาการแทนที่ (substitution reaction) กับปฏิกิริยาการเติม (addition reaction) พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มสาขาชีววิทยาประยุกต์และมาตรฐานผลิตภัณฑ์สัตว์. 2555. เอกสารประกอบปฏิบัติการวิชา การ
ตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเบื้องต้น. คณะเทคนิคการสัตวแพทย์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กุลยา จงศิริลักษณ์ และอำนาจ อรุณรุ่งอารีย์. 2541. ปฏิบัติการเคมี 2. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :
[http://e-book.ram.edu/e-book/inside/html/dlbook.asp?code=CH114\(H\)](http://e-book.ram.edu/e-book/inside/html/dlbook.asp?code=CH114(H)). ภาควิชาเคมี คณะ
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- จิตยา ศรขวัญ. 2548. คู่มือปฏิบัติการ ปฏิบัติการเคมีทั่วไป 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาเคมี คณะ
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี.
- จิตยา ศรขวัญ. 2548. คู่มือปฏิบัติการหลักเคมีทั่วไป 2. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาเคมี คณะ
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ทะยานรุ่ง เหลือสินทรัพย์. (ม.ป.ป.). ปฏิบัติการเคมี 1. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [http://e-
book.ram.edu/e-book/inside/html/dlbook.asp?code=CM117\(L\)](http://e-book.ram.edu/e-book/inside/html/dlbook.asp?code=CM117(L)). ภาควิชาเคมี คณะ
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- รัชชชัย ศรีวิบูลย์ และชุติมา ศรีวิบูลย์. 2545. ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :
<http://e-book.ram.edu/e-book/inside/html/dlbook.asp?code=CH234>. ภาควิชาเคมี คณะ
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. 2544. เทคนิคทางเคมี. พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์ประกายพรึก.
- พรพรรณ ผายพิมพ์. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องแก้ววัดปริมาตร. TPA NEWS Calibration
September 2011 No. 177. หน้า 17 – 18.
- พงศธร นันทนเศ และสุนทร ฐวีปรีชาเลิศ. สารและสมบัติของสาร ม.4 - ม.6. พิมพ์ครั้งที่ 1.
กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.
- มนนภา เทพสุด. ปฏิบัติการเคมีทั่วไป. สำนักวิชาการศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- มานพ อรัญนารถ และคณะ. 2541. ปฏิบัติการเคมีทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 4. ภาควิชาเคมี คณะ
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สาขาวิชาเคมี สำนักวิชาวิทยาศาสตร์. 2555. ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน. มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2549. รู้ใช้...รู้เทคนิคในห้องปฏิบัติการ.
พิมพ์ครั้งที่ 2. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

วัชรวิ ชาตภักตติคุณวงศ์. 2543. ปฏิบัติการเคมี 1. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [http://e-book.ram.edu/e-book/inside/html/dlbook.asp?code=CH113\(H\)](http://e-book.ram.edu/e-book/inside/html/dlbook.asp?code=CH113(H)). ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ศิริรัตน์ จันทร์จำรุณี. เอกสารประกอบการสอนวิชา เทคนิคทางเคมีอินทรีย์. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

อำนวยการ อรุณรุ่งอารีย์, กุลยา โอตากะ และพิทยา สีสด. 2548. ปฏิบัติการเคมี 2. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [http://e-book.ram.edu/e-book/inside/html/dlbook.asp?code=CM118\(48\)](http://e-book.ram.edu/e-book/inside/html/dlbook.asp?code=CM118(48)). ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

http://www.shawpat.or.th/news/news_detail.php?news_id=IN000054&

<http://msds.pcd.go.th/cas.asp>

<http://tri-solution.nanasupplier.com>

<http://www.maxel.co.th/emergencyunicare.php>

http://เซฟตี้.blogspot.com/2011/12/blog-post_68.html

<http://www.tattoodonkey.com/lab-safety-tattoos/>

<http://www.better-option.com>

<http://hbwanli.en.made-in-china.com>

<http://www.killgerm.com>

<http://www.ebay.com>

<http://images.google.co.th/>

<http://www.sartorius.co.th/laboratory-balances.html>

<http://glossary.periodni.com/glossary.php?en=meniscus>

<http://bioweb.wku.edu/courses/Biol121/Carbo/pipets.png>

http://www.vettech.ku.ac.th/vteducation/files/55_01600241_doc.pdf

http://baliga.systemsbiology.net/outreach_discussion/halo_lesson/lesson5/lesson5spec/micropipette.bmp

http://www.phschool.com/science/biology_place/labbench/lab2/burette.html

<http://www.f0nt.com/forum/index.php?topic=15058.45>

<http://www.sciencefair-projects.org/chemistry-projects/effect-of-heat-on-chemicals.html>

<http://www.educationalelectronicsusa.com/p/heat-III.htm>

<http://www.kshitij-school.com/>

http://www.yaksic.com-crcpy6_01.jpg

<http://variety.teenee.com/science/2971.html>

<http://www.bc.edu/schools/cas/chemistry/undergrad/gen/fall/SolrulesReact.pdf>

<http://www.vcharkarn.com/lesson/view.php?id=1170>

http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=70595

http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=69482

www.mwit.ac.th/~chaiwat/c40121/bond-02.pdf

<http://www.slideshare.net/Duduan/ss-8790533>

http://it.aru.ac.th/saard_chemistry/salalain.htm

www.yupparaj.ac.th/CAI/Chemistry/40224/chemical_reaction.doc

<http://www.vcharkarn.com/lesson/view.php?id=1437>

<http://dc345.4shared.com/doc/lBziOHlt/preview.html>

http://duch.sd57.bc.ca/~rmcleod/Chemists_Corner/PE_Diagram_Multi.html

<http://sumaychemistry.blogspot.com/>

[http://www.ck12.org/user:YWJyb3duQGJnY3MuazEyLmluLnVz/section/Factors-That-Affect-
Reaction-Rates/](http://www.ck12.org/user:YWJyb3duQGJnY3MuazEyLmluLnVz/section/Factors-That-Affect-
Reaction-Rates/)

www.sc.sci.rmutp.ac.th/sctank/enchem/lab7_equilibrium.pdf

www.mwit.ac.th/~teppode/sheet_equilibrium.pdf

www.pec9.com/new/pdf/093f65e080a295f8076b1c5722a46aa2.pdf

www.mindmeister.com/14504121/3

<http://www.mindmeister.com/14504121/3>

www.sci.nu.ac.th

www.kmitl.ac.th/~kbbanjon/Gemchem/G5.pdf

<http://mmsphyschem.com/chemEquil.htm>

<http://www.photoshelter.com/gallery/-/G0000UYvxeDgRHog/>

<http://joelgordon.photoshelter.com/image/I0000cXZyDX3EiZY>

<http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/acid-base/C8.HTM>

http://nano-machinery.com/catalog/index.php/manufacturers_id/250/sort/2a/language/th

<http://th.wikipedia.org>

http://www.promma.ac.th/main/chemistry/web_electrochemistry/new_page_7.htm

http://www.apsu.edu/sites/apsu.edu/files/chemistry/1041_Building_Electrochemical_Cells_F10.pdf

<http://mrtitanium.files.wordpress.com/2011/01/electrolysis.jpg>

http://www.nakhamwit.ac.th/pingpong_web/Elec_Chem.htm

http://wps.prenhall.com/wps/media/objects/602/616516/Chapter_23.html

<http://images.google.co.th/>

<http://www.scimath.org>

<http://www.vcharkarn.com/lesson/view.php?id=117>

www.kmitl.ac.th/~kbbanjon/Gemchem/G8.pdf

www.yupparaj.ac.th/CAI/Chemistry/40224/chemical_reaction.doc

www.sci.nu.ac.th

[http://www.sci.nu.ac.th/chemistry/elearning/\(1-2555\)e.pdf](http://www.sci.nu.ac.th/chemistry/elearning/(1-2555)e.pdf)

<http://www.academia.edu/1842424/>

www.sc.sci.rmutp.ac.th/sctank/enchem/lab2_stoichiometry.pdf

www.mwit.ac.th/~itipol/lab/lab3.doc

www.chemistry.sc.chula.ac.th/course_info/2302219/Lab3.pdf

www.ponglearning.com/wp-content/uploads/2008/12/solution.pdf

www.kmitl.ac.th/~kbbanjon/Gemchem/G8.pdf

<http://tulip.bu.ac.th/~wanida.k/ch102/lab%209.pdf>

<http://www.slideshare.net/Duduan/ss-8790533>

http://it.aru.ac.th/saard_chemistry/salalain.htm

<http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/acid-base/C11-1.HTM>

http://wiroty.blogspot.com/2011/09/blog-post_6657.html

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล	นางสุนันทา ข้องสาย
การศึกษา	วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยทักษิณ : 2543 วท.ม. (เคมีเชิงฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ : 2547
การทำงาน	ปัจจุบันเป็นอาจารย์สังกัดสาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง รับผิดชอบสอนรายวิชาเคมี 1 , ปฏิบัติการเคมี 1 , เคมี 2 , ปฏิบัติการเคมี 2 , หลักเคมี , ปฏิบัติการหลักเคมี , เคมีเบื้องต้น , เคมีสำหรับวิศวกร , ปฏิบัติการเคมีสำหรับวิศวกร , เคมีเชิงฟิสิกส์ , ปฏิบัติการเคมีเชิงฟิสิกส์ , หลักการใช้เครื่องมือ , ปฏิบัติการ หลักการใช้เครื่องมือ , เคมีเครื่องสำอาง , การควบคุมคุณภาพใน อุตสาหกรรม และคอมพิวเตอร์สำหรับวิทยาศาสตร์
ประสบการณ์/ความเชี่ยวชาญ	มีความเชี่ยวชาญด้านการสังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อนและ วิเคราะห์โครงสร้างตามหลักการทางฟิสิกส์

: