



## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กนกศักดิ์ ทองตั้ง. เทคนิคบางประการในการจัดการประเมินผลภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์. สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2536. (เอกสารอัดสำเนา)
- กรองพร ชูชื่น. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของการสอนปฏิบัติการของครูกับทักษะการปฏิบัติการเคมีของนักเรียนมัธยมปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาคศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.
- กิ่งฟ้า สินธุวงษ์. หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2521.
- กรวิท บวาลพฤษ และ สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. การประเมินผลานชั้นเรียน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2523.
- จันทิมา พรหมโชติกุล. เครื่องมือวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านจิตพิสัยและทักษะพิสัยวิชาภาษาไทย. วารสารการวัดผลการศึกษา 5(มกราคม-เมษายน 2527): 38-61.
- จางง พรายยิ้มแซ. เทคนิคและวิธีสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สหบัณฑิต, 2514.
- ฉลองพร แก้ววชิราภรณ์. ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาคศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.
- ชลลดา จิตติวัฒนพงศ์. การศึกษาความเป็นไปได้ของแนวทางการจัดการศึกษาระดับประถมศึกษา มัธยมและอาชีวศึกษาของไทยในทศวรรษ 1990 วารสารการวิจัยของการศึกษา 24(มกราคม 2537): 51-56.
- ฉัตร อัญชันภาติ. คู่มือครูเคมี "ข้อควรระวังและความปลอดภัยเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการเคมี". ภาควิชาสารัตถะศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, (ม.ป.ป, อัดสำเนา)

- ดิเรก หุ่นสุวรรณ. ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและเจตคติต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาคศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.
- ธงชัย ชิวปรีชา. ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีการทางวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 13. ฝึกครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์, 2537.
- ธงชัย ชิวปรีชา และปรีชาญ เดชศรี. ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์. ข่าวสาร สสวท 3(เมษายน-มิถุนายน 2528): 34-40.
- ธีรพล จินนแพทย์. ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย ทักษะปฏิบัติการเคมีและความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาคศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
- ธีรภูมิ พิทักษ์ชน. การศึกษาวิธีการและปัญหาเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของครูวิทยาศาสตร์โรงเรียนรัฐบาล สังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตการศึกษา 9 ปีการศึกษา 2526. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2527.
- นงนุช ชาณปรียาวาทิงวงศ์. "3R ยุคโลกาภิวัตน์". วารสาร สสวท ฉบับพิเศษ 23(ธันวาคม 2538): 50-53.
- น้อมฤดี จงพญา, สมใจ ฤทธิสนธิ์ และพยอม ตั้งฉณี. วิธีสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มิตรสยาม, 2519.
- นิพารัต ระเด่นอาหมัด. ความคิดสับสนและคลาดเคลื่อนในสาระเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์. วารสาร สสวท 23(ธันวาคม 2538): 19
- บุญธรรม กิจบริคาบวิสุทธิ. คู่มืออาจารย์: การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การพิมพ์พระนคร, 2524.
- ประคอง กรรณสุด. สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. ฝึกครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุงแก้ไข). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

- ประวิตร ฐศิลา. เอกสารนิเทศการศึกษานับที่ 233: หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู,  
2524.
- ประศาสน์ ชูมนาเสียว. การสร้างเครื่องมือสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์  
และความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทาง  
การเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชา  
การศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523.
- ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. เทคนิคทางเคมี. กรุงเทพมหานคร: ศึกษาพร, 2528.
- ประหยัด จันทระมพูน และประสพสันต์ อักษรมัต. วิธีสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร:  
โรงพิมพ์จุรัสภา, 2518.
- ปรีชาญ เดชศรี และณรงค์ศิลป์ รูปทนม. เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่  
8-15. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ยูไนเต็ดโปรดักชั่น, 2526.
- ปัญญา อุทัยพัฒน์. ปัญหาการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใน  
กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.
- พงษ์ศักดิ์ แป้นแก้ว. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ดีเด่น ระดับมัธยม  
ศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย, 2534.
- พินิจ วรณิเวทศิลา. ปัญหาการเรียนการสอนวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญา  
โทบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522.
- พินิจ เดชะอุบต์. ความสัมพันธ์ระหว่างกลวิธีสอน คุณภาพของกลวิธีสอน เวลาที่ใช้ในการเรียน  
กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ในกรุงเทพ  
มหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.
- พิศาล สร้อยสุหระา. ข้อสอบวิทยาศาสตร์เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพ. กรุงเทพมหานคร: วิกตอรี  
เพาเวอร์พอยท์, 2525.

- เพียงใจ แดนเจริญไพศาล. ปัญหาการประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิตภาคศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.
- ไพศาล หวังพานิช. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2526.
- ภัทรจันทร์ ใจสว่าง. อุบัติเหตุและการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิตภาคศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.
- มหาวิทยาลัย, ทบวง. คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร: ทบวงมหาวิทยาลัย, 2524. (อัคราเนา)
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมี. คู่มือปฏิบัติการเคมี 1. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร: รอเอส พรินติ้งเฮาส์, 2529.
- มารินช วาตะทุกกณะ. สัมฤทธิ์ผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอนุวัฒนา นครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิตภาคศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523.
- มังกร ทองสุชาติ. ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์. วารสารวิทยาศาสตร์ 36(สิงหาคม 2525): 573.
- มัทนา จงสุขสันติกุล. ปัญหาของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยม โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิตภาคศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524.
- ยุพา ตันติเจริญ. "คานถลง". เทคนิคบางประการในการปฏิบัติการเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สุรสภา, 2529.
- ยุพิน โรชิวีย์. ผลของชุดฝึกทักษะปฏิบัติการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนห้วยวัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิตภาคศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2534.

- ยุริ วิศวะเวชเมธี. ปัญหาของครูมัธยมศึกษาตอนปลายในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สาขาเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาคศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.
- ราเมศ เลียบสื่อตระกูล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดชัยนาท ที่มีพฤติกรรมการด้านทักษะภาคปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่างกัน โดยพิจารณาเขาวนปัญญาเป็นองค์ประกอบร่วม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิตภาคศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.
- ราชบัณฑิตสถาน. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2525. กรุงเทพมหานคร: อักษรเจริญทัศน์, 2525.
- เรื่องชัย ทิมสุวรรณ. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิตภาคศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.
- ศรีลักษณ์ มาโกมล. ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนปฏิบัติการวิชาเคมีที่ได้จากแบบสอบภาคปฏิบัติกับแบบสอบข้อเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิตภาคศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.
- ศรีสุวรรณ เดชอุดม. ทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัชรวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิตภาคศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528.
- สุภลักษณ์ ทองสนธิ. ผลการใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอแวนท์สน์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิตภาคศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. การวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สาขาวิจัยและประเมินผล, 2524. (อัดสำเนา)
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. การสร้างเครื่องมือวัดทักษะในการปฏิบัติการทดลองของนักเรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์กายภาพ ปีการศึกษา 2523. กรุงเทพมหานคร: สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ-ชีวภาพ, 2523. (อัดสำเนา)

- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. คู่มือการสอนเรื่องเทคนิคการสอนและการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ มัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จตุรสภา, 2522.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. เทคนิคบางประการในการปฏิบัติการเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพมหานคร: จตุรสภา, 2529.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. หนังสือคู่มือครูวิชาเคมีเล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จตุรสภาลาดพร้าว, 2534.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. หนังสือเรียนวิชาเคมีเล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จตุรสภาลาดพร้าว, 2534.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. เอกสารสำหรับครู เทคนิคบางประการในการปฏิบัติการเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จตุรสภาลาดพร้าว, 2529.
- สมพล มงคลพิทักษ์สุข. คู่มือปฏิบัติการเคมี. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน, 2527. (อัดสำเนา)
- สมศรี เขียวสาค. อุบัติเหตุและความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.
- สิรินทร สุทธารวิวัฒน์. ปัญหาการประเมินผลการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.
- สุชาจ แสนบุญส่ง. ความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับผลกระทบของการสอบคัดเลือกเข้ามหาวิทยาลัยต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.
- สุชาติดา ชินะจิตร. คู่มือความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร: บริษัทสำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, 2520.
- สุนันท์ สังข์ออง และบริบูรณ์สุข บัณฑิต. เอกสารประกอบการสอนวิทยาศาสตร์. ภาควิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. (อัดสำเนา)

- สุณีย์ คล้ายนิล. วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยกับการประเมินผลนานาชาติ. วารสาร สสวท.  
20(ตุลาคม 2535): 3-10.
- สุมณฑา พรหมบุญ. สสวท. มั่นใจไทยพร้อมจัดชีวโอลิมปิกปี 38 ได้บทเรียนปีนี้ต้องเร่งการสอน  
ภาคปฏิบัติ. เคลสินิวส์ (13 ก.ค.2536): 10
- สุวัฒน์ นิยมคำ. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เล่ม 1,2.  
กรุงเทพมหานคร: เจเนเนอรัลบุคส์เซนเตอร์, 2531.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์วัฒนาพานิช,  
2517.
- เสงี่ยม พรหมบุญพงศ์ และคนอื่น ๆ. สุขศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. กรมวิชาการ กระทรวง  
ศึกษาธิการ, 2512.
- อนันต์ ศรีรสภา. การวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์  
ไทยวัฒนาพานิช, 2524.
- อรรถศิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ. ปัญหาการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ใน  
กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.
- อานวย เลิศขยันดี. คู่มือการสร้างข้อสอบและการประเมินผลทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร:  
อานวยการพิมพ์, 2527.
- อุทุมพร (ทองอุไทย) จามรมาร. การวัดและประเมินการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา.  
กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.
- อุบลพงษ์ วัฒนเสรี. ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น  
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต  
ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518.
- อุษณีย์ วิเศษพานิช. ผลของจำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะการใช้  
อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญา  
โทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.

ภาษาอังกฤษ

- Al-Ruwashid, M.S.A. The Effect of a Lecture-Only and Lecture-Laboratory Approach on Riyadh Junior College, Saudi Arabia Chemistry Students' Achievement and Attitude. Dissertation Abstracts International 45(November 1984):1357-A
- Anderson, R.O. The Experience of Science: A New Perspective for Laboratory Teaching. New York: Teacher College Press Columbia University, 1976.
- Beasley, W.F. The Effect of Physical and Mental Practice of Psychomotor Skills on Chemistry Student Laboratory Performance. Dissertation Abstracts International 39 (March 1979): 5428-A
- Bloom, B.S. Taxonomy of Educational Objective Hand Book I. New York: David McKay Company, 1956.
- Dechsri, P. The Effectiveness of a Chemistry Laboratory Manual Design Incorporating Visual Information Processing Characteristics on Student Learning and Attitudes. Dissertation Abstracts International 55(March 1995): 3849
- Charles, R. Relationship Among Cognitive Performance Developmental Level and Instruction Strategy, in a Group of Ninth Grade Biology Students. Dissertation Abstracts International 48(October 1987) : 891-A
- Dombrowski, Joanne Morgan. The Effects of a Safety Union the Knowledge of Safety Practices of Secondary Laboratory Science Students. Dissertation Abstracts International. 44(September 1983): 720-A



- Dombrowski, J.M.; and Hagelberg, R.R. The Effects of a Safety Unit on Student Safety Knowledge and Behavior. Science Education 69(October-December 1985): 527-533.
- Doran, R.L. Assessing the Outcomes of Science Laboratory Activities. Science Education. 62(March 1978):
- Doran, R.L.; and Dictrich, M.C. Psychomotor Abilities of Science and Non-Science High School Students. Journal of Research in Science Teaching 17(February 1980): 495-502.
- Eglen, J.R; and Kempa,R.F. Assessing Manipulative Skills in Practical Chemistry School Science Review (56) 1974: 261-273.
- Ekpo, J.U.J. A Survey of Chemistry Laboratory Safety Practices in Selected High Schools of Alabama and Proposed Chemistry Laboratory Safety Module. Dissertation Abstracts International 41(February 1981): 3516-A
- Emmer, E.T. Improving Teaching Through Experimentation: a Laboratory Approach. New Jersey: Engle Wood Cliff Prentice Hall, 1970
- Ganiel, U.; and Hoftein, A. Objective and Continuous Assessment of Student Performance in the Physics Laboratory. Science Education 66(July-September 1982): 581-591.
- Gary D. Borich. Observation Skills for Effective Teaching. 2nd ed. New York: Macmillan Publishing Company, 1994.
- Goel, V.P. The Effect of Preinstructional Disclosure of Laboratory Behavioral Objectives on Student Aquisition of Psychomotor and Related Cognitive Skills Among High School Physics Students. Dissertation Abstracts International 42(August 1981): 646-A.

- Good, C.V. Dictionary of Education. 3 rd ed, New York,: McGraw-Hill book, 1973.
- Grosmark, J.W. The Relationship Between Achievement and Laboratory Skills to the Number of Experiment Performed by the High School Chemistry Students. Dissertation Abstracts International 34(December 1973): 3176-A
- Hearle, Robert James. The Identification and Measurement of High School Chemistry Laboratory Skills. Dissertation Abstracts International. 34(May 1974): 7067-A
- Hoff, A.G. Secondary-School Science Teaching. Toronto: Philadelphia the Blaskiston, 1950.
- IUPAC. The Teaching of Chemical International Between Secondary and Tertiary Levies. Ireland, 1979.
- Jeffrey, J.C. Evaluation of Science Laboratory Instruction. Science Education 51(March 1967): 186-194.
- J.M.B. (Joint Matriculation Board). The Internal Assessment of Practical Skills in Chemistry (Advanced). Universities of Manchester, Liverpool, Leeds, January, 1979.
- Klopper, L.E. Handbooks on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. U.S.A: McGraw-Hill Book, 1971
- Klainin, S. "Activity Based Learning in Chemistry, Unpublished", Ph. D thesis, Monash University. 1984.
- Kramer, Beryl Marjorie Cayzer. Study of the Relationship between Safety Knowledge and Student Perception of Safety Practices of Secondary School Science Teachers. Dissertation Abstracts International. 45(November 1984): 1358-A.

- Krieger, A.G. Written Test of Lab Skills. Journal of Chemical Education. 59(March 1982): 230-231.
- Krublak, H. Measurement of Laboratory Achievement, part III. Paper Pencil Analogy of Laboratory Performance Tests. American Journal of Physics 23(1955): 82-87.
- Lindeman, R.H.; and Merenda, P.E. Educational Measurement. Scott Faresman and Company, 1979.
- Lunetta, V.N. The Role of the Laboratory in Secondary Science Teaching: A Curriculum Perspective. The Science Teacher 49 (February 1982): 21.
- Lunetta, V.N.; Hoftein, A.; and Gidding, G. Evaluating Science Laboratory Skills. The Science Teacher 48(January 1981): 22-25.
- Louwerse, F.H. A Comparison of the Effects of Individual Experiments and Teacher Demonstration of Experiments on Selected Learning Outcomes in Secondary School Science. Dissertation Abstracts International 43(December 1982): 1915-A.
- Macbeth, D.R. The Extent to Which Pupils Manipulate Materials and Attainment of Process Skill in Elementary School Science. Journal of Research Science Teaching 11(January 1974): 45-51.
- Mcmeen, J.L.W. The Role of the Chemistry Inquiry-Oriented Laboratory Approach in Facilitating Cognitive Growth and Development. Dissertation Abstracts International 44(July 1983): 130-A
- Ober, R.L.; Bentley, E.L.; and Miller, E. Systematic Observation of Teaching and Interaction Analysis Instructional Strategy Approach. New Jersey: Prentice-Hall, 1971.

- Okebukola, P.A. Science Laboratory Behavior Strategies of Students Relate to Performance and Attitude to Laboratory Work. Journal of Research in Science Teaching 22(March 1985): 221-231.
- Okebukola, P.A. Students' Performance in Practical Chemistry: A Study of Some Related Factors. Journal of Research in Science Teaching 24(February 1987): 119-126.
- Ossei-Anto, T.A. Assessing Laboratory Skills of Students in Selected High School Physics Topics in Optics. Dissertation Abstracts International 57(July 1996): 161.
- Perez, L. Laboratory Teaching in High School Science. The Science Teacher 49(February 1982): 20-21.
- Renner, J.W.; Abraham, M.R.; and Birnie, H.H. Secondary School Students' Beliefs About The Physics Laboratory. Science Education 69(May 1985): 649-663.
- Richardson, J.S. Science Teaching in Secondary School. New Jersey: Prentice-Hall, 1957.
- Rowntree, D. A Dictionary of Education. London: Harper & Row, 1981.
- Shulman, L.S.; and Tamir, P. quoted in Hofstein & Lunetta. The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research. Review of Education Research 52(Summer 1982): 203.
- Shymansky, J.A.; and Penick, J.E. Use of Systematic Observation to Improve College Science Laboratory Instruction." Science Education. 63(February 1979): 195-203.
- Spears, J.; and Zollman, D. The Influence of Structure Versus Unstructured Laboratory on Students' Understanding The Process of Science. Journal of Research in Science Teaching 14(January 1977): 34-35.

- Strauss, H.J. Handbook for Chemical Technicians. New York, McGraw-Hill, 1979(Various Paging)
- Sund, R.B.; and Trowbridge, L.W. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Ohio: Columbus, Ohio Charles E, Marrel Publishing, 1967.
- Tamir, P.; and Glassman F. Laboratory Test for BSCS Students. BSCS Newsletter (42)1971: 90-113.
- Thurber, W.A.; and Collette, A.T. Teaching Science in Today's Secondary Schools. U.S.A: Allyn and Bacon, 1959.
- Woodburn, D.D. A Survey of Science Laboratory Safety Procedures, Safety Equipment, and Factors Causing Accidents in the Secondary Schools of Nebraska. Dissertation Abstracts International 42(September 1981): 1089-A
- Young, J.R. A Survey of Safety in High School Chemistry Laboratories of Illinois. Journal of Chemical Education 47(December 1970): A829-A838.
- Yong, J.R. The Responsibility for a Sage High School Chemistry Laboratory. Journal of Chemistry Education 48(May 1971): A349-A356.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ ทน 0309/6793



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330

|| มิถุนายน 2539

เรื่อง ขอความร่วมมือในการวิจัย

เรื่อง

เนื่องด้วย น.ส.พรพรม สัมฤทธิ์ นิสิตชั้นปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา กำลังดำเนินการวิจัยเพื่อเสนอเป็นวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ทักษะปฏิบัติในการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิตสังักตทบางมหาวิทยาลัย" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้สิดมีความประสงค์จะขอความร่วมมือจากหน่วยงานของท่าน โดยขออนุญาตเข้าไปสังเกตทักษะในการปฏิบัติการทดลองวิชาเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อรวบรวมข้อมูลมาประกอบการวิจัยเรื่องดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ เพื่อประโยชน์ทางวิชาการ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ฤงส์ารณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

งานมาตรฐานการศึกษา

โทร. 2183530





ภาคผนวก ข

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความตรงใจเนื้อหาของแบบสังเกตทักษะปฏิบัติการเคมี

1. อาจารย์กมลรัตน์ แดงสว่าง  
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
2. อาจารย์นิมิตร มาศเกษม  
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. ดร.ปรีชาญ เดชศรี  
หัวหน้าสาขาวิชาเคมี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. รองศาสตราจารย์วีระชาติ สวนไพรินทร์  
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ห้องเรียนที่ทดลองและฝึกการรำใช้เครื่องมือสังเกตทักษะปฏิบัติการเคมี

1. ห้องเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย  
สอนโดย  
อาจารย์ชื่นจิตต์ สังข์คงเมือง จำนวน 4 สัปดาห์ ๆ ละ 2 คาบ
2. ห้องเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาริตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ฝ่ายมัธยม  
สอนโดย  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สันติ ศรีประเสริฐ จำนวน 4 สัปดาห์ ๆ ละ 2 คาบ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ค

เครื่องมือทำชิ้นการวิจัย

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสังเกตทักษะปฏิบัติการเคมี

คำชี้แจง

1. แบบสังเกตฉบับนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ
  - ส่วนที่ 1 แบบสังเกตทักษะปฏิบัติการเคมี
  - ส่วนที่ 2 วิธีทำการทดลอง
  - ส่วนที่ 3 คู่มือประกอบการสังเกตการทดลอง
2. แบบสังเกตทักษะปฏิบัติการเคมี มีทั้งหมด 6 ด้าน คือทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ทักษะที่ต้องเข้าใจประกอบกับทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ทักษะการอ่านสารเคมี ทักษะการคิดตั้งอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ทักษะการอ่านผลการทดลอง และทักษะการคิดแปลงอุปกรณ์ที่ได้ตามความเหมาะสม
3. การหาคุณภาพทักษะปฏิบัติการเคมี 4 ด้าน คือ ความสามารถ ความชำนาญและความคล่องแคล่ว ความระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัย และความระเบียบเรียบร้อย ในการปฏิบัติการเคมี
4. ก่อนลงมือทำ เขียนชื่อ-นามสกุล ของกลุ่มการทดลองที่จะสังเกต ลงในแบบสังเกตทักษะปฏิบัติการเคมี
5. เกณฑ์การให้คะแนน ถ้า นักเรียนปฏิบัติทักษะปฏิบัติการเคมีถูกต้อง , ให้นักเรียน
 

นักปฏิบัติทักษะปฏิบัติการเคมีเกิดจากคู่มือประกอบการสังเกตหรือจากคำแนะนำของ	1 ให้สี่เครื่องหมาย /
อาจารย์ , ให้นักปฏิบัติ (ให้ระบุชื่อผิดพลาดลงในช่องหมายเหตุ)	1 ให้สี่เครื่องหมาย X
ไม่ปรากฏทักษะปฏิบัติการเคมีตามแบบสังเกต	1 ให้สี่เครื่องหมาย -

ตัวอย่าง การทดลอง I.2 เรื่อง สารละลาย คอลลอยด์ และสารแขวนลอย

สังเกต การทำกระดาษกรอง

การทำกระดาษกรอง :- การพับกระดาษกรองพับทำสี่เหลี่ยมแล้วพับอีกครั้งหนึ่ง 1 ให้เหลือเพียงครึ่งหนึ่งของวงกลม แต่การพับตอนหลังให้เริ่มทั้ง 2 ข้างของครึ่งวงกลมเหมือนกันเล็กน้อย แยกกระดาษกรองที่พับนี้ออกจากกัน 1 ให้ด้านหนึ่งมีความหนาสามชั้น และอีกด้านหนึ่งมีความหนาชั้นเดียว

วิธีทำ 1. พับครึ่ง

2. พับอีกครั้ง

3.



ทางออกและวางในกรวย

ส่วนที่ 1 แบบสังเกตทักษะปฏิบัติการเดิม

ตารางบันทึกคะแนนทักษะปฏิบัติการเดิม

การทดลองที่ 1.2 เรื่อง สารละลาย คอลลอยด์ และส่วของเหลว

โรงเรียน สาธิตจุฬาฯ ชื่อทีมเรียน พิศชา วันที่ 16 มิถุนายน 2540

คุณภาพในการปฏิบัติการเดิม	ความสามารถ	ความชำนาญและ ความคล่องแคล่ว		ความระมัดระวัง ในเรื่องความปลอดภัย		ความเป็นระเบียบเรียบร้อย			หมายเหตุ
		1	2	1	2	1	2	3	
ทักษะ	1			1	2	1	2	3	
1.การใช้อุปกรณ์ อุปกรณ์									
กระดานกรอง	X	X	X	/	-	/	/	/	*ไม่ได้ล้างและกระดานกรองก่อนกรอง
	1=ปฏิบัติคล่อง วามรับ 2=มีความเชี่ยวชาญ แม่นยำ	1=ปฏิบัติได้อย่าง วามรับ 2=มีความเชี่ยวชาญ แม่นยำ	1=รู้จักหลักการเบื้องต้น 2=รู้จักกับชื่อเหตุการณ์ เฉพาะหน้า	1=จัดอุปกรณ์ก่อนทำการทดลอง 2=ล้างและเก็บอุปกรณ์บางส่วน ที่ไม่ได้ใช้แล้ว 3=ล้างและเก็บอุปกรณ์อย่างถูก วิธี					



คุณภาพในการปฏิบัติการเดิม	ความสวยงาม	ความน่าเชื่อถือและความคล่องแคล่ว	ความระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัย	ความเป็นระเบียบเรียบร้อย	หมายเหตุ
ทัศนียภาพ 4. การติดตั้งอุปกรณ์ <u>วิทยาศาสตร์</u>	1	1 2	1 2		
	1=ปฏิบัติถูกต้อง 2=มีความเสียหาย หนักถ้า	1=ปฏิบัติได้อย่าง ราบรื่น 2=มีความเสียหาย หนักถ้า	1=รู้จักหลักการเชิงอันตราย 2=รู้จักแก้ไขเหตุการณ์ เฉพาะหน้า	1= วัสดุคงอยู่ทุกช่วงเวลา และเป็นระเบียบเรียบร้อย	



คุณภาพในการปฏิบัติภารกิจเดิม	ความสามารถ	ความชำนาญและความคล่องแคล่ว	ความระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัย	ความเข้มแข็งระเบียบเรียบร้อย	หมายเหตุ
<p>ทักษะ</p> <p>5. <u>การดำเนินการทดลอง</u></p> <p>6. <u>การค้นพบอุปการณ์</u> <u>ไปตามความเหมาะสม</u></p>	<p>1</p> <p>2</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p>	<p>1</p> <p>2</p>		
	<p>1=ปฏิบัติถูกต้อง</p> <p>2=ได้ผลการทดลองตรงตามวัตถุประสงค์</p>	<p>1=ปฏิบัติได้อย่างราบรื่น</p> <p>2=มีความเชี่ยวชาญแม่นยำ</p> <p>3=ดำเนินการอยู่ในเวลาที่กำหนด</p>	<p>1=รู้จักหลักเบื้องต้นคร่าวๆ</p> <p>2=รู้จักแก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้า</p>	<p>บริเวณทำการทดลองสะอาดและเป็นระเบียบเรียบร้อย</p>	

## ส่วนที่ 2 วิธีการทดลอง

### การทดลอง 1.2 สารละลาย คอลลอยด์ และสารแขวนลอย

1. นำปีกเกอร์ขนาด  $100 \text{ cm}^3$  มา 3 ใบ ใบที่ 1 และใบที่ 2 ใส่ผงสตาบิล 40  $\text{cm}^3$  ใบที่ 3 ใส่สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต 40  $\text{cm}^3$
2. เติมสารละลายกรดแอซิติกลงในปีกเกอร์ใบที่ 1 จำนวน 5  $\text{cm}^3$  สังเกตผล
3. แบ่งสารทั้ง 3 ปีกเกอร์ออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน นำส่วนที่หนึ่งไปกรองด้วยกระดาษกรอง สังเกตผล
4. นำสารส่วนที่สองไปใส่ในถุงเซลลูโลสเพนสารละลายถูกถุงให้แน่นแล้วนำไปแช่ในปีกเกอร์ที่ใส่น้ำไว้แล้วปีกเกอร์ละถุง เป็นเวลา 10 นาที สังเกตลักษณะของน้ำในปีกเกอร์

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### ส่วนที่ 3 คู่มือประกอบการสังเกตการทดลอง

#### การทดลอง 1.2 เรื่องสารละลาย คอลลอยด์ และสารแขวนลอย

##### 1. การใช้อุปกรณ์และสารเคมี

##### อุปกรณ์และทักษะที่ต้องใช้ประกอบกับอุปกรณ์ ปิกเกอร์

- ใช้สารที่จะใช้ในการทดลอง และ  
ใช้สำหรับดวงของเหลวโดยประมาณ  
เนื่องจากขีดบอกปริมาตรหยาบเกินไป  
จะทำให้ปริมาตรของสารที่วัดได้คลาด  
เคลื่อนจากความ เป็นจริง

##### การรินของเหลวจากปิกเกอร์สู่ชุดกรอง

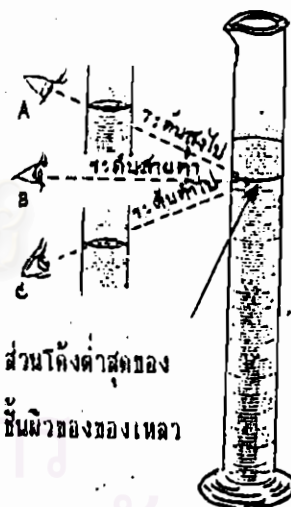
- แตะแต่งแก้วกับปากปิกเกอร์  
- เอียงปิกเกอร์ให้ของเหลวผ่านแต่งแก้ว  
โดยที่ปลายแต่งแก้วแตะกับกระดาษกรอง  
ด้านที่หนา 3 ชั้น เพื่อให้การไหลของสาร  
เป็นไปอย่างช้า ๆ และป้องกันสารล้น  
ออกจากกระดาษกรอง



กระบอกตวงขนาด 50 cm<sup>3</sup>

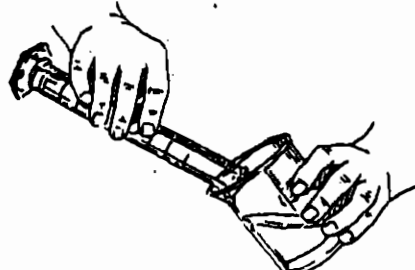
การอ่านระดับของของเหลว

- วางกระบอกตวงบนพื้นที่มีผิวเรียบ  
ใช้มือจับฐานกระบอกตวงไว้ มืออีก  
ข้างจับปากปิกเกอร์พาดบนปาก  
กระบอกตวง ค่อย ๆ รินสารใส่  
กระบอกตวงจนส่วนโค้งด้านล่างสุด  
ของชั้นผิวของของเหลวอยู่ที่ขีดบอก  
ปริมาตรพอดี การอ่านปริมาตรต้อง  
ให้สายตาอยู่ในระดับเดียวกับส่วน  
โค้งต่ำสุดของชั้นผิวของเหลว



##### การรินของเหลวจากกระบอกตวง

- ทำได้โดยเอียงกระบอกตวงให้แตะ  
กับปากภาชนะที่รองรับ เช่นย  
ปิกเกอร์ แล้วค่อย ๆ รินของเหลว  
ลงไปตามรูป



### กระดาษกรอง

-การพับกระดาษกรองพับให้เป็นครึ่งวงกลม แล้วพับอีกครั้งหนึ่งให้เหลือเพียงหนึ่งในสี่ของวงกลม แต่การพับตอนหลังให้ริมทั้ง 2 ข้างของครึ่งวงกลมเหลื่อมกันเล็กน้อย แยกกระดาษกรองที่พับนี้ออกจากกันที่ด้านหนึ่งมีความหนาสามชั้น และอีกด้านหนึ่งมีความหนาชั้นเดียว ฉีกมุมออกเล็กน้อย ดังรูป.

#### 1. พับครึ่ง



#### 2. พับอีกครั้ง



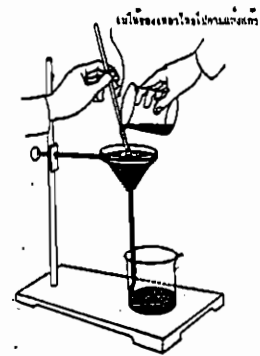
#### 3.



กางออกและวางในกรวย  
ทำให้กระดาษกรองเปียกแนบ

### แท่งแก้วคน

-ช่วยในการรินสารจากภาชนะหนึ่งไปยังอีกภาชนะหนึ่งได้ สำหรับการทดลองนี้ทำโดยรินสารผ่านแท่งแก้วคนให้ปลายแท่งแก้วคนแตะกับกระดาษกรองด้านที่



หนา 3 ชั้นเพื่อทำให้การไหลของสารเป็นไปอย่างช้า ๆ และป้องกันสารไหลออกนอกกระดาษกรอง

-เมื่อต้องการรินครั้งต่อไป ควรล้างแท่งแก้วคนทุกครั้ง

-ใช้คนสารโดยการคนนั้น ควรจะคนไปทางเดียวกัน พยายามอย่าให้แท่งแก้วคนกระทบกับด้านข้างหรือก้นของบีกเกอร์

-เมื่อต้องการใช้คนสารครั้งต่อไป ควรล้างแท่งแก้วคนทุกครั้ง

### สารเคมี

-สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต  
-กรดแอสซิติค

### หลักการวิเคราะห์สารเคมี

-ก่อนนำเอาสารเคมีในขวดบาบิจะ ต้องดูชื่อสารบนฉลากติดข้างขวดสารเคมีอย่างน้อยสองครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าวิเคราะห์สารเคมีที่ต้องการไม่ผิด

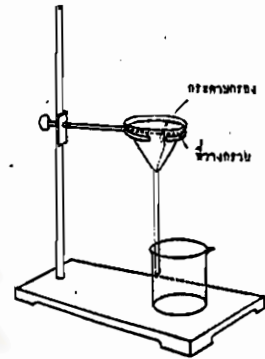
- เมื่อต้องการใช้สารละลายที่เตรียมไว้ ต้องรินออกจากขวดใส่ปิกลีกเกอร์ก่อน โดยรินออกมาประมาณเท่ากับจำนวนที่ต้องการใช้ อย่ารินออกมามากเกินไป เพราะจะทำให้สิ้นเปลืองสารโดยเปล่าประโยชน์ ถ้าสารละลายที่รินออกมาแล้วนี้เหลือ ให้เทส่วนที่เหลือนี้ลงถังอย่าง อย่าเทกลับลงในขวดเดิมอีก ทั้งนี้เพื่อป้องกันการปะปนกัน
- เมื่อนำสารเคมีออกจากขวดแล้วควรปิดฝาขวดให้สนิท
- ถ้ากรดหรือด่างหรือสารเคมีที่เป็นอันตราย ถูกผิวหนังหรือเสื้อผ้า ต้องรีบล้างออกด้วยน้ำสะอาดทันที เพราะมีสารเคมีหลายชนิดที่ซึมผ่านเข้าไปในผิวหนังได้อย่างรวดเร็ว และเกิดเป็นพิษขึ้นมาได้ ซึ่งแต่ละคนจะมีความรู้สึกหรือเกิดพิษแตกต่างกัน

2. การติดตั้งอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

การติดตั้งชุดกรอง

- นำกรวยกรองวางบนที่ตั้งกรวยแล้ววางกระดาษกรองที่หีบแล้วลงไปบนกรวยกรอง เทน้ำกลั่นลงบนกระดาษกรอง ให้เปียกทั่วกัน ใช้แท่งแก้วคนกวดำให้กระดาษกรองแนบสนิทกับกรวย
- ถ้าใช้ปิกลีกเกอร์เป็นภาชนะรองรับการกรอง ควรหำที่ก้านของกรวยแตะกับ

ด้านข้างของปิกลีกเกอร์ เพื่อป้องกันสิ่งกรองที่หยดลงมานั้นกระเด็น



การใช้น้ำฝนเชลโรเฟน

- ใช้น้ำฝนเชลโรเฟนที่เปียกน้ำลงงานปิกลีกเกอร์ขนาดเล็ก
- เทสารลงบนแผ่นเชลโรเฟน ประมาณ 2 ใน 3 รวบนแผ่นเชลโรเฟนให้มีลักษณะเป็นจุด ชูปากกรวยให้แน่นด้วยด้าย ล้างข้างกรวยเชลโรเฟนด้วยน้ำก่อนชั่งของเชลโรเฟนไม่ควรแช่ให้ปากกรวยต่ำกว่าระดับน้ำในปิกลีกเกอร์ เนื่องจากน้ำจะเข้าไปผสมกับสารในกรวยเชลโรเฟนได้

3. การดำเนินการทดลอง

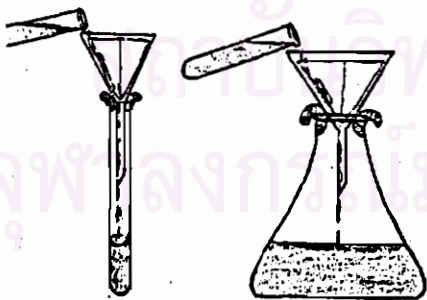
1. นำปิกลีกเกอร์ขนาด 100 cm<sup>3</sup> มา 3 ใบ ใบที่ 1 และใบที่ 2 ใส่ผสมดวบละ 40 cm<sup>3</sup> ใบที่ 3 ใส่สาร

ละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต  $10 \text{ cm}^3$

2. เติมน้ำละลายกรดออกซิดิกลงในปิกลเกอร์  
วปีที่ 1 จำนวน  $5 \text{ cm}^3$  สังเกตผล
3. แบ่งสารทั้ง 3 ปิกลเกอร์ออกเป็น 2 ส่วน  
เท่า ๆ กัน นำส่วนที่หนึ่งไปกรองด้วย  
กระดาษกรอง สังเกตผล
4. นำสารส่วนที่ 2 ไปใส่ลงในขวดพลาสติก  
ใส ปิดฝาให้แน่น แล้วนำไปแช่ใน  
ปิกลเกอร์ที่ใส่น้ำแล้ว ปิกลเกอร์จะดูเป็น  
เวลา 10 นาที โดยไม่ต้องรีบรีบดู  
ต่ำกว่าระดับน้ำในปิกลเกอร์ เนื่องจากน้ำจะ  
เข้าไปผสมกับสารในขวดพลาสติก  
สังเกตลักษณะของน้ำในปิกลเกอร์

#### 4. การคิดแปลงอุปกรณ์ได้ตามความเหมาะสม

-ถ้าไม่มีขาตั้งสามารถจัดอุปกรณ์ ดังรูป



ควรมีกระดาษพับสอดไว้ที่ปากภาชนะ เพื่อให้  
มีช่องว่างให้อากาศออก ของเหลวจะได้  
ไหลลงสะดวกขึ้น

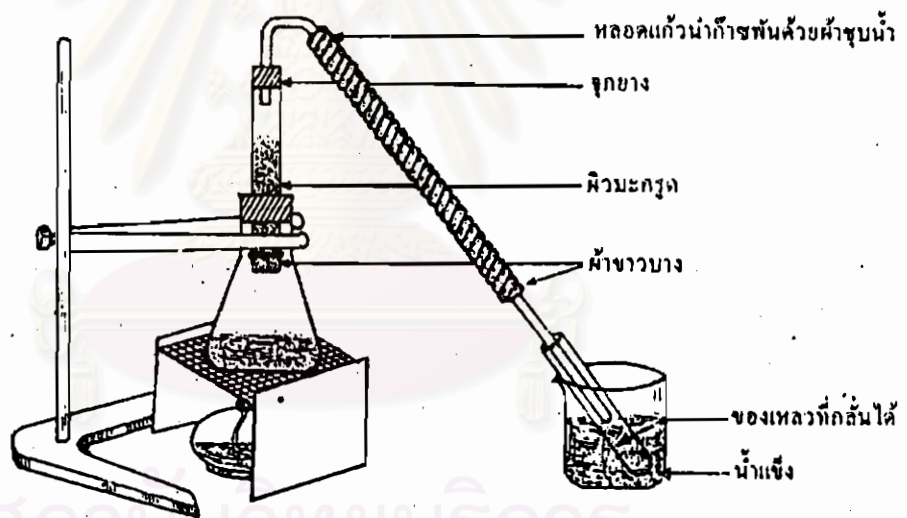
หรือใช้มือแทนขาตั้ง ควรจัดอุปกรณ์  
ดังรูป



## ส่วนที่ 2 วิธีการทดลอง

### การทดลอง 1.5 การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

1. จัดอุปกรณ์ดังรูป ภายในหลอดใส่ผิวมะกรูดหั่นฝอย ประมาณ 3 ใน 4 ส่วน และใส่น้ำ 100 cm<sup>3</sup> ลงในขวดรูปกรวยขนาด 250 cm<sup>3</sup>
2. ต้มน้ำในขวดรูปกรวยให้เดือดก่อนแล้วจึงนำหลอดที่บรรจุผิวมะกรูดในข้อ 1 ซึ่งมีหลอดน้ำที่ขเสียบอยู่สวมที่ปากขวดให้ไอน้ำผ่านผิวมะกรูดอยู่ประมาณ 1 นาทีเก็บของเหลวที่กลั่นได้



รูป การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

สถาบันวิทยาศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 3 คู่มือประกอบการสังเกตการทดลอง

การทดลอง 1.5 เรื่อง การสกัดกรดการกลั่นด้วยไอน้ำ

1. การใช้อุปกรณ์และสารเคมี

อุปกรณ์และทักษะที่ต้องใช้ประกอบกับอุปกรณ์ข้างต้น

-ปรับระดับความสูงเต้าฟ้าที่สามารถปิดชุดการกลั่นน้ำให้ล้นมาได้

ตะเกียงแอลกอฮอล์

-ก่อนใช้ตะเกียงต้องตรวจว่าไส้ตะเกียงสูงพอเหมาะ เมื่อจุดไฟไปแล้วจะได้เปลวไฟที่ไม่วิ่งหรือต่ำเกินไป ไส้ตะเกียงยาวพอจุ่มถึงแอลกอฮอล์ และระดับแอลกอฮอล์ไม่ควรน้อยจนเกินไปหรือมากจนเกิน 1/2 ของตะเกียง ในการใช้ตะเกียงจะจุดตะเกียงเมื่อเตรียมสารที่จะให้ความร้อนไว้พร้อมแล้ว

-การจุดตะเกียง ต้องใช้ก้านไม้ขีดหรือเศษกระดาษห้ามนำตะเกียงไปต่อกันโดยตรง เพราะอาจทำให้แอลกอฮอล์หกและติดไฟซึ่งเป็นอันตรายมาก

-เมื่อใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์เสร็จ ต้องดับตะเกียงทันที โดยใช้นิ้วมือครอบปิด ห้ามใช้ปากเป่าให้ดับ การครอบต้องครอบให้สนิททุกครั้ง เพื่อป้องกันน้ำให้แอลกอฮอล์ระเหย

หลอดแก้ววุ้นน้ำก๊าซ

-นำผ้าชุบน้ำปิดพอหมาด ๆ พันรอบหลอดแก้ววุ้นน้ำก๊าซ

หลอดหยด

-ใช้สำหรับหยดน้ำที่ผ้าที่พันหลอดแก้ววุ้นน้ำก๊าซขึ้นตลอดเวลา

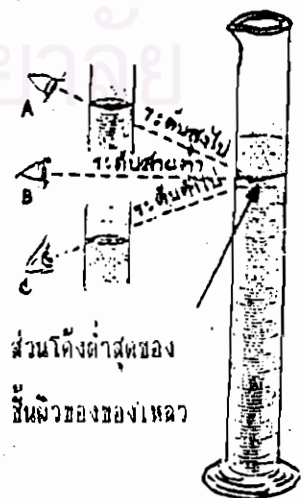
จุกยาง

-การเปิด-ปิด ใช้การหมุนจุกยางเข้าและออกไม่ควรดึงหรือกดจุกยาง เพราะจะทำให้ขวดรูปกรวยแตก ถ้าจุกยางผิดทำให้ใช้น้ำมาก่อนที่จะทำการเปิด-ปิดจุกยาง

กระบอกตวง

การอ่านระดับของของเหลว

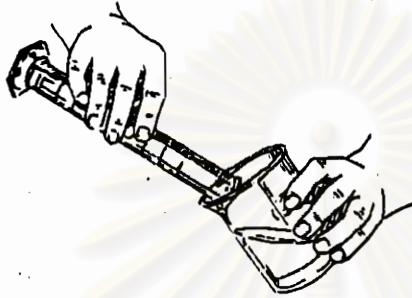
-วางกระบอกตวงบนพื้นที่มีผิวเรียบ ใช้มือจับฐานกระบอกตวงไว้ มืออีกข้างจับที่ปากบีกเกอร์พาดบนปากกระบอกตวงค่อยๆรินสารจนส่วนครึ่งด้านล่างสุดของชั้นผิวของของเหลวอยู่ที่ขีดบอกระดับพอดี การอ่านปริมาณต้องให้สายตาดูอยู่ระดับเดียวกับส่วนครึ่งต่ำสุดของชั้นผิวของเหลว





การรินของเหลวจากกระบอกตวง

- ทำได้โดยเอียงกระบอกตวงให้ตะกอนกับปากภาชนะที่รองรับ เช่น ปีกเกอร์ ขวดรูปกรวย แล้วค่อย ๆ รินของเหลวลงไปตามรูป



การตมกลั่นสาร

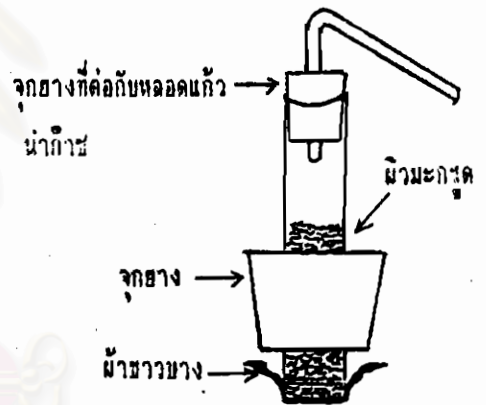
- อย่ำสุดตมกลั่นของสาร 10 หรือคว้นโดยตรง
- ควรใช้มือข้างหนึ่งถือภาชนะโดยให้ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่ำจุกและอยู่ห่างจากจุกพอสมควร ใช้มืออีกข้างหนึ่งโยกให้ไอของสารผ่านจุกช้า ๆ



สารเคมี

2. การติดตั้งอุปกรณ์วิทยาศาสตร์  
การติดตั้งชุดการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

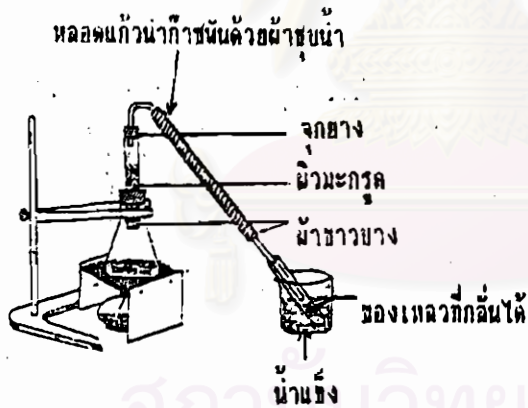
- นำน้ำใส่ขวดรูปกรวย แล้วใส่เศษกระเบื้องหรือลูกบด 2-3 ชิ้นที่ล้างสะอาดแล้วลงในขวดกลั่นเพื่อมิให้เกิดการเดือดของน้ำอย่างรุนแรง
- นำผ้าขาวบางปิดปลายล่างของหลอดแก้วกลางที่เสียบอยู่กับจุกยาง นำผิวมะกรูดมาใส่แล้วปิดด้านบนของหลอดแก้วกลางด้วยจุกยางที่ต่อกับหลอดนำก๊าซไว้ (แต่ยังไม่ต้องนำใบสวมนที่ปากขวดรูปกรวย)



- นำผ้าชุบน้ำมาพันรอบหลอดแก้วนำก๊าซ
- นำปลายหลอดแก้วนำก๊าซหย่อนลงไปในหลอดทดลองขนาด เล็กให้ปลายหลอดแก้วนำก๊าซอยู่ในน้ำ โดยวางหลอดทดลองในปีกเกอร์ที่มีน้ำแข็งบรรจุอยู่

### 3. การดำเนินการทดลอง

1. จัดอุปกรณ์ดังรูป ในข้อ 2 หัวข้อการติดตั้งอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ โดยที่ภายในหลอดแก้วมีวามะกรูดแห้งพอประมาณ 3 ใน 4 ส่วนและใส่ น้ำ  $100 \text{ cm}^3$  ลงในขวดรูปกรวยขนาด  $250 \text{ cm}^3$
2. ต้มน้ำในขวดรูปกรวยให้เดือดก่อนแล้วจึงนำหลอดที่บรรจุวามะกรูดในข้อ 1 ซึ่งมีหลอดแก้วนำก๊าซเสียบอยู่สวมที่ปากขวดรูปกรวยให้น้ำผ่านวามะกรูดอยู่ประมาณ 1 นาที เก็บของเหลวที่กลั่นได้



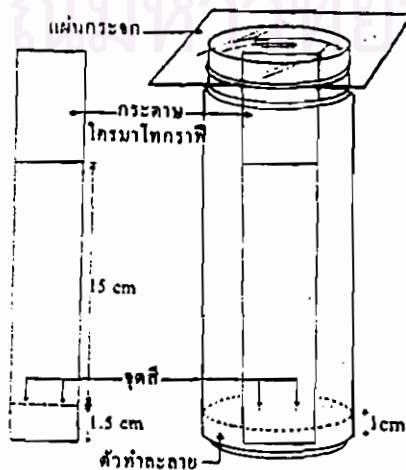
3. ขณะกลั่นต้องทำให้น้ำที่พันหลอดแก้วนำก๊าซขึ้นตลอดเวลา
4. เมื่อหยุดกลั่นจึงปลายหลอดแก้วนำก๊าซออกจากหลอดทดลองก่อนที่จะดับตะเกียงแอลกอฮอล์

### 4. การตัดแปลงอุปกรณ์ได้ตามความเหมาะสม

## ส่วนที่ 2 วิธีทำการทดลอง

### การทดลอง 1.7 การแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟี

1. ใส่สารละลายโรเดียมคลอไรด์ ลงในขวดปากกว้างทรงสูงให้สารละลายสูงจากก้นขวดประมาณ 1 cm ไข่กระดาษปิดปากขวดแล้วตั้งไว้ประมาณ 2-3 นาที
2. ตัดกระดาษโครมาโทกราฟีกว้างประมาณ 2.5 cm และให้ยาวเท่ากับความสูงของขวดขีดเส้นด้วยดินสอห่างจากปลายแถบกระดาษด้านหนึ่งประมาณ 1.5 cm แล้ววัดระยะจากแนวเครื่องหมายนี้ขึ้นไป 15 cm ขีดเส้นด้วยดินสอไว้อีกเส้นหนึ่ง ดังรูป ก.
3. ไข่หลอดตะกอนละลายตีบจุ่มลงในน้ำสีที่ต้องการทดสอบ นำมาแตะลงบนกระดาษให้ตรงเส้นเครื่องหมายที่ทำไว้ครั้งแรก กระดาษแถบหนึ่งจุดสาร 2 ชนิดที่มีสีเดียวกันชนิดละจุดโดยให้แต่ละจุดห่างกัน 1.5 cm พยายามให้จุดเล็กที่สุด ถ้าต้องการให้จุดสีเข้มต้องรอให้แห้งเสียก่อนจึงแตะซ้ำ
4. นำแถบกระดาษในข้อ 3 ไปปะติดกลางแผ่นกระดาษด้วยกระดาษกาวหรือเทป หย่อนปลายกระดาษที่จุดสีไว้ลงในขวดสารละลายโรเดียมคลอไรด์ ดังรูป ข. ตั้งไว้และสังเกตการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่เริ่มหย่อนแถบกระดาษจนกระทั่งสารละลายขี้นมาถึงขีดบนที่ขีดไว้
5. นำแถบกระดาษออกมาจากขวดและวัดระยะจากเส้นขีดล่างถึงจุดกึ่งกลางของส่วนที่เข้มที่สุดของแต่ละสีที่ปรากฏบนแถบกระดาษทันทีที่นำแถบกระดาษออกจากขวด



ก. เครื่องมือแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟี

### ส่วนที่ 3 คู่มือประกอบการสังเกตการทดลอง

#### การทดลอง 1.7 เรื่อง การแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟี

##### 1. การใช้อุปกรณ์และสารเคมี

##### อุปกรณ์และทักษะที่ต้องใช้ประกอบกับอุปกรณ์ กระดาษโครมาโทกราฟี

- ตัดกระดาษโครมาโทกราฟี ให้ยาวกว่า  
ความสูงของขวดเล็กน้อยและกว้าง 2.5 cm
- นำกระดาษโครมาโทกราฟีมาจัดเส้นด้วย  
ดินสอด่ห่างจากปลายแถบกระดาษด้านหนึ่ง  
ประมาณ 1.5cm แล้ววัดระยะจากแนว  
เครื่องหมายนี้ขึ้นไป 15 cm (หรือจะ  
ประมาณก็ได้ ให้ความสูงของขวด  
ที่จะนำมาใช้) แล้วจัดเส้นด้วยดินสอด่ตั้งรูป



- การจัดกระดาษโครมาโทกราฟีต้องจับ  
ที่ขอบของกระดาษเท่านั้น เพื่อป้องกัน  
มิให้เกิดรอยเปื้อนบนแผ่นกระดาษ

##### หลอดคะปิลลารี

- พยายามจุดน้ำสีให้มีขนาด เล็กที่สุด
- ##### สารเคมี
- สารละลายโซเดียมคลอไรด์
  - น้ำสี

##### หลักการใช้สารเคมี

- ก่อนนำเอาสารเคมีมาขวดใบใช้จะต้อง  
ดูชื่อสารบนฉลากติดข้างขวดสารเคมี  
อย่างน้อยสองครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าใช้  
สารเคมีที่ต้องการไม่ผิด
- เมื่อต้องการใช้สารละลายที่เตรียมไว้  
ต้องรินออกจากขวดใส่ปิเปตก่อน  
โดยรินออกมาประมาณเท่ากับจำนวนที่  
ต้องการใช้อย่ารินออกมามากเกินไป  
เพราะจะทำให้สิ้นเปลืองสารโดยเปล่า  
ประโยชน์ ถ้าสารละลายที่รินออกมาแล้ว  
นี้เหลือ ให้เทส่วนที่เหลือนี้ลงอ่าง  
อย่าเทกลับลงขวดเดิมอีก ทั้งนี้เพื่อ  
ป้องกันการปะปนกัน
- เมื่อนำสารเคมีออกจากขวดแล้วควรปิดฝา  
ขวดให้สนิท
- ถ้ากรดหรือด่างหรือสารเคมีที่เป็นอันตราย  
ถูกผิวหนังหรือเสื้อผ้า ต้องรีบล้างออกด้วย  
น้ำสะอาดทันที เพราะมีสารเคมีหลายชนิด  
ที่ซึมผ่านเข้าไปบนผิวหนังได้อย่างรวดเร็ว  
และเกิดเป็นพิษขึ้นมาได้ ซึ่งแต่ละคนจะมี  
ความรู้สึกรู้สึกหรือเกิดพิษแตกต่างกัน

## 2. การติดตั้งอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

### การจัดชุดโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

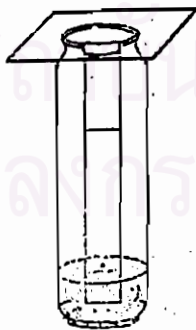
#### ก่อนการทดลอง

-ใส่สารละลายโรเซอเทียมคลอไรด์ลงในขวดปากกว้างทรงสูง ให้สารละลายสูงจากก้นขวดประมาณ 1 cm ใช้กระดาษปิดปากขวด เช้าแล้วตั้งไว้ประมาณ 2-3 นาที

-นำกระดาษโครมาโทกราฟีมาตัดให้มี ความกว้าง ความยาว และความสูง ดังรายละเอียดจากข้อ 1 หัวข้ออุปกรณ์

#### ขณะทำการทดลอง

-นำกระดาษที่ทำเครื่องหมายและจุด น้ำสีเรียบร้อยแล้ว หย่อนปลายกระดาษลงในขวด ที่มีสารละลายโรเซอเทียมคลอไรด์ โดยให้จุดสีอยู่เหนือสารละลาย ดังรูป



## 3. การดำเนินการทดลอง

1. จัดอุปกรณ์ดังรูปในข้อ 2 ในขั้นก่อนการทดลองแล้ว นำหลอดคะปิลลารีปลายตีบจุ่มลงในน้ำสีที่ต้องการทดสอบ นำมาแตะลงบนกระดาษให้ตรงเส้นที่ทำเป็นเครื่องหมายไว้ครั้งแรก
2. กระดาษแถบหนึ่งจุดสาร 2 ชนิดที่มีสีเดียวกันชนิดละจุด โดยให้แต่ละจุดห่างกัน 1.5 cm ถ้าต้องการให้จุดสีเข้มต้องรอให้แห้งเสียก่อนจึงแตะซ้ำใหม่ได้
3. นำกระดาษที่จุดสีเสร็จแล้วไปปะติดกลางแผ่นกระดาษด้วยกระดาษขาวหรือเทป
4. หย่อนปลายกระดาษที่จุดน้ำสีไว้ลงในขวดที่มีสารละลายโรเซอเทียมคลอไรด์ ตั้งไว้และสังเกตการเปลี่ยนแปลง ตั้งแต่เริ่มหย่อนแถบกระดาษ จนกระทั่งสารละลายโรเซอเทียมคลอไรด์ซึมขึ้นมาถึงขีดบนที่กำหนดเอาไว้
5. นำแถบกระดาษออกจากขวดและวัดระยะจาก เส้นขีดล่างถึงจุดกึ่งกลางของส่วนที่เข้มที่สุดของแต่ละสีที่ปรากฏบนแถบกระดาษทันทีที่นำแถบกระดาษออกจากขวด

4. การคัดแปลงอุปกรณ์ได้ตามความเหมาะสม

-จุดสีได้มากกว่าที่ระบุ แต่ต้องไม่ทำให้ผล  
การทดลองที่ได้ไม่ชัดเจน



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## ส่วนที่ 2 วิธีทำการทดลอง

### การทดลอง 1.8 พลังงานกับการละลาย

1. ให้นักเรียนเลือกศึกษาการละลายของสาร 3 ชนิดจากสารต่อไปนี้  
โซเดียมไนเตรด โซเดียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมคลอไรด์ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ แอมโมเนียมคลอไรด์และกลูโคส
2. ใส่น้ำลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด หลอดละ 5 cm<sup>3</sup> วัดอุณหภูมิของน้ำ
3. ใส่น้ำหนักที่ 1 ประมาณ 1 กรัม ลงในหลอดทดลองที่ 1 คนหรือเขย่าเบา ๆ จนสารละลายหมด แล้ววัดอุณหภูมิ
4. ทำการทดลองเช่นเดียวกันแต่ใช้สารที่เลือกไว้อีก 2 ชนิด ในหลอดที่ 2 และหลอดที่ 3

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ส่วนที่ 3 คู่มือประกอบการสังเกตการทดลอง**  
**การทดลอง 1.8 เรื่อง พลังงานกับการละลาย**

**1. การใช้อุปกรณ์และสารเคมี**

**อุปกรณ์และทักษะที่ต้องใช้ประกอบกับอุปกรณ์เทอร์มอมิเตอร์**

- จับที่ส่วนปลอกของเทอร์มอมิเตอร์อยู่ด้านบนเมื่อต้องการเปิดปลอกเพื่อนำเทอร์มอมิเตอร์มาใช้เป็นการป้องกันการแตกแตก
- การจุ่มเทอร์มอมิเตอร์ลงในของเหลวควรให้กระเปาะจุ่มลงไปในของเหลวที่ต้องการวัดและต้องไม่แตะกับด้านข้างหรือก้นของภาชนะ
- การอ่านระดับอุณหภูมิต้องเลื่อนนาฬิกาสายตาพอดีกับขีดบอกอุณหภูมิ
- เมื่อใช้เทอร์มอมิเตอร์แล้ว ต้องทำความสะอาด เช็ดให้แห้งทุกครั้งและตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องสักครู่ก่อนนำไปใช้ครั้งต่อไป



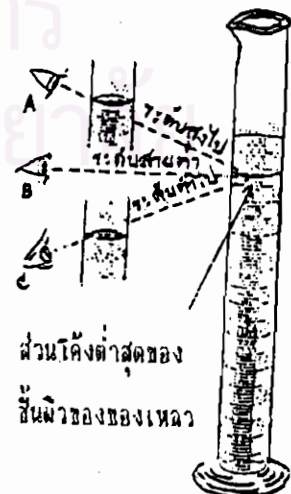
**ช้อนตักสาร**

- ตักสารให้หุดเต็มช้อนจากนั้นนำช้อนตักสารอีกอันหนึ่งปาดสารให้เสมอปากช้อน รดขมต้องกดสารให้แน่น (สารเคมี 1 ช้อน เบอร์ 2 เท่ากับ 1 กรัม)

**กระบอกลดขนาด 10 cm<sup>3</sup>**

**การอ่านระดับของของเหลว**

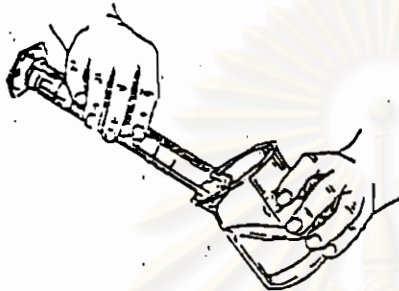
- วางกระบอกลดขนาดบนพื้นที่มีผิวเรียบ ข้างมือจับฐานกระบอกลดขนาดไว้มือข้างจับปากปิเกตอร์พาดบนปากกระบอกลดขนาด ค่อยๆรินสารจนส่วนครึ่งด้านสูงสุดของชั้นผิวของของเหลวอยู่ที่ขีดบอกปริมาตรพอดี การอ่านปริมาตรต้องให้สายตาดูจากระดับเดียวกับส่วนครึ่งต่ำสุดของชั้นผิวของเหลว





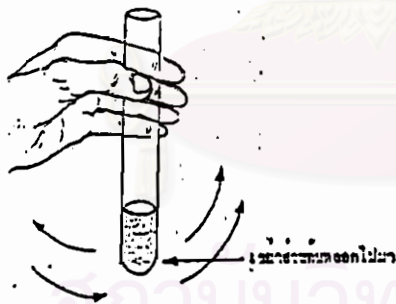
### การรินของเหลวจากกระบอกลง

- ทำได้โดยเอียงกระบอกลงให้แตะกับปากภาชนะที่รองรับ เช่น ปีกเกอร์ แล้วค่อย ๆ รินของเหลวลงไปตามรูป



### การเขย่าสาร

- ใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้เป็น Fulcum แล้วเขย่าส่วนก้นหลอดขึ้นมา ดังรูป



หรือใช้นิ้วมือจับหลอดทดลองแล้วเขย่าที่ส่วนล่างของหลอดกระแทกกับฝ่ามืออีกข้างหนึ่งเบา ๆ

### สารเคมี

- โซเดียมไนเตรด
- โซเดียมไฮดรอกไซด์
- โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์

- แอมโมเนียมคลอไรด์

- กลูโคส

### หลักการใส่สารเคมี

- ก่อนนำเอาสารเคมีในขวดไปใช้จะต้องดูชื่อสารบนฉลากติดข้างขวดสารเคมีอย่างน้อยสองครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าใส่สารเคมีที่ต้องการไม่ผิด
- เมื่อต้องการใส่สารละลายที่เตรียมไว้ ต้องรินออกจากขวดใส่ปีกเกอร์ก่อน โดยรินออกมาประมาณเท่ากับจำนวนที่ต้องการใส่ อย่ารินออกมามากเกินไป เพราะจะทำให้สิ้นเปลืองสารโดยเปล่าประโยชน์ ถ้าสารละลายที่รินออกมาส่วนนี้เหลือ ให้เทส่วนที่เหลือนี้ลงถังอย่าง อย่าเทกลับลงขวดเดิมอีก ทั้งนี้เพื่อป้องกันการปะปนกัน
- เมื่อนำสารเคมีออกจากขวดแล้วควรปิดฝาขวดให้สนิท
- ถ้ากรดหรือด่าง หรือสารเคมีที่เป็นอันตรายถูกผิวหนังหรือเสื้อผ้า ต้องรีบล้างออกด้วยน้ำสะอาดทันที เพราะมีสารเคมีหลายชนิดที่ซึมผ่านเข้าผิวหนัง ผิวหนังได้อย่างรวดเร็วและเกิดเป็นพิษขึ้นมาได้ ซึ่งแต่ละคนจะมีความรู้สึกหรือเกิดพิษแตกต่างกัน

2. การติดตั้งอุปกรณ์วิทยาศาสตร์  
การติดตั้งขาตั้งและเทอร์มอมิเตอร์  
 -นำขาตั้งและเทอร์มอมิเตอร์จัดตั้งรูป



3. การดำเนินการทดลอง
1. เลือกสาร 3 ชนิดจากสารต่อไปนี้  
 ไซเตียมไนเตรต  
 ไซเตียมไฮดรอกไซด์  
 ไซเตียมคลอไรด์  
 โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์  
 แอมโมเนียมคลอไรด์และกลูโคส
  2. ใส่น้ำในหลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด ๆ ละ 5 cm<sup>3</sup> วัดอุณหภูมิของน้ำ
  3. ใส่น้ำชนิดที่ 1 ประมาณ 1 กรัมลงในหลอดทดลองที่ 1 คนหรือเขย่าเบา ๆ จนสารละลายหมด แล้ววัดอุณหภูมิทันที
  4. ทำการทดลองเช่นเดียวกัน แต่ใช้สารที่เลือกไว้อีก 2 ชนิด ในหลอดที่ 2 และหลอดที่ 3 ตามลำดับ

4. การตัดแปลงอุปกรณ์ได้ตามความเหมาะสม  
 -ใช้มือแทนขาตั้ง แต่ต้องแน่ใจว่าสามารถตั้งหลอดและเทอร์มอมิเตอร์ได้ตรงและถูกต้อง

## ส่วนที่ 2 วิธีทำการทดลอง

### การทดลอง 3.1 การศึกษามวลของสารในระบบ

#### ตอนที่ 1

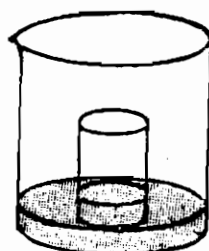
1. รินสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ประมาณ  $5 \text{ cm}^3$  ใส่ในหลอดพลาสติกขนาด เล็ก และรินสารละลายเลด (II) ไนเตรต  $10 \text{ cm}^3$  ลงในปิกเกอร์
2. วางหลอดพลาสติกลงในปิกเกอร์โดยไม่ให้สารละลายทั้งสองรวมกัน
3. ชั่งภาชนะและสารในข้อ 2
4. เขย่าหลอดพลาสติกขนาดเล็กลงให้สารละลายทั้งสองผสมกัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
5. เมื่อไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้น ชั่งมวลรวมอีกครั้ง



รูป การจัดอุปกรณ์เพื่อศึกษามวลของสารในระบบ

#### ตอนที่ 2

1. ใส่มงแคลเซียมคาร์บอเนตประมาณ  $3 \text{ g}$  ลงในหลอดพลาสติกขนาดเล็กลง และ รินสารละลายกรดไฮดรอกซิลริกเจือจาง  $10 \text{ cm}^3$  ลงในปิกเกอร์
2. วางหลอดพลาสติกลงในปิกเกอร์โดยไม่ให้สารทั้งสองรวมกัน
3. ชั่งภาชนะและสารในข้อ 2
4. เขย่าหลอดพลาสติกขนาดเล็กลงให้แคลเซียมคาร์บอเนตผสมกับกรด สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
5. เมื่อไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้น ชั่งมวลรวมอีกครั้ง



รูป การจัดอุปกรณ์เพื่อศึกษามวลของสารในระบบ

### ส่วนที่ 3 คู่มือประกอบการสังเกตการทดลอง

#### การทดลอง 3.1 เรื่อง การศึกษามวลของสารในระบบ

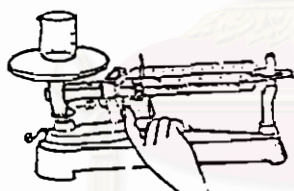
##### 1. การใช้อุปกรณ์และสารเคมี

###### อุปกรณ์และทักษะที่ต้องใช้ประกอบกับอุปกรณ์

###### หลอดพลาสติกขนาดเล็ก

-หลอดพลาสติกขนาดเล็กที่ใส่สาร ควรเช็ดภายนอกให้แห้งก่อนนำไปวางในปิ๊กเกอร์ เครื่องชั่ง

-จัดน้ำหนักนี้หนักทุกอันอยู่ที่ขีด 0 กรัม  
-ให้ภาษาใส่สารที่ต้องการชั่ง วางไว้กึ่งกลางจานรอง ค่อย ๆ เลื่อนตุ้มน้ำหนักไปทางขวามือจนพอดีกับน้ำหนักของสารและอ่านค่าน้ำหนักได้ถูกต้อง



-ต้องชั่งภาษาเปล่าก่อนที่จะใส่สาร แล้วนำมาใส่สารชั่งหาน้ำหนัก น้ำค่าน้ำหนักที่ได้มาหักออกจากน้ำหนักของภาษาเปล่า จะได้น้ำหนักของสาร และควรเลื่อนตุ้มน้ำหนักเข้าที่ก่อนหยิบสารออกจากจานรอง สารเคมี

-สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์

-สารละลายเลด (II) ไนเตรต

-แคลเซียมคาร์บอเนต

-สารละลายกรดไฮโดรคลอริก

##### หลักการใส่สารเคมี

-ก่อนนำเอาสารเคมีในขวดไปใช้จะต้องดูชื่อสารบนฉลากติดข้างขวดสารเคมีอย่างน้อยสองครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าใช้สารเคมีที่ต้องการไม่ผิด

-เมื่อต้องการใส่สารละลายที่เตรียมไว้ ต้องรินออกจากขวดใส่ปิ๊กเกอร์ก่อน รินออกมาประมาณเท่ากับจำนวนที่ต้องการใช้ อย่ารินออกมามากเกินไป เพราะจะทำให้สิ้นเปลืองสารโดยเปล่าประโยชน์ ถ้าสารละลายที่รินออกมาแล้วนี้เหลือ ให้เทส่วนที่เหลือลงในอ่างอย่าเทกลับลงในขวดเดิมอีก ทั้งนี้เพื่อป้องกันการปะปนกัน

-เมื่อนำสารเคมีออกจากขวดแล้วควรปิดมาขวดให้สนิท

-ถ้ากรดหรือด่าง หรือสารเคมีที่เป็นอันตรายถูกผิวหนังหรือเสื้อผ้า ต้องรีบล้างออกด้วยน้ำสะอาดทันที เพราะมีสารเคมีหลายชนิดที่ซึมผ่านเข้าไปในผิวหนังได้อย่างรวดเร็วและเกิดเป็นพิษขึ้นมาได้ ซึ่งแต่ละคนจะมีความรู้สึกหรือเกิดพิษแตกต่างกัน

2. การติดตั้งอุปกรณ์วิทยาศาสตร์  
การจัดอุปกรณ์เพื่อศึกษามวลของสาร

ในระบบ

ตอนที่ 1

-นำหลอดพลาสติกขนาดเล็กที่มีสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ วางลงในปิกเกอร์ที่มีสารละลายเลด (II) ไนเตรต โดยไม่ให้สารละลายทั้งสองรวมกัน



สารละลายเลด (II) ไนเตรต

ตอนที่ 2

-นำหลอดพลาสติกขนาดเล็กที่มีผงแคลเซียมคาร์บอเนต วางลงในปิกเกอร์ที่มีสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเจือจาง โดยไม่ให้สารละลายทั้งสองรวมกัน



สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเจือจาง

3. การดำเนินการทดลอง

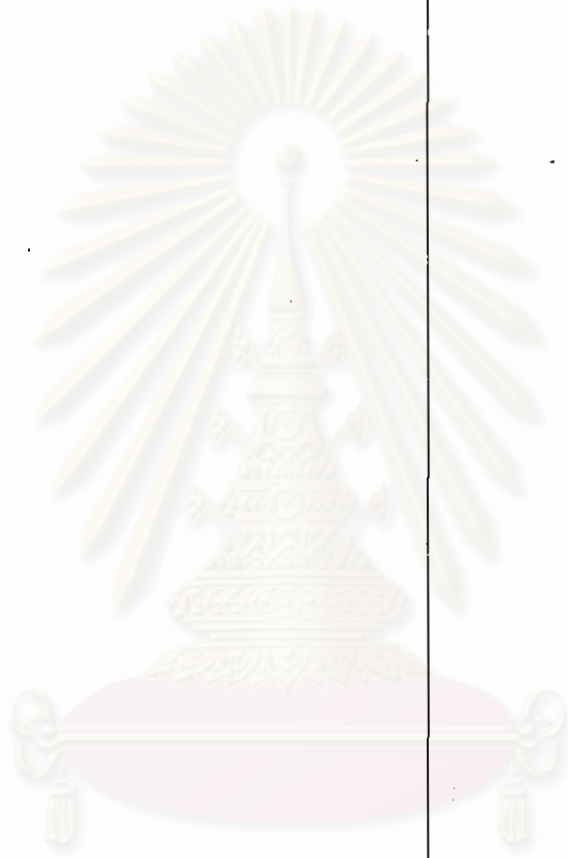
ตอนที่ 1

1. รินสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ ประมาณ  $5 \text{ cm}^3$  ใส่ในหลอดพลาสติกขนาดเล็กและรินสารละลายเลด (II) ไนเตรต  $10 \text{ cm}^3$  ลงในปิกเกอร์
2. วางหลอดพลาสติกขนาดเล็กลงในปิกเกอร์โดยไม่ให้สารละลายทั้งสองรวมกัน
3. ชั่งภาชนะและสารในข้อ 2
4. เอียงหลอดพลาสติกขนาดเล็ก ให้สารละลายทั้งสองผสมกัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
5. เมื่อไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้น ชั่งมวลรวมอีกครั้ง

ตอนที่ 2

1. ใส่มงแคลเซียมคาร์บอเนตประมาณ  $3 \text{ g}$  ลงในหลอดพลาสติกขนาดเล็กและรินสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเจือจาง  $10 \text{ cm}^3$  ลงในปิกเกอร์
2. วางหลอดพลาสติกขนาดเล็กลงในปิกเกอร์โดยไม่ให้สารทั้งสองรวมกัน
3. ชั่งภาชนะและสารในข้อ 2
4. เอียงหลอดพลาสติกขนาดเล็ก ให้สารละลายทั้งสองผสมกัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
5. เมื่อไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้น ชั่งมวลรวมอีกครั้ง

4. การดัดแปลงอุปกรณ์ให้ตามความเหมาะสม



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ส่วนที่ 2 วิธีการทดลอง

### การทดลอง 3.2 การหาขนาดโมเลกุลของกรดโอเลอิก

1. ใส่น้ำกินถาดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 25 cm. ให้สูง 1 cm จากก้นถาด ตั้งไว้จนน้ำนิ่งแล้วโรยผงขอล์กบาง ๆ บนผิวน้ำจนทั่วภาชนะ
2. หยดสารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 1 โดยปริมาตรลงไป 1 หยดวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของหยดสารละลายที่แผ่ออก แล้วหยดเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 โดยปริมาตร 1 หยด ลงบนผงขอล์ก สังเกตการเปลี่ยนแปลง
3. หาปริมาตรของสารละลายกรดโอเลอิก 1 หยด โดยใช้หลอดหยดอันเดิมหยดสารละลายชนิดนี้ลงในกระบอกตวงขนาด  $10 \text{ cm}^3$  แล้วนับจำนวนหยดจนได้สารละลายที่มีปริมาตร  $1 \text{ cm}^3$

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### ส่วนที่ 3 คู่มือประกอบการสังเกตการณ์ทดลอง

#### การทดลอง 3.2 เรื่อง การหาขนาดโมเลกุลของกรดโอเลอิก

##### 1. การใช้อุปกรณ์และสารเคมี

อุปกรณ์และทักษะที่ต้องใช้ประกอบกับอุปกรณ์  
หลอดหยด

- ปีบจุกยางของหลอดหยดที่แห้งและสะอาด  
เบา ๆ เพื่อไล่อากาศออก



- จุ่มปลายหลอดหยดลงในของเหลว คลายนิ้ว  
ที่ปีบจุกยางออก



- ของเหลวจะเข้าไปในหลอดหยด ระวัง  
น้ำที่ของเหลวขึ้นไปถึงจุกยาง และควร  
ดูตของเหลวให้มีปริมาตรใกล้เคียงกับปริมาตร  
ที่ต้องการใช้



- ไม่หยงายหลอดหยดขณะมีสาร เนื่องจาก  
ถ้าสารเป็นกรดแก่หรือเบสแก่จะกัดจุกยาง  
ได้



- ขณะหยดสาร ควรให้ปลายหลอดหยด  
สูงกว่าภาชนะรองรับประมาณ 2.5 cm



- เมื่อใช้แล้วล้างให้สะอาด สะบัดหรือวาง  
ไว้ให้แห้งก่อนใช้ครั้งต่อไป  
สารเคมี

- เอทานอล เป็นตัวทำละลายที่ระเหย  
ง่าย เมื่อใช้แล้วควรปิดขวดทันที  
- สารละลายกรดโอเลอิก



### หลักการวิจัยสารเคมี

-ก่อนนำเอาสารเคมีในขวดไปใช้จะต้องดูชื่อสารบนฉลากติดข้างขวดสารเคมีอย่างน้อยสองครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าใช้สารเคมีที่ต้องการไม่ผิด

-เมื่อต้องการใช้สารละลายที่เตรียมไว้ต้องรินออกจากขวดใส่ปิเปตก่อน โดยรินออกมาประมาณเท่ากับจำนวนที่ต้องการใช้ อย่ารินออกมามากเกินไป เพราะจะทำให้สิ้นเปลืองสารโดยเปล่าประโยชน์ ถ้าสารละลายที่รินออกมาแล้วนี้เหลือ ให้เทส่วนที่เหลือลงในอ่างอย่างเทกลับลงในขวดเดิมอีก ทั้งนี้เพื่อป้องกันการระบับกัน

-เมื่อนำสารเคมีออกจากขวดแล้วควรปิดฝาขวดให้สนิท

-ถ้ากรดหรือด่าง หรือสารเคมีที่เป็นอันตรายถูกผิวหนังหรือเสื้อผ้า ต้องรีบล้างออกด้วยน้ำสะอาดทันที เพราะมีสารเคมีหลายชนิดที่ซึมผ่านเข้าผิวหนังได้อย่างรวดเร็วและเกิดเป็นพิษขึ้นมาได้ ซึ่งแต่ละคนจะมีความรู้สึกหรือเกิดพิษแตกต่างกัน

### 2. การติดตั้งอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

-นำน้ำที่ใส่ในภาชนะที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 25cm ให้ความสูง 1cm จากก้นภาชนะตั้งไว้จนนิ่ง

-วิธีโรยผงขอสก โดยใช้แท่งขอสกวางแนบกับกระดานดำ ฎาไปมาแล้วใช้แปรงถูผงขอสกบนกระดานดำและนำมาเคาะเบา ๆ ให้ผงขอสกร่วงลงบนผิวหน้าอย่างสม่ำเสมอ ไม่ควรทำในที่ ๆ มีลมพัด

### 3. การดำเนินการทดลอง

1. ใส่ น้ำในภาชนะที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 25 cm ให้ความสูง 1 cm จากก้นภาชนะ ตั้งไว้จนนิ่ง แล้วโรยผงขอสกบาง ๆ บนผิวหน้าจนทั่วภาชนะ

2. หยดสารละลายกรดโอเลอิกในเอทานอล เข้มข้นร้อยละ 1 โดยปริมาตรลงไป 1 หยด วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของหยดสารละลายที่แผ่ออก แล้วหยดเอทานอล เข้มข้นร้อยละ 95 โดยปริมาตร 1 หยดลงบนผงขอสก สังเกตการเปลี่ยนแปลง ถ้าหยดกรดโอเลอิกแล้วเกิดเป็นวงกลมที่มีขอบไม่เรียบ ให้นำนักเรียนวัดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ตามแหน่งต่าง ๆ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ถ้าเป็นรูปอื่นก็หาประมาณเป็นรูปทรงเรขาคณิตที่จะหาพื้นที่ได้

3. หาปริมาตรของสารละลายกรดโอเลอิก

1 หยด โดยให้หลอดหยดอันเดิมหยดสารละลายชนิดนี้ลงในกระบอกตวงขนาด 1 cm<sup>3</sup> แล้วนับจำนวนหยดจนได้สารละลายที่มีปริมาตร 1 cm<sup>3</sup>

4. การดัดแปลงอุปกรณ์ได้ตามความเหมาะสม

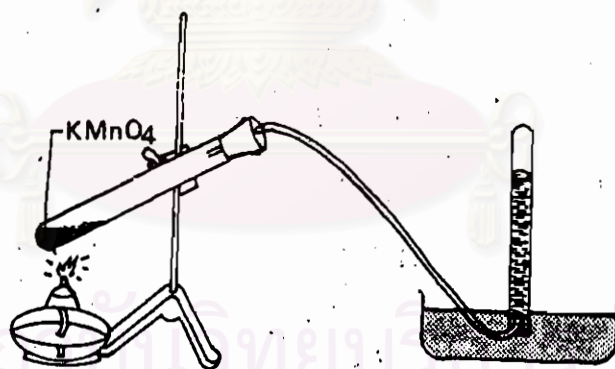


สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ส่วนที่ 2 วิธีการทดลอง

### การทดลอง 5.2 การเตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบออกไซด์

1. วัสดุผสมโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 5g ในหลอดทดลองขนาดกลาง (จัดเครื่องมือตั้งรูป) เมาและเก็บก๊าซออกซิเจนที่เกิดขึ้นโดยวิธีแทนที่น้ำในหลอดทดลองขนาดใหญ่ 4 หลอดปิดปากหลอดและเก็บไว้ทำการทดลองต่อไป
2. นำถ่านไม้ ไรต์เดียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ทีละชนิดใส่ในพายโรลหะ เมาจนเริ่มติดไฟ (เฉพาะแมกนีเซียมาใช้เข็มโรลหะจับเมา) รีบนำใบหย่อนลงในหลอดเก็บก๊าซออกซิเจนปล่อยให้สารติดไฟจนดับ จึงดึงพายโรลหะออก ปิดปากหลอดสังเกตลักษณะของปฏิกิริยาและผลิตภัณฑ์
3. เติมน้ำกลั่นลงในหลอดทดลองในข้อ 2 หลอดละประมาณ  $3\text{cm}^3$  เขย่าและทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลายด้วยกระดาษลิตมัส



รูป วิธีเตรียมและเก็บก๊าซออกซิเจน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### ส่วนที่ 3 คู่มือประกอบการสังเกตการทดลอง

#### การทดลอง 5.2 เรื่อง การเตรียมและศึกษาสมบัติของสารประกอบออกไซด์

##### 1. การใช้อุปกรณ์และสารเคมี

##### อุปกรณ์และทักษะที่ต้องใช้ประกอบกับอุปกรณ์ กระดาษลิตมัส

-มือที่หยิบต้องสะอาดปราศจากกรดและเบส หยิบที่ละแผ่นอังที่ปากหลอดโดยไม่ให้สัมผัสกับหลอด ถ้าต้องการทดสอบของเหลวที่วางกระดาษลิตมัสบนถ้วยกระเบื้องหรือกระจก แล้วนำชิ้นแก้วจุ่มของเหลวมาแตะบนกระดาษลิตมัส

##### ตะเกียงแอลกอฮอล์

-ก่อนใช้ตะเกียงต้องสำรวจว่าได้ตะเกียงสูงพอเหมาะเมื่อจุดไฟแล้วจะได้เปลวไฟที่ไม่วิ่งหรือต่ำเกินไปและได้ตะเกียงยาวพอจุ่มถึงแอลกอฮอล์ และระดับแอลกอฮอล์ไม่ควรน้อยเกินไปหรือมากจนเกิน  $1/2$  ของตะเกียง ในการใช้จะจุดตะเกียงเมื่อเตรียมสารที่จะให้ความร้อนไว้พร้อมแล้ว

-การจุดตะเกียง ต้องใช้ก้านไม้ขีด ห้ามนำตะเกียงไปต่อกันโดยตรง เพราะอาจทำให้แอลกอฮอล์หกและติดไฟ ซึ่งเป็นอันตรายมาก

-เมื่อใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์เสร็จต้องดับตะเกียงทันที โดยใช้นิ้วปิดห้ามือปากเปล่าให้ดับ การครอบต้องครอบให้สนิททุกครั้ง เพื่อป้องกันมิให้แอลกอฮอล์ระเหย

##### แท่งแก้วคน

-ใช้จุ่มสารละลายมาแตะกระดาษลิตมัสและกัมมะถัน แล้วนำไปเผาจนเริ่มติดไฟ

##### พายโรทอะ

-ใช้ใส่สารที่ทำการทดลอง คือโซเดียมและกัมมะถัน แล้วนำไปเผาจนเริ่มติดไฟ

##### คีมโลหะ

-ใช้จับแมกนีเซียมแล้วนำไปเผาจนเริ่มติดไฟ

##### สารเคมี

-แมกนีเซียม ขณะเผาหลอดแมกนีเซียมจะเกิดแสงสว่างจ้ามาก ไม่ควรจ้องเปลวไฟ เพราะอาจเป็นอันตรายต่อดวงตาได้

-โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

ในการทดลองนี้ การเผาโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต อย่าใช้ไฟแรงมาก

-กัมมะถัน

-โซเดียม ห้ามใช้มือจับและห้ามใส่ลงในน้ำ

##### หลักการใช้สารเคมี

-ก่อนนำเอาสารเคมีในขวดมาใช้จะต้องดูชื่อสารบนฉลากติดข้างขวดสารเคมีอย่างน้อยสองครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าใช้สารเคมีที่ต้องการไม่ผิด

-เมื่อต้องการใช้สารละลายที่เตรียมไว้ ต้องรินออกจากขวดใส่ปิกรีกเกอร์ก่อนโดย รินออกมาประมาณเท่ากับจำนวนที่ต้องการใช้ อย่ารินออกมามากเกินไปเพราะ จะทำให้สิ้นเปลืองสารโดยเปล่าประโยชน์ ถ้าสารละลายที่รินออกมาแล้วนี้เหลือให้ เทส่วนที่เหลือลงในอ่าง อย่าเทกลับลง ในขวดเดิมอีก ทั้งนี้เพื่อป้องกันการ ระเบิดกัน

-เมื่อนำสารเคมีออกจากขวดแล้ว ควรปิดมาขวดให้สนิท

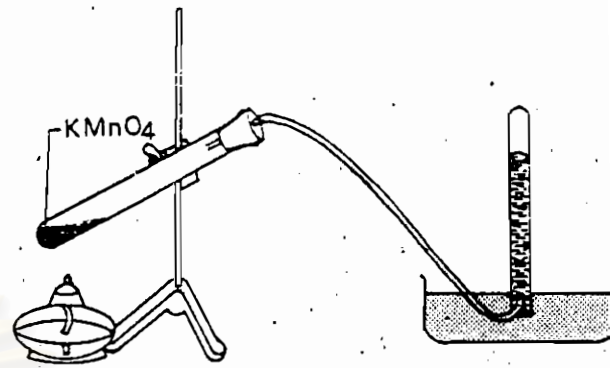
-ถ้ากรดหรือด่าง หรือสารเคมีที่เป็น อันตราย ถูกผิวหนังหรือเสื้อผ้า ต้อง รีบล้างออกด้วยน้ำสะอาดทันที เพราะ มีสารเคมีหลายชนิดที่ซึมผ่านเข้าไป ในผิวหนังได้อย่างรวดเร็วและเกิด เป็นพิษขึ้นมาได้ ซึ่งแต่ละคนจะมีความรู้สึกหรือเกิดพิษแตกต่างกัน

## 2. การติดตั้งอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

### การติดตั้งอุปกรณ์เตรียมและเก็บ

#### ก๊าซออกซิเจน

นำโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 5g ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง แล้วจัด อุปกรณ์ ดังรูป



## 3. การดำเนินการทดลอง

1. จัดอุปกรณ์ดังรูปในข้อ 2 หัวข้อการ ติดตั้งอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ขณะเผา สารควรรักษาหลอดอยู่ในแนวเอียงเล็กน้อย เพื่อให้สารในหลอดได้รับความ ร้อนทั่วถึงยิ่งขึ้น
2. หลังจากเผาและเก็บก๊าซออกซิเจนที่ เกิดขึ้นโดยวิธีแทนที่น้ำในหลอดทดลอง ขนาดใหญ่ 4 หลอด ปิดปากหลอด และเก็บไว้ทำการทดลองต่อไป
3. นำถ่านไม้ ไรโซเดียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ที่ละชนิดใส่สำนพาย โรหะเผาจนเริ่มติดไฟ (เฉพาะ แมกนีเซียมมาใช้คีมโรหะจับเผา) รินน้ำไปหย่อนลงในหลอดเก็บก๊าซ ออกซิเจน บดอย่าให้สารติดไฟจนดับ จึงดึงพายโรหะออกปิดปากหลอด สังเกตลักษณะของปฏิกิริยาและผลิตภัณฑ์

4. เติมน้ำกลั่นลงในหลอดทดลองในข้อ 3  
หลอดละประมาณ  $3 \text{ cm}^3$  เขย่าและ  
ทดสอบความเป็นกรด-เบส ของสาร  
ละลายด้วยกระดาษลิตมัส

4. การตัดแปลงอุปกรณ์ให้ตามความเหมาะสม

- ใช้นิ้วมือแทนขาตั้งและควรจับหลอดคาให้  
เคลื่อนที่ในแนวขึ้นลงตามลูกศร เล็กน้อย  
เพื่อให้สารละลายในหลอดพาความร้อน  
ได้ดีขึ้น



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตารางที่ 33** ร้อยละเฉลี่ยของนักเรียนที่มีทักษะการใช้อุปกรณ์วัดปริมาตรประเภทกระบอกตวง  
จำนวน 3 ครั้ง ในการปฏิบัติการเคมี 4 ด้าน

ทักษะปฏิบัติการเคมี	ร้อยละเฉลี่ยของนักเรียนที่ปฏิบัติถูกต้อง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
1. ความสามารถ				
- ปฏิบัติถูกต้อง	42.857	42.857	57.143	50
2. ความชำนาญและความคล่องแคล่ว				
- ปฏิบัติได้อย่างราบรื่น	100	100	100	100
- มีความเชี่ยวชาญแม่นยำ	35.714	35.714	50	47.619
3. ความระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัย				
- รู้จักหลีกเลี่ยงอันตราย	100	100	100	100
- รู้จักแก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้า	-	-	-	-
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อย				
- จัดอุปกรณ์ก่อนการทดลอง	100	100	100	100
- ล้างและเก็บอุปกรณ์บางส่วนที่นำมาใช้ซ้ำแล้ว	100	100	100	100
- ล้างและเก็บอุปกรณ์อย่างถูกวิธี	100	100	100	100



**ตารางที่ 34** ร้อยละเฉลี่ยของนักเรียนที่มีทักษะการถ่ายเทของเหลว จากปีกเกอร์หรือกระบอกตวง  
สู่ภาชนะอื่น ๆ จำนวน 3 ครั้ง ในการปฏิบัติภารกิจ 4 ด้าน

ทักษะปฏิบัติภารกิจ	ร้อยละเฉลี่ยของนักเรียนที่ปฏิบัติถูกต้อง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
1. ความสามารถ				
- ปฏิบัติถูกต้อง	85.714	85.714	85.714	85.714
2. ความชำนาญและความคล่องแคล่ว				
- ปฏิบัติได้อย่างราบรื่น	78.571	85.714	85.714	88.333
- มีความเชี่ยวชาญแม่นยำ	78.571	85.714	85.714	88.333
3. ความระมัดระวังในเรื่อง ความปลอดภัย				
- รู้จักหลีกเลี่ยงอันตราย	78.571	85.714	85.714	88.333
- รู้จักแก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้า	-	-	-	-
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อย				
- จัดอุปกรณ์ก่อนการทดลอง	100	100	100	100
- ล้างและเก็บอุปกรณ์บางส่วนที่ ไม่ได้ใช้แล้ว	100	100	100	100
- ล้างและเก็บอุปกรณ์อย่างถูกวิธี	100	100	100	100

ตารางที่ 35 ร้อยละเฉลี่ยของนักเรียนที่มีทักษะการใช้ทักษะแอลลกอธอส จำนวน 2 ครั้ง  
ในการปฏิบัติภารกิจ 4 ด้าน

ทักษะปฏิบัติการเคมี	ร้อยละเฉลี่ยของนักเรียนที่ปฏิบัติถูกต้อง		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
1. ความสามารถ			
- ปฏิบัติถูกต้อง	63.636	54.545	59.091
2. ความซื่อสัตย์และความคล่องแคล่ว			
- ปฏิบัติได้อย่างราบรื่น	77.273	90.909	84.091
- มีความเชี่ยวชาญแม่นยำ	59.091	50	54.546
3. ความระมัดระวังงานเรื่อง ความปลอดภัย			
- รู้จักหลีกเลี่ยงอันตราย	72.727	59.091	65.909
- รู้จักแก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้า	-	-	-
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อย			
- จัดอุปกรณ์ก่อนการทดลอง	100	100	100
- ล้างและเก็บอุปกรณ์บางส่วนที่ นำมาใช้ซ้ำแล้ว	100	100	100
- ล้างและเก็บอุปกรณ์อย่างถูกวิธี	100	100	100

**ตารางที่ 36** ร้อยละเฉลี่ยของนักเรียนที่มีทักษะการใช้หลอดหยด จำนวน 2 ครั้ง  
 านการปฏิบัติการเคมี 4 ด้าน

ทักษะปฏิบัติการเคมี	ร้อยละเฉลี่ยของนักเรียนที่ปฏิบัติถูกต้อง		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
1. ความสามารถ			
- ปฏิบัติถูกต้อง	59.091	50	54.546
2. ความชำนาญและความคล่องแคล่ว			
- ปฏิบัติได้อย่างราบรื่น	86.364	100	93.182
- มีความเชี่ยวชาญแม่นยำ	59.091	50	54.546
3. ความระมัดระวังในเรื่อง ความปลอดภัย			
- รู้จักหลีกเลี่ยงอันตราย	100	100	100
- รู้จักแก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้า	-	-	-
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อย			
- จัดอุปกรณ์ก่อนการทดลอง	100	100	100
- ล้างและเก็บอุปกรณ์บางส่วนที่ นำมาใช้แล้ว	100	100	100
- ล้างและเก็บอุปกรณ์อย่างถูกวิธี	100	100	100



### ประวัติผู้เขียน

นางสาวพรพรม สัมฤทธิ์ เกิดวันที่ 19 มกราคม พ.ศ.2514 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษา ครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป-เคมี จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2535 และเข้าศึกษาในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (เคมี) คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2537 ปัจจุบันเป็นลูกจ้างประจำเงินนอกงบประมาณแผ่นดิน ตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 3 โรงเรียนสาธิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย