บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือและบทความ

กานดา พูนลาภทวี. สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : ฟิสิกส์เซนเตอร์การพิมพ์ ,2530.

กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ และ ลออ แสนศักดิ์. หลักสูตรการสอนวิทยาศาสตร์. เอกสารประกอบการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2524.

กิ่งฟ้า สินธุวงษ์. "จิตวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์." เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 4 กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2525.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ,สำนักงาน. รายงานการวิจัยเรื่องประสิทธิภาพของการมัธยมศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ฟันนี่พับลิชชิ่ง,2530.

——. "ความเป็นมาและสาระสำคัญของร่างแผนการศึกษาแห่งชาติฉบับบใหม่. วารสารการศึกษาแห่งชาติ ปีที่ 25 ฉบับที่ 4 เมษายน-พฤษภาคม,2534 หน้า 9-15.

นิดา สะเพียรชัย. "ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์." ข่าวสารสสวท. 5 (กรกฎาคม 2520) : 3-8.

บุญเรือง ธจรศิลป์. สถิติวิจัย 2. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2534.

ประหยัด จันทร์ชมภู และ ประสพสันต์ อักษรมัต. วิธีสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภา , 2518.

ปรีชา วงศ์ชูศิริ. "การจัดลำดับเนื้อหาและประสบการณ์" ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1-7. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ฐูไนเต็ดโปรดักชั่น, 2525.

ผุสดี ตามไท. "โฉมใหม่ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น." วาสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฉบับที่ 23 ปีที่18 เดือน พฤษภาคม ,2531 : 6-9

พันทิพา อุทัยสุข. "การจัดการเรียนการสอนและการวางแผนการสอน." ใน ระบบการเรียนการสอน หน่วยที่ 1, หน้า 12-15. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพมหานคร : รุ่งศิลป์การพิมพ์, 2523.

พิทักษ์ รักษพลเดช."การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาประเทศ." เอกสารการประชุมวิชาการทางวิทยาศาสตร์ศึกษา เรื่อง บทบาทของวิทยาศาสตร์ศึกษาต่อการพัฒนาประเทศ ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2525 (อัดสำเนา)

พจน์ สะเพียรชัย. "การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์." พัฒนาวัดผล 10 กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เจริญรัตน์, 2517.

พรรณี ช.เจนจิต. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร : อัมรินทร์การพิมพ์, 2528.

วิเชียร เกตุสิงห์. หลักการสร้างและวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย. กรุงเทพมหานคร :โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช,2530.

ศึกษาธิการ, กระทรวง, กรมวิชาการ, สำนักทดสอบทางการศึกษา. รายงานการตรวจสอบคุณภาพการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2530. กรุงเทพมหานคร : สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2531.

——. หน่วยศึกษานิเทศก์กรมสามัญศึกษา. รายงานการประเมินคุณภาพการศึกษาโรงเรียนมัธยมศึกษา ศึกษา กรมสามัญศึกษา ปีการศึกษา 2530. กรุงเทพมหานคร : กองพัสดุและอุปกรณ์การศึกษา กรมสามัญศึกษา, 2532.

——. กรมวิชาการ. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุงใหม่ พ.ศ.2533) กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์การศาสนา, 2532 .

ศึกษาธิการ,กรมวิชาการ, สำนักทดสอบทางการศึกษา. รายงานการประเมินผลการใช้หลักสูตรฉบับปรับปรุงชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนนำร่อง. กรุงเทพมหานคร : สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2534.

สงัด อุทรานันท์. การจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

————. เทคนิคการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มิตรสยาม , 2532.

สุจินต์ วิศวธีรานนท์. "ระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์." ใน การสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1-7, หน้า 87-127 . มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ยูไนเตด โปรดักชั่น, 2526.

วิทยานิพนธ์

จันทร์แรม สุวรรณไตรย์. "การเปรียบเทียบวิธีสอนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้ากับการสอนปกติในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปริญญานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2532.

จรัญ สวัสดิถาวร."ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 3." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2519.

ธีรพงศ์ แก่นอินทร์. "รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรบางตัวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2532.

นิภา ดำเนตร. "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่าง การสอนโดยใช้แผนผังมโนมติ (Concept Map)และมโนมติรูปตัววี (Vee Diagram) ปริญญานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2533.

นุกรานต์ นิ่มศิริ. "ความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์สาขาฟิสิกส์และศึกษานิเทศก์สาขาวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับปัญหาการสอนฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์ มหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2526.

นงลักษณ์ ศิริชัย. "การวิเคราะห์มโนมติวิชาชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6." ปริญญานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น,2530.

บุญชม ศรีสะอาด. "รูปแบบผลการเรียนในโรงเรียน" ปริญญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524.

บัวศรี ประวะภูโต. "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชา ชีววิทยา เรื่อง การหายและการสืบพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนโดยใช้มโนมติรูปตัววีกับการสอนปกติ และความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยากับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. ปริญญานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2533.

ประนอม ทวีกาญจน์. "ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนเดิม สภาพแวดล้อมทางบ้าน บรรยากาศในชั้นเรียนคุณภาพการสอน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาจิตวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

ปัญญา อุทัยสัณห์. "ปัญหาการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4."วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.

ประภาศรี มัตตสมัน. "การเปรียบเทียบผลการใช้วิธีสอนเพื่อการรอบรู้และการสอนตามปกติ ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่องสสารและความร้อน." ปริญญานิพนธ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2531.

ประภาพันต์ กิจเจริญปัญญา. "การเปรียบเทียบผลการใช้วิธีสอนเพื่อการรอบรู้และการสอนตามปกติ ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่องความดันและสารเคมี." ปริญญานิพนธ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2531.

ปาจรีย์ วัชชวัลคุ. "อิทธิพลขององค์ประกอบด้านลักษณะของนักเรียน สภาพแวดล้อมทางบ้าน และสภาพแวดล้อมทางโรงเรียนที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาในกรุงเทพมหานคร." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยา, 2527.

นิทักษ์ เจริญวานิช. "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนโดยใช้แผนผังมโนมติกับการสอนปกติ." ปริญญานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2531.

สุนีย์ สอนตระกูล. "การพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์สำหรับวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

สุภาคย์ สุวรรณเวลา. "ความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

อดิสัย ทุมวงษา. "ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเชื่อมโยงมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 5." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

อรรถศิษฐ์ สมรรถการอักษรกิจ. "ปัญหาการสอนปฏิบัติการวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในกรุงเทพมหานคร." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2523.

เอื้อมพร จตุรธำรง. "การเปรียบเทียบความเข้าใจในการอ่านบทความที่มีการจัดความคิดรวบยอดของเนื้อเรื่องในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6." ปริญญานิพนธ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร,2521.

ฤทัย ศรีนุกูล. "การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดอุบลราชธานี" ปริญญานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2530.

ภาษาต่างประเทศ

หนังสือ

Anderson, R.C. and Ausubel,David P. "Organizers, General Background and Antencedent Learn Variables in Sequential Verbal Learning" Reading in the Psychology of Cognition. David P. Ausubel and D. Fitzgerald, Ed. New York : Holt; Rinehart ans Winston, 1965.

The American Association for the Advancement of Science. Science A Process Approach, Commentary for Teacher. Washington D.C. : AAAS, 1970.

Ausubel, David P. The Psychology of Meaningful Verbal Learning. New York : Grune & Stration, Inc.,1963.

————. Educational Psychology : A Cognitive View. New York : Holt Rinehart and Winston,Inc., 1968.

————. Schhool Learning : An Instruction to Educational Psychology. New York : Holt Rinehart and Winston, 1969.

Banathy,Bela H. Instructional System. California : Fearson Publishers Inc., 1968.

Bloom,Benjamin S. Human Characteristic and School Learning. New York : Mc Graw-Hill Book Company,1982.

Brown, Walter R. "Defining the Process of Science" The Science Teacher 35 (December 1968): 26-28.

De Cecco. The Psychology of Learning and Instruction : Educational Psychology. New Jersey : Prentice Hall,Inc., 1968.

Farmer, Walter A. and Fareell,Margaret A. Systematic Instruction in Science : For the Middle and High School Years. Philippines : Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1980.

Gagne,Robert M. and Briggs,Leslie J. . Principles of Instructional Design. 2nd ed. New York : Holt,Rinehart and Winston, Inc., 1979.

Gagne,Robert M. and Briggs,Leslie J.and Wager ,Walter W. Principles of Instructional Design.3 nd ed. New York : Holt,Rinehart and Winston, Inc., 1988.

Good ,Carter V., ed. Dictionary of Education. New York : McGraw-Hill Book Company , Inc.,1973.

Hunter, M.C. Mastery teaching . El Segundo,California : TIP Publication, 1982.

Klausmeier, Herbert J. and Ripple,Richard E. Learning and Human Abilities : Educaational Psychology. 3 rd ed. New York :Harper & Row Publishers, 1971.

Klopfer, Leopold E. "Evaluation of Learning in Science" in Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. Edited by Benjamin S. Bloom, et al. New York : Mc Graw-Hill Book Co.,1971.

Kuslan,Louis I., and Stone,Harris A. Teaching Children Science and Inquiry Approach. California : Wedsworth Publishing Co.,1968.

Logan, Robert S. "A State -of-the-Art Assesment of Instructional System Development." In Issue in Instructional Systems Development. pp. 1-6. New York : Academic Press, 1979.

Novak, Joseph D. and Tyler, Ralph. Theory of Education. New York : Cornell University Press, 1977.

Novak, Joseph D. and Gowin,D. Bob. Learning How to Learne. London : Cambridge University Press, 1984.

Novak, Joseph D. Handbook For the Learning How to Learn Program.New York : Cornell University Press,1980.

Peter, Laurence J. Competencies for Teaching : Classroom Instruction. California : Wadworth Publishing, 1975.

Sund, Robert B., and Trowbridge, Leslie W. Teaching Science by Inquiry in Secondary School. Ohio : Charles E. Merrill Publishing Co.,1967.

บทความและผลงานวิจัย

Al Ruwachid, Mohammed Suliman Abdulrahman. "The Effects of a Lecture Only and Lecture - Laboratory Approach on Riyadh Junior College, Saudi Arabia Chemistry Students' Achievement and Attitudes." Dissertation Abstracts International. 45 (November 1984) : 1357-A.

Ault, Charles R. "Concept Mapping as a Study Strategy in Earth Science." Journal of College Science Teaching 15(91) (October 1985) : 38-44.

Arnaudin W.; Mintzer T.J.;Dunn S.,and Shafer H."Concept Mapping in College Science." Journal of College Science Teaching." 14(2) :117-121.

Bodulus, James Edward. "The Use of Concept Mapping Stratergy to facilitate Meaning for Nineth grade Students in Science." Dissertation Abstract International 47 (March 1987) : 3387-A.

Bogden,C.A. "The Use of Concept Mapping as a Possible Strategies for Instructional Design and Evaluation of College Genetics." Master Thesis Cornell University,1977.

Brody,Michael Joseph. "Concept Mapping,Vee Diagrams and Individual Interviews Applied to the Design of Marine Trades Adult Extention Curricular and Organization Feedback System.Dissertation Abstract International. 04 (October) : 939-940A.

Butzow, John W., Linz, William L., and Drake, Roy A. "A Study of the Interrelation of Attitude and Achievement Measure in an Audio-Tutorial College Chemistry Course." Journal of Research in Science Teaching . 14 (1977 : 45 - 49)

Carroll,John B. "A Model of School Learning." Teacher College Record 64 (May 1963): 723-733.

Cliburn, Joseph W. "Helping Students Understand Physiologic Interaction : A Concept Mapping Activity." The American Biology Teacher 49(October 1987) : 426-427.

Feldsine,John Edward, Jr. "The Construction of Concept Map Facilitates the Learning of General College Chemistry : A case Study." Dissertation Abstract International 49 (March 1988) : 2301-A.

Foley, Ann Elizabeth. "The Effect of A Mapping Training Program on The Reading Comprehension of Middle School Students." Dissertation Abstract International 47 (June 1987) : 4276-A.

Gardner, P.L. "Attitude to Science : A Rewiew Studies in Science Education." Research in Science Education. 1975 : 1-41

Gardner,P.L. "Logical Connection in Science". Research in Science Education. 1980 : 9-24.

Gurley, L.I. "Use of Gowin's Vee and Concept Mapping Strategies to Teach Students Responsibility for Learning in High School Biological Science." Dissertation Abstract International. 43(October) : 1026-A.

Hamilton, Malene A. "Jamaica Students Attitude to Science as Relate to Achievement in External Examination." Science Education. 66 (April 1982) : 155 - 169.

Hough , L.W. and Piper, M.K. "The Relationship between Attitudes towards Science and Science Achievement." Journal of Research in Science Teaching. 19 (1982 : 33 - 38)

Joyce, Bruce and Weil, Marsha. "Advance Organizer Improving The Effectiveness of Lecture and Other Presentation." Model of Teaching.New Jersey : Prentice-Hall,Inc.,1980.

Kamchaturus, Prajuabjit. "The Relationship Among Number of High School Science Attitude towards Science and Biology Achievement in Non- Science Major." Dissertation AbstractInternational 26 (April 1979) : 4760-A.

Lavie Bar and Zion,Ben. "Enhancing Meaningful Learning in an Environmental Education Program : A Case Study of a Class Empowered Through the Use of Novak's and Gowin's Principles of Learning How to Learning, Concept Mapping,Interviewing and Educating." Dissertation Abstract International 48(April 1988) : 2590-A.

Lehman,James D.; Carter, Charlotte and Khale,James Buter. "Concept Mappi Vee Mapping, and Achievement Results of A Field Study with Black High School Students." Journal of Research in Science Teaching 22 (1985) : 663-673.

Mac Harg,Richard A. "The Concept Map as an Advance Organizer." Journal of Research in Science Teaching. 28(1991) : 705-711.

Moreira, Marco A. "Concept Maps as Tools for Teaching." Journal of College Science Teaching : (May 1979) : 283-286.

Nay, Marshall A.,and Associate. "A process Approach to teaching Science" Science Education. 55 (April-June 1971) : 148-162.

Novak, Joseph D. "Applying Learing Psychology and Philosophy of Science to Biology Teaching." The American Biology Teacher 43(1)(January 1981) 12-20.

Novak, Joseph D.; Gowin D. Bob and Johansen,Gerard T. "The Use of Concept Mapping and Knowledge Vee Mapping With Junior High School Science Students." Science Education 67 (5) (1983) : 625-645.

Novak, Joseph D. "Understanding the Learning Process and Effectiveness of Teaching Method in the Classroom,Laboratory and Field." Science Education. 60 (40) (1985) : 493-512.

Novak,Joseph D. "Clarify with Concept Maps : A tool for Students and Teacher Alike. The Science Teacher. National Science Teacher Association (NSTA). 58(7) (1991) :45-49.

Opong, J.E. "A Study of the Advance Organizer and Its Effects and Achievement of Ninth Grade, Social Science Studies Students" Dissertation Abstract International. 39 (12) : 7275-7276-A, 1979.

Pankratius, William John. "Building an Organized Knowledge base : Concept Mapping and Achievement in Secondary School Physics." Dissertation Abstract International 49 (September) 1988) :

Peterson, Kenneth D. "Scientific Inquiry Training for High School Students" Journal of Research in Science Teaching. 15(March 1978) : 153.

Proger, B.B. and Others. "Conceptual Pre-Structure for detailed verbal passages." The Journal of Educational Research. 64(1) : 28-33.

Stankiwiez,J.J. "The Effects of an Advance Organizer on Ability of Randomly Selected Groups of Seventh and Eighth Grade Science Studentss to Recall, and Apply Facts after visit to a Science Museum" Dissertation Abstracts International. 45 (1) : 143-A ,1984.

Stewart, James; Kirk, Vudith Van and Rowell,Richard. "Concept Maps : A Tool for Use in Biology Teaching." The American Biology Teaching 42(3) (March 1979) : 171-175.

Tewari, Mohinder Dev. WThe Use of Path Analysis for Determining the Relative Significance of Selected Variables on Achievement in a Basic Mathematics Course". Dissertation Abstracts International. 40(April 1980) : 5351-A.

Welch, W.W. "The Development of an Instrument for Inventorying Knowledge of the Process of Science" Doctoral Dissertation,University of Wisconsin, 1966. Quoted in Marshall A. Nay and Associated " A Process Approach to teaching Science."Science Education. 55 (April-June 1971): 1981.

ภาคผนวก

รายการภาคผนวก

ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิและเกณฑ์ในการเลือกผู้ทรงคุณวุฒิ

ข แบบวัดความรู้พื้นฐานทางเคมี

ค มโนทัศน์พื้นฐานและตารางวิเคราะห์มโนทัศน์พื้นฐาน

ง แบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน

จ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2

ฉ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา

ช แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

ซ แบบสอบถามความคิดเห็นของครูเคมีต่อระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี

ฌ ตัวอย่างแผนการสอน

ญ ตัวอย่างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่นักเรียนสร้าง

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ
และ
เกณฑ์ในการเลือกผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของออซูเบล โนแวค และโกวิน

รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระชัย	ปูรณโชติ	คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รองศาสตราจารย์ ดร. สุจินต์	วิศวธีรานนท์	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัย-ธรรมาธิราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์	เดชะคุปต์	คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์	สังข์อ่อง	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตร-ศาสตร์
อาจารย์ ดร.เดือนใจ ทองสาริด		คณะวิชาครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏสวน-สุนันทา

2. แผนการสอนวิชาเคมีตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของออซูเบล โนแวค และโกวิน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล	เชื้อวแก้ว	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลา-นครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์	สังข์อ่อง	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตร-ศาสตร์
อาจารย์ สุกานดา	โรจนสุนทร	หัวหน้าหน่วยเคมี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
อาจารย์ พยอม	มณีวงศ์	อาจารย์ 3 หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม
อาจารย์ นิภา	ด่าเนตร	โรงเรียนมัญจาศึกษา จังหวัดขอนแก่น

3. แบบวัดความรู้พื้นฐานทางเคมี แบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี

อาจารย์ สุกานดา โรจนสุนทร	หัวหน้าหน่วยเคมี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
อาจารย์ พยอม มณีวงศ์	อาจารย์ 3 หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม
อาจารย์ ชวัญตา ปฏิเวธวิทูร	อาจารย์เคมี โรงเรียนประชาราษฎร์-อุปถัมภ์

4. แบบสอบถามความคิดเห็นของครูเคมีต่อระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดแนวคิดของออซูเบล โนแวค และโกวิน

รองศาสตราจารย์ ดร. คณิต ไข่มุกด์	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
อาจารย์ ดร. สำราญ สนแจ้ง	สถาบันราชภัฏเลย
อาจารย์ วันชัย เตชะมหานนท์	หัวหน้าฝ่ายแผนงานโรงเรียนบางมดวิทยา

5. แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์	ภาควิชาวิจัย คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์	ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ ดร.เดือนใจ ทองสาริด	สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา
อาจารย์ ดร.บัญญัติ ชำนาญกิจ	สถาบันราชภัฏกำแพงเพชร
อาจารย์ ศิลปชัย บูรณหานิช	โรงเรียนเบญจมราชาลัย

เกณฑ์ในการเลือกผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในวิจัย

1. ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของออซูเบล โนแวคและโกวิน ผู้วิจัยมีเกณฑ์ในการเลือกดังนี้

1.1 เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก และ

1.2 เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และ

1.3 เป็นอาจารย์ที่สอนในระดับอุดมศึกษาหรือมหาวิทยาลัย

2. แผนการสอนวิชาเคมีตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของออซูเบล โนแวค และโกวิน แบบวัดความรู้พื้นฐานทางเคมี แบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี ผู้วิจัยมีเกณฑ์ในการเลือกผู้ทรงคุณวุฒิดังนี้

2.1 เป็นผู้ที่สำเร็จการศึกษาอย่างน้อยระดับปริญญาโทในสาขาที่เกี่ยวข้องกับการสอนเคมี และ

2.2 เป็นผู้มีประสบการในการสอนวิชาเคมีอย่างน้อย 10 ปี

2.3 เป็นผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับ โครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และแผนผังรูปตัววี

ภาคผนวก ข
แบบวัดความรู้พื้นฐาน
และ
ผลการวิเคราะห์แบบวัดความรู้พื้นฐาน

แบบวัดความรู้พื้นฐานวิชาเคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คะแนนเต็ม 68 คะแนน เวลา 100 นาที

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ทับตัวเลือกนั้น

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 1 - 3

สมบัติของสาร A B C D และ E เป็นดังนี้

สารที่นำมาทดสอบ	ผลการทดลอง		
	การกรองด้วยกระดาษกรอง	การกรองด้วยกระดาษเซลโลเฟน	การผ่านของลำแสง
A	มีสารติดอยู่	มีสารติอยู่	มองเห็นลำแสง
B	ไม่มีสารติดอยู่	มีสารติดอยู่	มองเห็นลำแสง
C	ไม่มีสารติดอยู่	ไม่มีสารติดอยู่	ไม่เห็นลำแสง
D	มีสารติดอยู่	ไม่มีสารติดอยู่	ไม่เห็นลำแสง
E	ไม่มีสารติดอยู่	มีสารติดอยู่น้อยมาก	เห็นลำแสงน้อยมาก

1. จากตาราง สารใดมีสมบัติเป็นสารละลาย

1. สาร A 2. สาร B

3. สาร C 4. สาร D และ E

2. สารใดมีสมบัติเป็นคอลลอยด์

1. สาร A 2. สาร B

3. สาร C 4. สาร D และ E

3. สารใดมีสมบัติเป็นสารแขวนลอย

1. สาร A 2. สาร B

3. สาร C 4. สาร D และ E

4. ในการศึกษาสมบัติของสาร X Yและ Z ซึ่งมีสถานะเป็นของเหลวและเป็นสารเนื้อเดียวได้ผลดังนี้

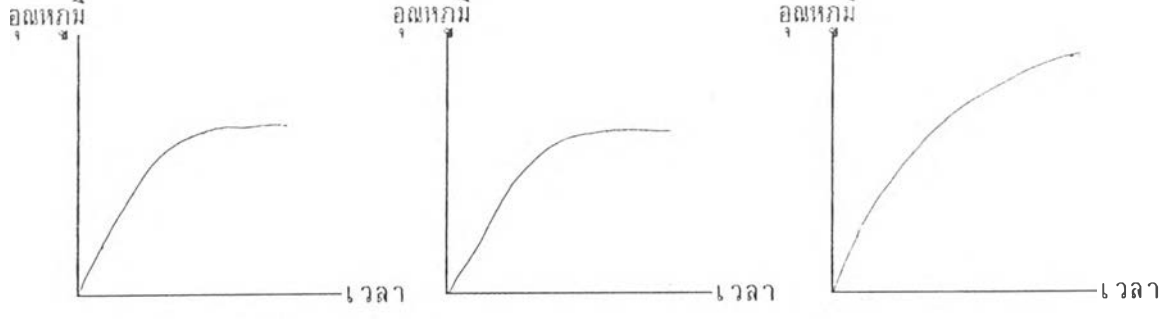
สาร	ผลการทดสอบ		
	การนำไฟฟ้า	การกลั่น	การระเหย
X	นำ	อุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆ และคงที่ที่ 99 C	มีของแข็งสีขาวเหลืออยู่
Y	ไม่นำ	อุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆและคงที่ที่ 78 C อยู่นาน 2 นาทีแล้วอุณหภูมิจะสูงขึ้นอีกและในที่สุดคงที่ที่ 99 C	ไม่มีสิ่งใดเหลือ
Z	ไม่นำ	อุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆ และคงที่ที่ 99 C	ไม่มีสิ่งใดเหลืออยู่

ข้อสรุปต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง

1. X เป็นสารละลาย Y และ Z เป็นสารบริสุทธิ์
2. Y เป็นสารละลาย X และ Z เป็นสารบริสุทธิ์
3. Z เป็นสารละลาย X และ Y เป็นสารบริสุทธิ์
4. X เป็นสารบริสุทธิ์ Y และ Z เป็นสารละลาย

5. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาเมื่อให้ความร้อนกับสาร A , B ได้ผลดังนี้

ก. ของเหลว A อย่างเดียว ข. ของเหลว B อย่างเดียว ค. ของผสม A + B



ข้อใดสรุปถูกต้อง

1. สาร A เป็นสารบริสุทธิ์ แต่สาร B เป็นสารละลาย
2. สาร A เป็นสารละลาย แต่สาร B เป็นบริสุทธ์
3. สาร A และสาร B เป็นสารบริสุทธิ์ทั้งคู่
4. สาร A และสาร B เป็นสารชนิดเดียวกัน

6. สาร 5 ชนิด คือสาร A B C D และ E มีสมบัติบางประการดังนี้

สาร	สถานะ	การละลายน้ำ	จุดหลอมเหลว °C	จุดเดือด °C
A	ของเหลว	ไม่ละลาย	15.3	161.0
B	ของแข็ง	ละลายได้เล็กน้อย	122.4	249.0
C	ของเหลว	-	0.0	100.0
D	ของเหลว	ละลาย	-114.1	78.3
E	ของเหลว	ไม่ละลาย	-103.5	83.0

ถ้าสาร A และสาร E ปนกันอยู่โดยไม่ทำปฏิกิริยากัน ควรแยกสาร A ออกจากสาร E ออกจากกันด้วยวิธีใดจึงจะได้ผลดีที่สุด

1. การกลั่น
2. การกลั่นลำดับส่วน
3. การสกัดด้วยตัวทำละลาย
4. การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

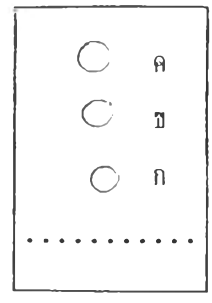
7. สาร 3 ชนิด คือ A B และ C มีสมบัติดังต่อไปนี้

สาร	มวลโมเลกุล	จุดเดือด(°C)	การละลายในน้ำ	การละลายในเอทานอล
A	146	265	ละลาย	ละลาย
B	59	49	ไม่ละลาย	ละลาย
C	129	124	ไม่ละลาย	ละลาย

สารใดที่สามารถสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำได้

1. สาร A เท่านั้น
2. สาร B เท่านั้น
3. สาร C เท่านั้น
4. สาร A และสาร C

8. เมื่อนำสารตัวอย่างชนิดหนึ่งมาทำการแยกโดยวิธีโครมาโตกราฟีแบบกระดาษ โดยมีน้ำเป็นตัวทำละลายได้ผลการทดลองดังรูป



ข้อสรุปผลการทดลองข้อใดไม่ถูกต้อง

1. สาร ข ละลายน้ำได้ดีกว่าสาร ก และถูกดูดซับมากกว่าสาร ค
2. สาร ก ละลายน้ำได้น้อยกว่าสาร ค และถูกดูดซับมากกว่าสาร ข
3. สาร ข ละลายน้ำได้น้อยกว่าสาร ค และถูกดูดซับน้อยกว่าสาร ก
4. สาร ค ละลายน้ำได้ดีกว่าสาร ข และถูกดูดซับมากกว่าสาร ก

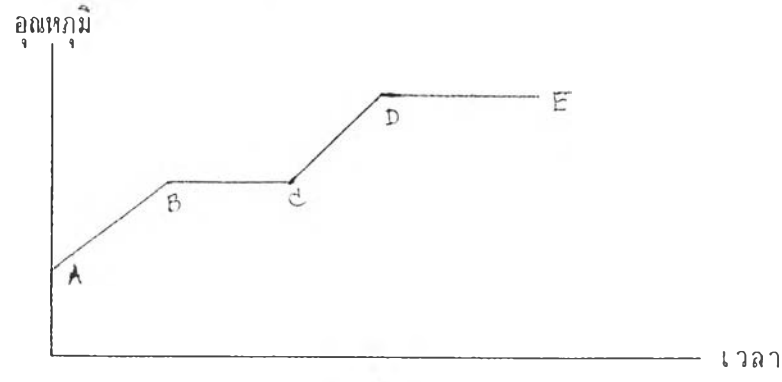
9. ในการทดสอบแยกสารที่มีสีโดยวิธีโครมาตกราฟีครั้งหนึ่งได้ผลดังนี้

สารประกอบ	ระยะทางที่สารประกอบเคลื่อนที่ (cm)	ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ (cm)
A	12	15
B	9	15
C	6	15
D	9.6	15
E	9.3	15

สารผสมในชุดใดที่สามารถแยกออกจากกันด้วยวิธีโครมาโตกราฟีได้ดีที่สุด

1. B,D และ E
2. A,C และ E
3. B,C และ D
4. C,D และ E

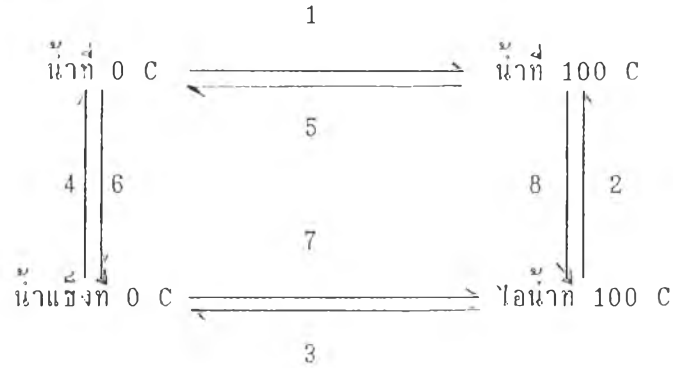
10. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาในการให้ความร้อนแก่สารที่เป็นของแข็งบริสุทธิ์ชนิดหนึ่งเป็นดังนี้



กราฟช่วงใดที่เป็นช่วงที่สารมีสถานะเดียวกัน

1. AB
2. CD
3. DE
4. BC และ DE

11. จงพิจารณาแผนภาพแสดงการถ่ายเทพลังงานในการเปลี่ยนสถานะของน้ำ ที่ความดัน 1 บรรยากาศ



ขั้นตอนใดที่มีการใช้พลังงานในรูปความร้อนแฝง

1. 1,2,4 และ 7
2. 3,5,6 และ 8
3. 2,4 และ 7
4. 3,6 และ 8

12. การทดสอบการละลายของสารบางชนิดในน้ำที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นดังนี้

การทดลอง	สาร	อุณหภูมิของสารละลาย °C
ก	KNO_3	22
ข	NaCl	28
ค	NaOH	53
ง	KCl	31

ถ้าสมการทั่วไปของการละลายสารในน้ำเป็นดังนี้

$AB(s) \longrightarrow A^+(g) + B^-(g)$ พลังงานที่เปลี่ยนแปลง E_1

$A^+(g) + B^-(g) \xrightarrow{\text{น้ำ}} A^+(aq) + B^-(aq)$ พลังงานที่เปลี่ยนแปลง E_2

จงเลือกการทดลองที่มีค่า $E_2 > E_1$ และ $E_1 = E_2$

	$E_2 > E_1$	$E_1 = E_2$
1	ค	ง
2	ค, ง	ข
3	ค, ง	ก
4	ข, ค	ง

13. เมื่อนำ NH_4Cl ไปละลายในบีกเกอร์ที่มีน้ำอยู่พอประมาณ พบว่ามีหยดน้ำมาเกาะข้างบีกเกอร์และเมื่อจับบีกเกอร์ดูจะรู้สึกเย็น ปรากฏการณ์นี้อธิบายได้ตามข้อใด

1. พลังงานที่ใช้ในการสลาย NH_4Cl ออกเป็นไอออนในสภาวะก๊าซน้อยกว่าพลังงานที่ได้คืนมาจากการที่ไอออนในสภาวะก๊าซรวมตัวกับน้ำ
2. พลังงานที่ใช้ในการสลาย NH_4Cl ออกเป็นไอออนในสภาวะก๊าซมากกว่าพลังงานที่ได้คืนมาจากการที่ไอออนในสภาวะก๊าซรวมตัวกับน้ำ
3. พลังงานที่ใช้ในการสลาย NH_4Cl ออกเป็นไอออนในสภาวะก๊าซสูงมากและพลังงานที่ได้คืนมาจากการที่ไอออนในสภาวะก๊าซรวมตัวกับน้ำน้อยมาก
4. ปรากฏการณ์นี้ยังไม่สามารถอธิบายได้

14. ธาตุ A มีเลขอะตอม 11 เลขมวล 22 เมื่อพิจารณาอนุภาคมูลฐานที่กำหนดให้ต่อไปนี้แล้ว ข้อใด เป็นไอโซโทปของธาตุ A

	โปรตอน	นิวตรอน	อิเลคตรอน
1	11	11	13
2	11	11	12
3	11	12	13
4	11	12	12

15. ธาตุ X มี สัญญลักษณ์นิวเคลียร์ $^{23}_{11}X$ จะมีอนุภาคมูลฐานในอะตอมตามข้อใด

1. อิเลคตรอน 11 ตัว โปรตอน 23 ตัว นิวตรอน 12 ตัว
2. อิเลคตรอน 11 ตัว โปรตอน 12 ตัว นิวตรอน 23 ตัว
3. อิเลคตรอน 23 ตัว โปรตอน 11 ตัว นิวตรอน 12 ตัว
4. อิเลคตรอน 11 ตัว โปรตอน 11 ตัว นิวตรอน 12 ตัว

16. ธาตุ X มีจำนวนนิวตรอน20 มีเลขอะตอม 19 ธาตุ Y มีจำนวนนิวตรอน 16 มีเลขอะตอม 15 สัญญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ X และ ธาตุ Y เป็นอย่างไร

1. $^{39}_{18}X$, $^{30}_{15}Y$ 2. $^{39}_{19}X$, $^{31}_{15}Y$ 3. $^{39}_{20}X$, $^{32}_{16}Y$ 4. $^{39}_{21}X$, $^{33}_{15}Y$

17. การจัดเรียงอิเลคตรอนของโพแทสเซียม (K) ซึ่งมีเลขอะตอม 19 และเลขมวล 39 เป็นไปตามข้อใด

1. 2,8,9
2. 2,8,8,1
3. 2,8,8,2
4. 2,8,18,8,3

18. ธาตุ K , L , M มีเลขอะตอม 10 , 14 และ 20 ตามลำดับ ธาตุ K,L,M ควรอยู่ในหมู่และคาบใดในตารางธาตุ

หมู่	คาบ	หมู่	คาบ
1. 2,4,8	2,3,4	2. 4,8,2	3,2,4
3. 4,2,8	4,3,2	4. 8,4,2	2,3,4

19. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับธาตุสมมุติ A,B,C,D,E และ F ซึ่งมีเลขอะตอม 10,15,18,19,29, และ 35 ตามลำดับ

1.ธาตุ A และ C เป็นธาตุที่อยู่ในหมู่เดียวกัน 2.ธาตุ B และ F เป็นธาตุที่อยู่ในหมู่เดียวกัน
3.ธาตุ C และ D เป็นธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกัน 4.ธาตุ A และ B เป็นธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกัน

20. จงพิจารณาข้อมูลเกี่ยวกับเส้นสเปกตรัมของไฮโดรเจนที่ปรากฏอยู่ในช่วงแสงขาวในตารางต่อไปนี้

เส้นสเปกตรัมของไฮโดรเจน	ความยาวคลื่น (nm)
X_1	410
X_2	414
X_3	486
X_4	656

เส้นสเปกตรัมใดที่แสดงว่าอิเลคตรอนมีการเปลี่ยนระดับพลังงานมากที่สุด

1. X_1 2. X_2 3. X_3 4. X_4

21. พลังงานไอออไนเซชันลำดับต่างของธาตุ X ที่ 25 C มีค่าในหน่วย MJ/mol ดังต่อไปนี้

0.50 4.57 6.92 9.55 13.36 16.62 20.12 25.50
28.94 141.37 159.09 การจัดเรียงอิเลคตรอนของธาตุ X มีระดับพลังงาน

1. 2 2. 3 3. 8 4. 11

22. พลังงานไอออไนเซชันลำดับต่างของธาตุ Y ที่ 25 C มีค่าในหน่วย MJ/mol ดังต่อไปนี้

1.69 3.38 6.06 8.41 11.03 15.17 17.87 92.05
106.44 ตามลำดับ ในระดับพลังงาน n = 2 ธาตุ Y มีอิเลคตรอนอยู่จำนวนเท่าไร

1. 8 2. 1 3. 2 4. 7

23. กำหนดค่าพลังงานไอออไนเซชั่นในหน่วย KJ/mol ของธาตุ 5 ธาตุ ดังตาราง

ธาตุ	IE_1	IE_2	IE_3	IE_4
P	1090	2400	4600	6200
Q	500	4600	6900	9500
R	740	1500	7700	10500
S	800	2400	3700	25000
T	580	1800	2700	11600

ธาตุใดอยู่ในหมู่เดียวกัน

1. P,Q 2. R,T 3. R,S 4. S,T

24. การเปลี่ยนแปลงในข้อใดแสดงถึงค่าพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 3 ของธาตุอลูมิเนียม

1. $Al(g) \longrightarrow Al^{3+}(g) + 3e^-$ 2. $Al(s) \longrightarrow Al^{3+}(g) + 3e^-$

3. $Al^{2+}(g) \longrightarrow Al^{3+}(g) + e^-$ 4. $Al^{+}(g) \longrightarrow Al^{3+}(g) + 2e^-$

25. พลังงานไอออไนเซันลำดับที่ 1,2,3 ของธาตุ X มีค่า 0.50 ,7.30,และ 11.80 MJ/mol ตามลำดับ ถ้าต้องการให้เกิดเป็น X^{3+} จะต้องใช้พลังงานเท่าใด

1. 7.30 MJ/mol 2. 7.80 MJ/mol 3. 11.80 MJ/mol 4. 19.60 MJ/mol

26. ข้อความในข้อใดถูกต้องตามกฎทรงมวล

1. มวลของสารที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยากันจะเท่ากัน
2. มวลของสารที่เข้าทำปฏิกิริยาพอดีกันจะเท่ากัน
3. มวลของสารตั้งต้นทั้งหมดก่อนทำปฏิกิริยาจะเท่ากับมวลของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่ได้จากปฏิกิริยา
4. ถ้ามวลของสารตั้งต้นแต่ละชนิดเท่ากัน มวลของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะเท่ากันด้วย

27. จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของสารประกอบ A พบว่าเกิดจากการรวมตัวของธาตุ B และ C ในอัตราส่วน B : C = 2 : 5 ถ้านำธาตุ B และ C มาอย่างละ 10 กรัม จะเกิดสารประกอบ A อย่างมากที่สุดได้กี่กรัม

1. 12 กรัม 2. 14 กรัม 3. 16 กรัม 4. 20 กรัม

28. อัตราส่วนโดยมวลของไฮโดรเจน : ออกซิเจน ที่มารวมตัวกันเป็นน้ำเป็น 1:8 เสมอ ถ้ามีไฮโดรเจนและออกซิเจนอย่างละ 28 กรัมเมื่อรวมตัวกันจะเกิดเป็นน้ำกี่กรัม

1. 28 กรัม 2. 56 กรัม 3. 31.5 กรัม 4. 252 กรัม

29. ยูเรีย [$(NH_2)_2CO$] 90 กรัมจะเป็นกี่โมล (มวลอะตอม N = 14,H =1 ,C = 12 , O =16)

1. 1.5 2. 1.6 3. 2.0 4. 2.5

30. ข้อความใดไม่ใช่สมบัติของกาซใด ๆ ที่มีปริมาตร 22.4 dm^3 ที่ S.T.P

1. มีจำนวนโมเลกุล = 6.02×10^{23}
2. มีจำนวนโมเลกุลเท่ากับกาซไฮโดรเจนที่มีปริมาตรเท่ากันที่ S.T.P
3. มีมวล = มวลโมเลกุล(มีหน่วยเป็นกรัม)
4. มีจำนวนโมล = 6.02×10^{23} โมล

31. NH_3 8.5 กรัม มีจำนวนโมเลกุลกี่โมเลกุล (มวลอะตอมของ N =14, H = 1)

1. 6.02×10^{23} 2. $1 \times 3.01 \times 10^{23}$
3. $4 \times 3.01 \times 10^{23}$ 4. $2 \times 6.02 \times 10^{23}$

32. กาซ O_2 48 กรัม จะมีปริมาตรเท่าไรที่ S.T.P. (มวลอะตอมของ O = 16)

1. 16.8 2. 33.6 3. 67.2 4. 134.4

33. กาซ CO_2 2.2 กรัมจะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากับสารในข้อใด (มวลอะตอมของ C = 12,O = 16, Ca = 40 , S = 32, O =16,H = 1)

1. CaO 11.2 กรัม 2. กาซ H_2 3.01×10^{22} อะตอม
3. SO_2 9.6 กรัม 4. O_2 5.6 dm^3 ที่ S.T.P.

34. สารในข้อใดมีจำนวนโมเลกุลมากที่สุด (มวลอะตอม H =1,Cu = 64)

1. กาซ H_2 4 กรัม 2. กาซ CH_4 0.1 โมล
3. Cu 6.4 กรัม 4. กาซCl_2 3.01×10^{23} โมเลกุล

35. กาซHCl 18.25 กรัมจะมีปริมาตรกี่ dm^3 ที่ S.T.P

1. 1.12 2. 2.24 3. 4.48 4. 11.2

36. สารในข้อใดมีจำนวนโมลมากที่สุด (มวลอะตอม C = 12, F = 19, Cl = 35.5)

1. $CFCl_3$ 10 กรัม 2. CF_2Cl_2 10.5 กรัม
3. CF_3Cl 12 กรัม 4. CF_4 13 กรัม

37. สมมุติว่าธาตุ X และ ธาตุ Y ทำปฏิกิริยากันเกิดเป็นสารประกอบ 2 ชนิดคือ Y_2X_3 และ Y_2X ถ้า Y_2X_3 0.05 โมล หนัก 9 กรัม และ Y_2X 0.1 โมล หนัก 10 กรัม มวลอะตอมของX และY มีค่าเท่าไรตามลำดับ

1. X = 20, Y = 10 2. X = 40, Y = 30
3. X = 10, Y = 40 4. X = 30, Y = 50

38. ภาชนะสูญญากาศใบหนึ่งหนัก 210 กรัม เมื่อใส่กาซมีเทนจนเต็มชั่งได้ 214 กรัม จากนั้นสูบกาซมีเทนออกจนหมดแล้วนำไปบรรจุกาซ P จนเต็ม ชั่งได้ 221 กรัม ถ้าการทดลองทั้งสองทำที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน จงหาว่ากาซ P เป็นกาซอะไร

1. CH_4 (มวลโมเลกุล = 16)
2. Cl_2 (มวลโมเลกุล = 71)
3. O_2 (มวลโมเลกุล = 32)
4. CO_2 (มวลโมเลกุล = 44)

39. จงพิจารราสมการต่อไปนี้

$$C_3H_8(g) + x\ O_2(g) \text{ ----------> } y\ CO_2(g) + z\ H_2O(g)$$

x y และ z มีค่าเป็นเท่าไรตามลำดับ

1. 2 2 3
2. 4 3 5
3. 4 5 3
4. 5 3 4

40. ถ้าเขียนสมการที่ดุลแล้วของปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียม(Mg)กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ซึ่งจะได้สารละลายแมกนีเซียมคลอไรด์($MgCl_2$) และกาซไฮโดรเจน (H_2) เลขที่ใช้เติมข้างหน้าสารแต่ละชนิดเพื่อดุลสมการเคมีนี้เป็นเท่าไรบ้างตามลำดับ

1. 1,1,2,2
2. 2,1,2,1
3. 1,2,1,1
4. 1,2,1,2

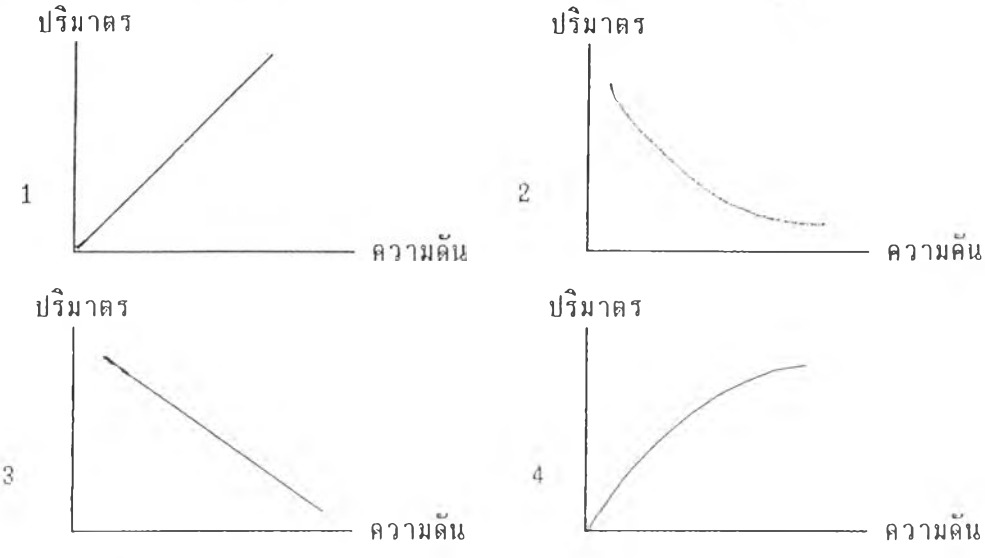
41. ถ้าเขียนสมการที่ดุลแล้วของปฏิกิริยา

$$CO + Fe_2O_3 \text{ ---------> } Fe + CO_2$$

เลขที่ใช้เติมข้างหน้าสารแต่ละชนิดเพื่อดุลสมการเคมีนี้เป็นเท่าไรบ้างตามลำดับ

1. 3,2,2,3
2. 3,1,2,3
3. 1,3,2,3
4. 3,1,1,3

42. กราฟรูปใดที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและความดันเมื่อมวลและอุณหภูมิคงที่



43. ก๊าซชนิดหนึ่งมีปริมาตร 3 dm^3 ที่ความดัน 1 บรรยากาศ จะต้องปรับความดันจนเป็นกี่บรรยากาศ จึงจะทำให้ก๊าซนี้มีปริมาตรเป็น 1.5 dm^3

1. 2 บรรยากาศ
2. 3 บรรยากาศ
3. 4 บรรยากาศ
4. 6 บรรยากาศ

44. ก๊าซ X_2 มีปริมาตร 1 dm^3 ที่อุณหภูมิ 1227 องศาเซลเซียส ถ้าลดอุณหภูมิลงเป็น 127 องศาเซลเซียส จะมีปริมาตรกี่ dm^3

1. 0.80
2. 0.53
3. 0.47
4. 0.27

45. ก๊าซชนิดหนึ่งมีปริมาตร 4 dm^3 บรรจุในภาชนะภายใต้ความดัน 1141 mmHg อุณหภูมิ 273 องศาเซลเซียส ก๊าซนี้จะมีปริมาตรกี่ dm^3 ที่ STP

1. 1.5
2. 3.0
3. 6.0
4. 9.0

46. ถ้าบรรจุก๊าซออกซิเจนและก๊าซไนโตรเจนมวลเท่ากัน ลงในภาชนะ 2 ใบ ที่มีปริมาตรเท่ากันและอุณหภูมิเดียวกัน ข้อใดสรุปถูก

1. ภายในภาชนะทั้งสองมีจำนวนโมเลกุลของก๊าซเท่ากัน
2. ก๊าซไนโตรเจนมีพลังงานจลน์เฉลี่ยมากกว่าก๊าซออกซิเจน
3. ความดันในภาชนะที่บรรจุก๊าซไนโตรเจนมีค่ามากกว่าความดันในภาชนะที่บรรจุก๊าซออกซิเจน
4. โมเลกุลของก๊าซออกซิเจนเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าโมเลกุลของก๊าซไนโตรเจน

47. ข้อความเกี่ยวกับทฤษฎีจลน์ข้อใดไม่ถูกต้อง

1. ความดันของกาซขึ้นอยู่กับอัตราการชนผนังภาชนะของกาซนั้น
2. พลังงานจลน์เฉลี่ยของกาซขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ
3. เมื่อเพิ่มความดันให้กับกาซ ปริมาตรของกาซจะลดลงในขณะที่อุณหภูมิคงที่
4. โมเลกุลของกาซมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลาซึ่งเมื่อชนกันจะไม่มีการสูญเสียพลังงาน

48. ภาชนะ 2 ใบ มีกาซบรรจุอยู่ ถ้าให้ภาชนะใบที่1 มีอุณหภูมิสูงกว่าใบที่2 ผลการทดลองพบว่าความเร็วเฉลี่ยของโมเลกุลของกาซในภาชนะทั้งสองเท่ากัน ควรสรุปผลการทดลองอย่างไร

1. โมเลกุลของกาซในภาชนะใบที่2 มีพลังงานจลน์เฉลี่ยสูงกว่าโมเลกุลของกาซในภาชนะใบที่1
2. โมเลกุลของกาซในภาชนะใบที่1 มีมวลรวมกันมากกว่าโมเลกุลของกาซในภาชนะใบที่2
3. พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของกาซในภาชนะทั้ง 2 ใบเท่ากัน
4. ผลการทดลองไม่ถูกต้องเพราะทฤษฎีจลน์กล่าวว่า ความเร็วเฉลี่ยของกาซที่อุณหภูมิต่างกันจะต้องไม่เท่ากัน

49. มวลอะตอมของกาซ A เป็น 2 เท่าของมวลอะตอมของกาซ B ที่อุณหภูมิเดียวกัน ข้อความใดถูกต้องที่สุด

1. ผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ของกาซทั้งสองเท่ากัน
2. ความเร็วเฉลี่ยของกาซทั้งสองเท่ากัน
3. ความเร็วเฉลี่ยของกาซ A เป็นครึ่งหนึ่งของกาซ B
4. พลังงานจลน์เฉลี่ยของกาซทั้งสองเท่ากัน

50. สารประกอบคลอไรด์ในข้อใดเมื่อละลายน้ำมีสมบัติเป็นกลาง

1. SCl_2 2. $AlCl_3$ 3. $MgCl_2$ 4. $SiCl_4$

51. สารประกอบคลอไรด์ 2 ชนิดละลายน้ำได้ สารแรกละลายน้ำได้สารละลายเป็นกลาง ส่วนชนิดที่2 ละลายน้ำได้สารละลายเป็นกรด สาร 2 ชนิดนี้คือสารในข้อใด

1. $MgCl_2$ และ $AlCl_3$ 2. $AlCl_3$และ PCl_5
3. $BeCl_2$ และ $MgCl_2$ 4. LiCl และ $BeCl_2$

52. กำหนดให้สารประกอบคลอไรด์ 5 ชนิด มีสมบัติดังตาราง

สารประกอบคลอไรด์	จุดหลอมเหลว (°c)	ความเป็นกรด-เบสของสารละลาย
A	405	กลาง
B	-115	กรด
C	ต่ำกว่า -40	ไม่ละลายน้ำ
D	-154	กรด
E	776	กลาง

ข้อใดเป็นคลอไรด์ของโลหะ

1. A และ E 2. B และ D 3. C เท่านั้น 4. E เท่านั้น

53. สารประกอบออกไซด์ในข้อใดเมื่อละลายน้ำแล้วแสดงสมบัติเป็นกรดมากที่สุด

1. SO_2 และ CO_2 2. SiO_2 และ MnO_2

3. Al_2O_3 และ CuO 4. MgO และ Li_2O

54. ธาตุที่มีเลขอะตอมเท่าไรที่สารประกอบออกไซด์มีสมบัติเป็นเบส และสารประกอบคลอไรด์เป็นกลาง

1. 20 2. 18 3. 16 4. 13

55. จากการทดสอบสมบัติบางประการของสารประกอบคลอไรด์ของธาตุ X พบว่ามีสถานะเป็นของเหลว ไม่ละลายน้ำ ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส แต่สารประกอบออกไซด์เป็นกาซมีสูตร XO_2 ธาตุ X ควรเป็นโลหะหรืออโลหะ และสารประกอบคลอไรด์มีสูตรอย่างไร

1. โลหะ, XCl 2. อโลหะ,XCl 3. โลหะ,XCl_2 4. อโลหะ, XCl_4

ค่าชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 56-58

ธาตุ	สูตรของออกไซด์	ความเป็นกรด-เบสของสารละลายของออกไซด์
A	A_2O	เบส
B	BO	ละลายน้ำเล็กน้อย เบส
C	C_6O_6	ไม่ละลายน้ำ
D	DO_2	ไม่ละลายน้ำ
E	E_4O_{10}	กรด

56. ข้อใดสรุปถูกต้อง

1. B เป็นโลหะ 2. C เป็นอโลหะ 3. D เป็นโลหะ 4. A เป็นธาตุหมู่2

57. ข้อสรุปเกี่ยวกับธาตุ D ข้อใดถูกต้อง

1. D คือ คาร์บอน 2. D เป็นธาตุหมู่2 ในตารางธาตุ
3. D เป็นธาตุหมู่4 4. D เป็นอโลหะมากกว่า E

58. ถ้าสารประกอบคลอไรด์ของธาตุ X มีสูตรเป็น XCl_2 ธาตุ X ควรเป็นธาตุใด

1. A 2. B 3. C 4. D

59. ธาตุคู่หนึ่ง เมื่อนำไปเผากับออกซอเจนจนหมดเกิดสารประกอบออกไซด์ที่ละลายน้ำได้ สารละลายที่ได้เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงินทั้งคู่ ธาตุคู่นี้คือธาตุใดบ้าง

1. C,Na 2. Na,Ca 3. Al,S 4. C,S

ค่าชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบข้อ 60-62

X เป็นธาตุชนิดหนึ่งเกิดสารประกอบคลอไรด์มีสูตร XCl และสารประกอบออกไซด์มีสูตร X_2O ซึ่งละลายน้ำได้ สารละลายที่เกิดจากสารประกอบออกไซด์เป็นเบส

60. ธาตุ X ควรจัดเป็นธาตุกลุ่มใด

1. โลหะ 2. อโลหะ 3. กึ่งโลหะ 4. ข้อมูลไม่เพียงพอ สรุปไม่ได้

61. สมบัติในข้อใดไม่ใช่สมบัติของธาตุ X

1. เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง
2. นำไฟฟ้าและความร้อนได้ดี
3. จุดหลอมเหลวสูง
4. ระเหิดได้

62. ธาตุ X อาจเป็นธาตุใดได้มากที่สุด

1. H
2. Mg
3. K
4. Al

63. ตารางต่อไปนี้แสดงสมบัติบางประการของสารประกอบที่เกิดจากธาตุ 2 ชนิด บางชนิด ข้อมูลในข้อใดถูกต้องที่สุด

	ธาตุองค์ประกอบ	อัตราส่วนจำนวนอะตอม	จุดเดือดและจุดหลอมเหลว	การนำไฟฟ้า
1.	หมู่1 กับหมู่ 7	1:1	ต่ำ	นำไฟฟ้าเมื่อหลอมเหลว
2.	H กับ หมู่6	1:1	ต่ำ	ไม่นำไฟฟ้า
3.	หมู่2 กับ หมู่6	1:3	สูง	นำไฟฟ้าเมื่อหลอมเหลว
4.	หมู่6 กับ หมู่7	1:2	ต่ำ	ไม่นำไฟฟ้า

<u>คำชี้แจง</u> ใช้ข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติของสารตัวอย่าง 8 ชนิด ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 64-66

สารตัวอย่าง	จุดหลอมเหลว C	การนำไฟฟ้า	การละลายน้ำ	ความเป็นกรด–เบส
A	801	นำเมื่อหลอมเหลว	ละลาย	กลาง
B	114	นำเมื่อหลอมเหลว	ไม่ละลาย	–
C	1540	นำไฟฟ้าทุกสถานะ	ไม่ละลาย	–
D	3730	นำไฟฟ้าบางทิศทาง	ไม่ละลาย	–
E	-78	ไม่นำไฟฟ้า	ละลาย	เบส
F	2700	ไม่นำไฟฟ้า	ไม่ละลาย	–
G	638	นำไฟฟ้า	ไม่ละลาย	–
H	-57	ไม่นำไฟฟ้า	ละลาย	กรด

64. สารในข้อใดเป็นสารโคเวาเลนต์

1. A,E,H
2. A,F,H
3. A,B,F
4. B,E,H

65. สารในข้อใดเป็นโควาเลนต์โครงผลึกร่างตาข่าย

1. D,E,F,H 2. E,H 3. D,F 4. C,G

66. สารในข้อใดเป็นโลหะ

1. D,E,F,H 2. E,H 3. D,F 4. C,G

67. จงพิจารณาข้อมูลในตารางต่อไปนี้

สาร	มวลโมเลกุล	จุดหลอมเหลว(c)
A	16	-70
B	18	-170
D	40	180
E	134	440
G	152	-20

แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของสารคู่ใดน่าจะเป็นแรงต่างชนิดกัน

1. A กับ B 2. B กับ G 3. D กับ E 4. B กับ E

68. ธาตุในหมู่ใดเมื่อทำปฏิกิริยากันแล้วจะเกิดเป็นสารประกอบไอออนิก

1. หมู่1 กับ หมู่2 2. หมู่4 กับ หมู่5 3. หมู่5 กับ หมู่6 4. หมู่2 กับ หมู่7

ค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความรู้พื้นฐานทางเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (n=100)

ข้อที่	กลุ่มสูง (n=30)	กลุ่มต่ำ (n=30)	p	r	ข้อที่	กลุ่มสูง (n=30)	กลุ่มต่ำ (n=30)	p	r
1	26	6	.53	.67	26	24	6	.50	.60
2	24	15	.65	.30	27	24	1	.42	.76
3	22	9	.52	.43	28	26	14	.67	.40
4	23	3	.43	.67	29	27	3	.50	.80
5	25	9	.57	.53	30	30	6	.60	.80
6	21	1	.37	.66	31	21	4	.42	.56
7	28	7	.58	.70	32	26	7	.55	.63
8	15	6	.35	.30	33	22	9	.52	.43
9	27	9	.56	.67	34	29	2	.51	.90
10	22	9	.52	.43	35	24	1	.42	.76
11	26	10	.60	.53	36	24	5	.48	.63
12	27	3	.50	.80	37	28	3	.52	.83
13	28	4	.53	.80	38	23	3	.48	.57
14	28	5	.55	.77	39	25	1	.43	.80
15	29	9	.63	.66	40	19	3	.37	.53
16	25	3	.47	.73	41	26	1	.45	.83
17	26	5	.51	.70	42	28	8	.60	.67
18	28	5	.55	.77	43	30	3	.55	.90
19	23	3	.43	.67	44	22	9	.52	.43
20	28	5	.55	.67	45	25	4	.48	.70
21	28	7	.58	.70	46	25	4	.46	.73
22	22	9	.52	.43	47	18	8	.43	.33
23	25	6	.52	.63	48	28	7	.58	.70
24	26	3	.48	.76	49	22	9	.52	.43
25	28	5	.55	.77	50	28	7	.58	.70

ค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความรู้พื้นฐานทางเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มสูง (n=30)	กลุ่มต่ำ (n=30)	p	r	ข้อที่	กลุ่มสูง (n=30)	กลุ่มต่ำ (n=30)	p	r
51	22	6	.46	.53	63	30	6	.60	.80
52	30	19	.81	.37	64	23	1	.40	.73
53	28	10	.63	.60	65	26	5	.51	.70
54	28	7	.58	.70	66	21	1	.36	.66
55	22	9	.51	.43	67	24	5	.48	.63
56	28	1	.48	.90	68	28	6	.56	.73
57	30	1	.52	.96					
58	28	3	.52	.83					
59	26	7	.55	.63					
60	28	7	.58	.70					
61	28	19	.78	.30					
62	19	3	.37	.53					

ภาคผนวก ค
มโนทัศน์พื้นฐาน
และ
ตารางวิเคราะห์มโนทัศน์พื้นฐาน

ตารางแสดงมโนทัศน์พื้นฐานและมโนทัศน์ใหม่ที่อยู่ในบทเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2

มโนทัศน์ใหม่ที่อยู่ในบทเรียน	มโนทัศน์พื้นฐานที่นักเรียนควรทราบมาก่อน
ความเข้มข้นของสารละลายและการเตรียมสารละลาย	
ความเข้มข้นของสารละลาย	การระบุองค์ประกอบของสารละลาย ที่เป็นตัวถูกละลาย และตัวทำละลาย
ร้อยละโดยมวล	
ร้อยละโดยปริมตร	
ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับ
โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรหรือโมลาริตี	– มวลของสาร
โมลต่อกิโลกรัมหรือโมแลลิตี	– จำนวนอนุภาคของสาร
เศษส่วนโมล	– ปริมาตรของก๊าซ ที่ S.T.P.
การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์	– ความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลาย
การเตรียมสารละลายโดยการเจือจาง	การหามวลโมเลกุล
สารละลายที่มีอยู่แล้ว	
สมบัติบางประการของสารละลาย	
สมบัติเกี่ยวกับจุดเดือดของสารละลาย	ความแตกต่างของจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย
สมบัติเกี่ยวกับจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของสารละลาย	
ค่าคงที่ของการเพิ่มจุดเดือด	
ค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง	
ปริมาณสัมพันธ์ของก๊าซ	
กฎของเกย์-ลูสแซค	ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาตรของก๊าซ
กฎของอาโวกาโดร	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับจำนวนโมลของก๊าซ
การหาสูตรโมเลกุลของก๊าซจากปฏิกิริยาเคมี	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับจำนวนโมเลกุลของก๊าซ
	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับจำนวนโมเลกุลของก๊าซ
	การคิดอัตราส่วนอย่างต่ำ

มโนทัศน์ใหม่ที่อยู่ในบทเรียน	มโนทัศน์พื้นฐานที่นักเรียนควรทราบมาก่อน
<u>การคำนวณที่เกี่ยวข้องกับสูตรและสมการเคมี</u> การหาสูตรเอมพิริกัล การหาสูตรโมเลกุล การคำนวณหามวลร้อยละจากสูตร ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี สารกำหนดปริมาณ ผลที่ได้ตามทฤษฎี ผลที่ได้จริง ร้อยละของผลที่ได้	การคิดอัตราส่วนอย่างต่ำ ความหมายของสูตรเอมพิริกัล ความหมายของสูตรโมเลกุล การหาจำนวนโมลของธาตุ ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับจำนวนอนุภาค ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับมวลของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับปริมาตรของก๊าซ ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลของสารละลาย กับความเข้มข้นในหน่วยโมลต่อลูกบาศก์ เดซิเมตรและปริมาตร กฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่ การดุลสมการเคมี

<u>ตารางแสดงมโนทัศน์พื้นฐานและมโนทัศน์ใหม่ที่อยู่ในบทเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา</u>

มโนทัศน์ใหม่ที่อยู่ในบทเรียน	มโนทัศน์พื้นฐานที่นักเรียนควรทราบมาก่อน
<u>ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริา</u> อัตราการเกิดปฏิกริยา อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย อัตราการเกิดปฏิกิริยาขณะใดขณะหนึ่ง	การเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ใน ปฏิกิริยาเคมี การหาอัตราเร็ว การหาอัตราเร็วเฉลี่ย การหาอัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง

มโนทัศน์ใหม่ที่อยู่ในบทเรียน	มโนทัศน์พื้นฐานที่นักเรียนควรทราบมาก่อน
<u>แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี</u>	
ทฤษฎีการชน	ทฤษฎีจลน์
พลังการก่อกัมมันต์	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการสร้างพันธะและการสลายพันธะ
<u>ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการอธิบายผลของปัจจัยต่าง ๆ</u>	
ผลของความเข้มข้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ทฤษฎีจลน์
ผลของพื้นที่ผิวต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	
ผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	
ผลของตัวเร่งและตัวหน่วงต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	
<u>พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี</u>	
ปฏิกิริยาดูดความร้อน	ลักษณะของปฏิกิริยาดูดพลังงาน
ปฏิกิริยาคายความร้อน	ลักษณะของปฏิกิริยคายพลังงาน

มโนทัศน์พื้นฐานสำหรับเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 2	ร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	การสอนเสริมมโนทัศน์พื้นฐานที่นักเรียนขาด
1 การระบุองค์ประกอบของสารละลาย ที่เป็นตัวถูกละลาย และตัวทำละลาย	87	X
2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับ	65	/
– มวลของสาร		
– จำนวนอนุภาคของสาร		
– ปริมาตรของก๊าซ ที่ S.T.P.		
– ความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลาย		
3 การหามวลโมเลกุล	90	X
4 ความแตกต่างของจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย	82	/
5 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาตรของก๊าซ	84	/
6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับจำนวนโมลของก๊าซ	68	X
7 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับจำนวนโมเลกุลของก๊าซ	70	X
8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับจำนวนโมเลกุลของก๊าซ	75	/ X
9 การคิดอัตราส่วนอย่างต่ำ	90	/
10 ความหมายของสูตรเอมพิริกัล	82	X
11 ความหมายของสูตรโมเลกุล	82	X
12 การหาจำนวนโมลของธาตุ	81	/

มโนทัศน์พื้นฐานสำหรับเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 2	ร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	การสอนเสริมมโนทัศน์พื้นฐานที่นักเรียนขาด
17 กฎสัดส่วนคงที่	73	X
18 การดุลสมการเคมี	84	/

มโนทัศน์พื้นฐานสำหรับเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยา	ร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	การสอนเสริมมโนทัศน์พื้นฐานที่นักเรียนขาด
1 การเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี	71	/
2 การหาอัตราเร็ว	87	X
3 การหาอัตราเร็วเฉลี่ย	83	X
4 การหาอัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง	75	/
5 ทฤษฎีจลน์	73	/
6 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการสร้างพันธะและการสลายพันธะ	85	X
7 ลักษณะของปฏิกิริยาดูดพลังงาน	75	/
8 ลักษณะของปฏิกิริยาคายพลังงาน	75	/

ภาคผนวก ง

แบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน

และ

ผลการวิเคราะห์แบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน

แบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน

เรื่อง ปริมารสารสัมพันธ์ 2 และ อัตราการเกิดปฏิกิริยา สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ภาคเรียนที่ 1 รายวิชา ว 032 (เคมี) เวลา 40 นาที

---

1. ข้อใดกล่าวถึงสารละลายถูกต้อง
   1. สารละลายเป็นสารที่มีจุดเดือด จุดหลอมเหลวคงที่ เพราะสารมีลักษณะเป็นเนื้อเดียว
   2. สารละลายเป็นสารเนื้อผสมที่เกิดจากสารอย่างน้อย 2 ชนิดมารวมกัน
   3. สารละลายเป็นสารเนื้อเดียวที่เกิดจากสารอย่างน้อย 2 ชนิดมารวมกัน อาจมีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือ ก๊าซ ก็ได้
   4. สารละลาย คือ สารที่เมื่อนำไประเหยจนแห้งจะเหลือของแข็งอยู่ที่ก้นภาชนะเสมอ
2. ของเหลวใสไม่มีสี 2 ชนิด คือ X และ Y เมื่อนำไประเหยให้แห้งปรากฏว่าของเหลว X มีของแข็งสีขาวเหลืออยู่ ส่วนของเหลว Y ไม่มีอะไรเหลือเลย ข้อใดสรุปถูกต้อง
   1. X และ Y เป็นสารบริสุทธิ์ทั้งคู่
   2. X เป็นสารละลาย ส่วน Y เป็นสารบริสุทธิ์
   3. X และ Y เป็นสารละลายทั้งคู่
   4. X เป็นสารละลาย ส่วน Y อาจเป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์ก็ได้
3. ข้อใดกล่าวถูกต้อง
   1. สารละลายบางชนิดเป็นสารบริสุทธิ์
   2. สารบริสุทธิ์บางชนิดเป็นสารเนื้อเดียว
   3. สารละลายและสารบริสุทธิ์ต่างก็เป็นสารเนื้อเดียว
   4. สารละลายบางชนิดเป็นสารเนื้อเดียว
4. มวลโมเลกุลของ $(NH_4)_2SO_4$ เป็นเท่าไร (N=14 ,H = 1 , S = 32 , O = 16)
   1. 96 2. 186
   3. 126 4. 132
5. มวลโมเลกุลของ $KMnO_4$ เป็นเท่าไร (K = 39 , Mn = 55 , O =16)
   1. 139 2. 148
   3. 158 4. 168

6. คาร์บอน 3.6 กรัมเป็นกี่โมล (มวลอะตอมของ C = 12)

1. 0.3 2. 0.4

3. 0.5 4. 0.6

7. สาร X 0.01 โมลหนัก 1.8 กรัม สารนี้มีมวลโมเลกุลเท่าไร

1. 18 2. 36

3. 180 4. 360

8. ก๊าซ X_2 2.24 dm^3 ที่ S.T.P หนัก 1.7 กรัม ก๊าซนี้มีมวลโมเลกุลเท่าไร

1. 17 2. 34

3. 51 4. 68

9. ก๊าซ NH_3 3.01×10^{24} โมเลกุล คิดเป็นกี่โมล

1. 0.5 2. 5

3. 1.5 4. 50

10. NaOH 8 กรัม คิดเป็นกี่โมล (Na = 23 , O =16 , H =1)

1. 0.20 2. 0.5

3. 0.75 4. 0.95

11. ก๊าซ CO_2 5.6 dm^3 ที่ S.T.P จะมีปริมาณกี่โมล

1. 0.25 2. 0.5

3. 0.75 4. 0.95

12. Na_2CO_3 0.5 โมล คิดเป็นน้ำหนักกี่กรัม (Na = 23 , C = 12 , O =16)

1. 5.3 2. 10.6

3. 53 4. 106

13. ก๊าซ SO_2 5 โมล คิดเป็นปริมาตรกี่ dm^3 ที่ S.T.P

1. 56 2. 112

3. 224 4. 448

14. ก๊าซ CO_2 4.4 กรัม จะมีปริมาตรกี่ dm^3 ที่ S.T.P (C = 12, O = 16)

1. 1.12 2. 2.24

3. 5.6 4. 11.2

15. ภายใต้อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ก๊าซต่างชนิดกันจะมีปริมาตรเท่ากันได้เมื่อใด

1. จำนวนโมลเท่ากัน
2. จำนวนโมเลกุลเท่ากัน
3. ก๊าซต่างชนิดกันปริมาตรจะไม่เท่ากันที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน
4. ทั้งข้อ 1 และ 2

16. ปริมาตรของก๊าซมีความสัมพันธ์กับจำนวนโมลของก๊าซอย่างไร

1. ปริมาตรของก๊าซแปรผันโดยตรงกับจำนวนโมลของก๊าซทุกชนิด
2. ปริมาตรของก๊าซแปรผันผกผันกับจำนวนโมลของก๊าซทุกชนิด
3. ปริมาตรของก๊าซแปรผันผกผันกับจำนวนโมลของก๊าซบางชนิด
4. ปริมาตรของก๊าซแปรผันโดยตรงกับจำนวนโมลของก๊าซบางชนิด

17. ถ้าก๊าซ X_2 50 cm^3 ทำปฏิกิริยาพอดีกับก๊าซ Y_2 125 cm^3 เกิดเป็นก๊าซ X_2Y_5 อย่างเดียว 50 cm^3 อัตราส่วนโดยปริมาตรอย่างต่ำที่เป็นเลขลงตัวของก๊าซ X_2 : Y_2 : X_2Y_5 เป็นเท่าไร

1. 1 : 2.5 : 1
2. 2 : 5 : 2
3. 10 : 25 : 10
4. 5 : 2.5 : 5

18. ในสารประกอบ $CaCO_3$ ประกอบด้วยธาตุ Ca = 40 % , C = 12 % , O = 48 % โดยมวล อัตราส่วนโดยมวลอย่างต่ำที่เป็นเลขลงตัวของ Ca : C : O ใน $CaCO_3$ เป็นเท่าไร

1. 4 : 1.2 : 4.8
2. 10 : 3 : 12
3. 3.33 : 1 : 4
4. 1 : 0.3 : 1.2

19. ข้อใดกล่าวถึงสูตรเอมพิริกัลได้ถูกต้อง

1. สูตรเอมพิริกัล เป็นสูตรเคมีที่แสดงให้ทราบว่าในหนึ่งโมเลกุลของสารนั้นประกอบด้วยธาตุใดบ้างอย่างละกี่อะตอม
2. สูตรเอมพิริกัล เป็นสูตรเคมีที่แสดงโครงสร้างของโมเลกุลของสารนั้น ว่าอะตอมภายในโมเลกุลมีการจัดเรียงอย่างไร
3. สูตรเอมพิริกัล เป็นสูตรเคมีที่แสดงอัตราอย่างต่ำของจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในสารนั้น
4. สูตรเอมพิริกัลเป็นสูตรโมเลกุลอย่างหนึ่งนั่นเอง

20. สูตรเอมพิริกัลของ C_4H_{10} เป็นอย่างไร

1. $CH_{2.5}$
2. C_2H_5
3. C_4H_{10}
4. $(C_2H_5)2$

21. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. สูตรโมเลกุลเมื่อนำไปย่อให้เป็นอัตรส่วนของจำนวนอะตอมอย่างต่ำจะได้สูตรเอมพิริกัล

ข. สูตรเอมพิริกัลกับสูตรโมเลกุลของสารบางชนิดเหมือนกัน

ค. สูตรโมเลกุลจะต้องแสดงการจัดตัวของอะตอมในโมเลกุลของสารด้วย

ง. มวลโมเลกุลของสารจะมากกว่ามวลของสูตรอย่างง่ายของสารนั้นเสมอ

ข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. ก ข
2. ก ค
3. ข ค
4. ค ง

22. เมื่อนำลวดแมกนีเซียมใส่ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกจะได้สารละลาย แมกนีเซียมคลอไรด์ และก๊าซไฮโดรเจน สมการที่ดุลแล้วสำหรับปฏิกิริยาดังกล่าวคือข้อใด

1. $Mg(s) + HCl(aq) \longrightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$
2. $Mg(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$
3. $Mg(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow MgCl_2(aq) + 2H_2(g)$
4. $2Mg(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow MgCl_2(aq) + 2H_2(g)$

23. เมื่อนำโพแทสเซียมคลอเรตไปเผาจะได้โพแทสเซียมคลอไรด์และก๊าซออกซิเจน สมการที่ดุลแล้วสำหรับปฏิกิริยาดังกล่าวคือข้อใด

1. $KClO_3(s) \longrightarrow KCl(s) + 3O_2(g)$
2. $2KClO_3(s) \longrightarrow 2KCl(s) + O_2(g)$
3. $KClO_3(s) \longrightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g)$
4. $2KClO_3(s) \longrightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g)$

24. กำหนดปฏิกิริยาให้ดังนี้ $CaCO_3(s) \longrightarrow CaO(s) + CO_2(g)$ เกิดในระบบปิด ถ้าใช้ $CaCO_3$ 10 กรัม แล้วเกิด CaO 5.6 กรัม ปริมาณ CO_2 ที่เกิดขึ้นควรเป็นกี่กรัม

1. 15.6
2. 10.1
3. 5.6
4. 4.4

25. ถ้าอัตราส่วนโดยมวลของไฮโดรเจนที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับออกซิเจนแล้วเกิดเป็นน้ำ เป็น 1: 8 เมื่อนำไฮโดรเจน และออกซิเจนอย่างละ 10 กรัมมาทำปฏิกิริยากัน จะเหลือสารใด และเหลือกี่กรัม

1. เหลือไฮโดรเจน 1.25 กรัม
2. เหลือไฮโดรเจน 8.75 กรัม
3. เหลือออกซิเจน 1.25 กรัม
4. เหลือออกซิเจน 8.75 กรัม

26. จากข้อมูลในข้อ 25 จะมีน้ำเกิดขึ้นกี่กรัม

1. 9 กรัม
2. 10 กรัม
3. 11.25 กรัม
4. 20 กรัม

27. ในขณะที่สารกำลังเกิดปฏิกิริยาเคมี ปริมาณสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

1. สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น
2. สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ลดลง
3. สารตั้งต้นลดลงผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น
4. สารตั้งต้นเพิ่มขึ้นผลิตภัณฑ์ลดลง

28. กำหนดให้ปริมาณการไหลของน้ำจากก๊อกน้ำลงสู่ถังน้ำใบหนึ่งกับเวลาที่ใช้เป็นดังนี้

ปริมาตรของน้ำ(ลิตร)	เวลา(วินาที)
1	10
3	20
5	35
7	50
10	80

อัตราการไหลของน้ำโดยเฉลี่ยมีค่าเป็นกี่ลิตรต่อวินาที

1. 1/2 ลิตรต่อวินาที
2. 1/3 ลิตรต่อวินาที
3. 1/4 ลิตรต่อวินาที
4. 1/8 ลิตรต่อวินาที

29. จากข้อมูลในข้อ 28 อัตราการไหลของน้ำ ณ วินาทีที่ 35 เป็นกี่ลิตรต่อวินาที

1. 2/20
2. 4/30
3. 5/35
4. 7/50

30. พลังงานจลน์ของโมเลกุลของสารจะเพิ่มขึ้นเมื่อใด

1. โมเลกุลเคลื่อนที่เร็วขึ้น
2. โมเลกุลของสารชนกันบ่อยขึ้น
3. ระบบมีอุณหภูมิสูงขึ้น
4. ทั้ง 1 และ 3

31. ในขณะที่สารเกิดปฏิกิริยาเคมีระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร

1. มีการใช้พลังงานเพื่อสลายพันธะในสารตั้งต้น
2. มีการคายพลังงานเมื่อมีการสร้างพันธะในสารผลิตภัณฑ์
3. มีการใช้พลังงานเพื่อให้มีการสร้างพันธะในสารผลิตภัณฑ์
4. ทั้ง 1 และ 2

32. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. ปฏิกิริยาชนิดดูดพลังงาน พลังงานเพื่อสลายพันธะในสารตั้งต้นมากกว่าพลังงานที่คายเมื่อมีการสร้างพันธะในสารผลิตภัณฑ์

ข. ในปฏิกิริยาดูดพลังงานพลังงานเพื่อสลายพันธะในสารตั้งต้นน้อยกว่าพลังงานที่คายเมื่อมีการสร้างพันธะในสารผลิลภัณฑ์

ค. ในปฏิกิริยาคายพลังงานพลังงานเพื่อสลายพันธะในสารตั้งต้นน้อยกว่าพลังงานที่คายเมื่อมีการสร้างพันธะในสารผลิลภัณฑ์

ง. ปฏิกิริยาคายความร้อนอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมจะสูงขึ้น

จ. ปฏิกิริยาดูดความร้อนอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมจะต่ำลง

ข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. ก ข ค ง
2. ก ข ค จ
3. ก ค ง จ
4. ข ค ง จ

ค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (n=100)

ข้อที่	กลุ่มสูง (n=30)	กลุ่มต่ำ (n=30)	p	r	ข้อที่	กลุ่มสูง (n=30)	กลุ่มต่ำ (n=30)	p	r
1	29	13	.70	.53	26	25	11	.60	.46
2	25	11	.60	.46	27	23	16	.65	.23
3	23	16	.65	.23	28	29	17	.76	.40
4	30	16	.76	.47	29	26	7	.55	.63
5	26	12	.63	.46	30	30	16	.76	.47
6	26	14	.67	.40	31	26	12	.63	.46
7	24	5	.48	.63	32	28	9	.62	.63
8	30	12	.70	.60					
9	29	13	.70	.53					
10	30	12	.70	.60					
11	14	8	.36	.20					
12	24	5	.48	.63					
13	30	18	.80	.40					
14	21	14	.58	.23					
15	27	10	.61	.56					
16	29	9	.63	.67					
17	28	12	.67	.53					
18	29	8	.61	.70					
19	30	21	.85	.30					
20	28	10	.63	.60					
21	27	12	.65	.50					
22	28	21	.81	.23					
23	28	14	.70	.46					
24	25	5	.50	.66					
25	30	11	.68	.63					

ภาคผนวก จ

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2

และ

ผลการวิเคราะห์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี

เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว และใช้ข้อมูลตอนท้ายของข้อสอบประกอบการตอบคำถาม

---

1. กำหนดให้ความเข้มข้นของตัวถูกละลายชนิดต่าง ในสารละลาย X , Y และ Z ในน้ำ เป็นดังนี้

สารละลายในน้ำ	ตัวถูกละลาย	ความเข้มข้น
X	NaCl	58.5 g/l
Y	Na_2CO_3	53 g/l
Z	NaOH	5 % โดยมวลต่อปริมาตร

มวลอะตอม Na = 23, O = 16 , C = 12 , H = 1 , Cl = 35.5)

การเรียงลำดับความเข้มข้นของสารละลายในหน่วย mol/l จากมากไปน้อย ข้อใดถูก

1. X > Y > Z
2. Y > X > Z
3. Z > Y > X
4. Z > X > Y

2. สารละลายในข้อใดเจือจางที่สุด

1. HCl 0.2 mol/dm^3
2. NaOH 15 g/น้ำ 500 cm^3
3. CO_2 11.2 dm^3 ที่ STPละลายในน้ำ 1 dm^3
4. $C_6H_{12}O_6$ 18 g/น้ำ 500 cm^3

3. ของเหลวชนิดหนึ่งมีมวลโมเลกุล 120 มีความหนาแน่น 1.5 g/cm^3 นำมา 20 cm^3 ละลายในน้ำจนมีปริมาตรสุดท้าย 500 cm^3 สารละลายที่ได้เข้มข้นกี่ mol/dm^3

1. 2.0
2. 1.5
3. 1.0
4. 0.5

4. สารละลายซึ่งมี NaOH 4.8 g/dm^3 ถ้านำมา 100 cm^3 แล้วทำให้เป็นสารละลายที่เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จะต้องเติมน้ำจนมีปริมาตรรวมทั้งหมดกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

1. 110
2. 120
3. 200
4. 210

5. ถ้าต้องการเตรียมสารละลาย $NaNO_3$ ที่เข้มข้น 0.1 mol/l จำนวน 200 cm^3 จะต้องชั่ง $NaNO_3$ มากี่กรัมเพื่อทำให้ได้สารละลายตามต้องการ (มวลโมเลกุลของ$NaNO_3$ = 85)

1. 0.85 2. 1.70

3. 3.40 4. 6.80

6. ในสารละลาย $KMnO_4$ ซึ่งเข้มข้น 0.1 mol/l จำนวน 100 cm^3 จะมี $KMnO_4$ ละลายอยู่กี่กรัม (มวลโมเลกุลของ $KMnO_4$ = 158)

1. 0.58 2. 1.16

3. 1.58 4. 2.87

7. ถ้าสารละลาย HCl เข้มข้น 3 mol/dm^3 จำนวน 2 dm^3 นำมาผสมกับสารละลาย HCl ที่เข้มข้น 2.5 mol/dm^3 จำนวน 3 dm^3 แล้วเติมน้ำจนมีปริมาตร 10 dm^3 สารละลายที่ได้เข้มข้นกี่ mol/dm^3

1. 1.35 2. 1.5

3. 5.5 4. 13.5

8. จะต้องนำสารละลาย NH_3 ที่เข้มข้น 15 mol/l มากี่ dm^3 เพื่อที่จะผสมกับสารละลาย NH_3 ที่เข้มข้น 3 mol/l จำนวน 3.5 dm^3 แล้วทำให้เจือจางด้วยน้ำจนได้สารละลาย NH_3 ที่เข้มข้น 5 mol/l จำนวน 6 dm^3

1. 0.5 2. 1.0

3. 1.3 4. 1.8

9. เมื่อเติม $AgNO_3$ 17 กรัม ลงในสารละลาย $AgNO_3$ ที่เข้มข้น 0.1 mol/l จำนวน 100 cm^3 แล้วคนให้ละลายหมด สารละลายที่ได้เข้มข้นกี่ mol/l

1. 0.11 2. 0.17

3. 1.10 3. 1.70

10. ถ้ามีสารละลาย $KMnO_4$ ที่เข้มข้น 2.63 % โดยมวล และมีความหนาแน่น 1.2 g/cm^3 จะต้องนำสารละลายนี้มากี่ cm^3 เพื่อเตรียมให้เป็นสารละลาย $KMnO_4$ ที่เข้มข้น 0.01 mol/l จำนวน 200 cm^3

1. 5 2. 10 3. 15 4. 20

11. สารละลาย HCl เข้มข้น 36.5 % โดยมวล มีความหนาแน่น 1.15 g/cm^3 ถ้าต้องการเตรียมสารละลาย HCl ที่เข้มข้น 0.23 mol/l จำนวน 250 cm^3 ต้องใช้สารละลาย HCl กี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

1. 2.5 2. 5.0 3. 7.5 4. 10.0

12. จะต้องนำสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.5 โมล/ลิตร มากี่ลิตร ผสมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมล/ลิตร (ตามลำดับ) จึงจะได้สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.2 โมล/ลิตร เป็นปริมาณ 2 ลิตร

1. 0.4 ,1.6
2. 0.5 , 1.5
3. 0.6 , 1.4
4. 0.8 , 1.2

13. ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ 1.46 kg นำไปละลายน้ำจะได้กรดไฮโดรคลอริก 10 dm^3 กรดนี้มีความเข้มข้นเท่าใด

1. 0.146 g/dm^3
2. 14.6 % (นน. /นน.)
3. 4 mol/dm^3
4. 0.4 mol/cm^3

14. สารละลายชนิดหนึ่งมีปริมาตร 100 cm^3 เข้มข้น 3 mol/l ถ้าต้องการทำให้ความเข้มข้นเป็น 2 mol/l จะต้องเติมน้ำจนมีปริมาตรกี่ cm^3

1. 600
2. 300
3. 200
4. 150

15. สารชนิดหนึ่งมีมวลโมเลกุล 127.8 นำมา 1.2 กรัม ละลายในไตรคลอโรมีเธน 60.8 กรัม สารละลายที่ได้เข้มข้นกี่ mol/kg

1. 0.15
2. 0.20
3. 0.25
4. 0.30

16. ถ้าต้องการสารละลายของน้ำตาล (น้ำเชื่อม) เข้มข้น 0.25 mol/Kg จะต้องใช้น้ำตาลทราย ($C_{12}H_{22}O_{11}$) จำนวนกี่กรัม ในการที่จะละลายในน้ำ 500 กรัม จึงจะได้สารละลายตามต้องการ (มวลโมเลกุลของน้ำตาลทราย = 342)

1. 40.5
2. 42.75
3. 45.3
4. 52.75

17. ถ้าในห้องปฏิบัติการมีสารละลาย H_2SO_4 เข้มข้น 8 mol/dm^3 แต่นักเรียนต้องการใช้สารละลาย H_2SO_4 เข้มข้น 2 mol/dm^3 จำนวน 200 cm^3 จะต้องนำสารละลาย H_2SO_4 8 mol/dm^3 มาทำอย่างไร

    1. ตวงกรดมา 20 cm^3 รินลงในน้ำซึ่งมีปริมาตร 180 cm^3
    2. ตวงกรดมา 45 cm^3 รินลงในน้ำประมาณ 100 cm^3 แล้วเติมน้ำจนได้ปริมาตร 200 cm^3
    3. ตวงกรดมา 50 cm^3 รินลงในน้ำประมาณ 120 cm^3 แล้วเติมน้ำลงไปอีกจนได้ปริมาตร 200 cm^3
    4. ตวงกรดมา 55 cm^3 รินลงในน้ำประมาณ 130 cm^3 แล้วเติมน้ำลงไปอีกจนได้ปริมาตร 200 cm^3

18. เมื่อเติม NaCl จำนวนหนึ่งลงในน้ำ จุดเดือดและจุดเยือกแข็งของน้ำจะเป็นอย่างไร

	จุดเดือด	จุดเยือกแข็ง
1.	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น
2.	ลดลง	ลดลง
3.	เพิ่มขึ้น	ลดลง
4.	ลดลง	เพิ่มขึ้น

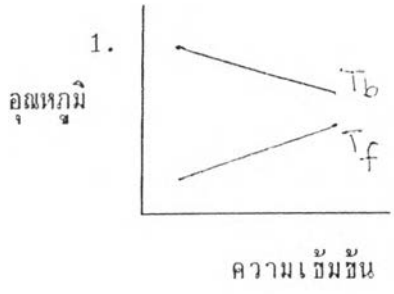
19. กำหนดให้มีสารละลายดังต่อไปนี้

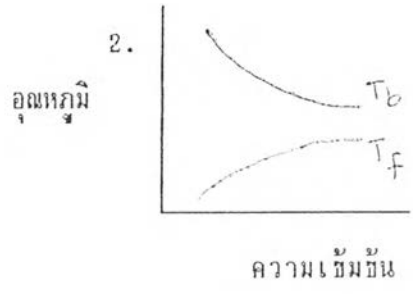
    1. สารละลาย HCl 1 mol/kg ใน CH_3COOH และสารละลาย HCl 1 mol/kg ในน้ำ
    2. สารละลาย HNO_3 1 mol/kg ใน CH_3COOH และสารละลาย HNO_3 1 mol/kg ในเอทานอล
    3. สารละลาย HCl 1 mol/kg ในน้ำและสารละลาย HNO_3 1 mol/kg ใน CH_3COOH
    4. สารละลาย HCl 1 mol/kg ใน CH_3COOH และสารละลาย HNO_3 1 mol/kg ใน CH_3COOH

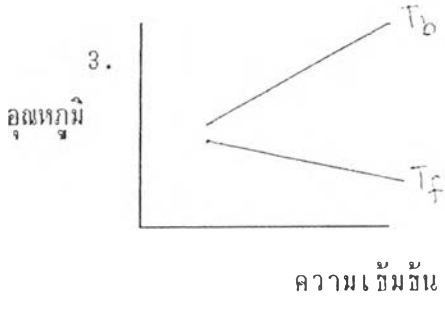
    สารละลายในข้อใดมีจุดเดือดเท่ากัน

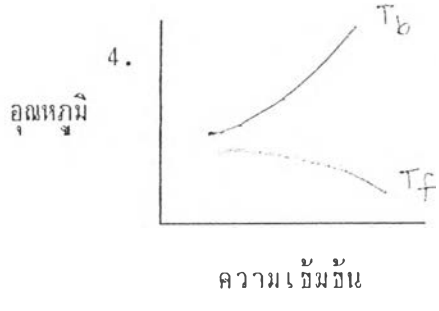
    1. 1 2. 2 3. 3 4. 4

20. จุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย (ตัวถูกละลายไม่ระเหยและไม่เป็นตัวแตกไอออน) ความเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นเป็นอย่างไร









21. ถ้านำสาร ก. ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 100 จำนวน 20 g มาละลายในตัวทำละลาย ข. ซึ่งมีจุดเดือดเท่ากับ 100 °C จำนวน 400 g ปรากฏว่าจุดเดือดเพิ่มขึ้นเป็น 102 °C ค่า K_b ของตัวทำละลายนี้คือ

1. 0.25 °C 2. 1 °C 3. 2 °C 4. 4 °C

22. ถ้าสารละลายยูเรีย $(NH_2)_2CO$ 6.0 กรัม/น้ำ 1 กิโลกรัม มีจุดเยือกแข็ง -0.2 °C สารละลายยูเรียเข้มข้น 2 mol/Kg จะมีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิใด

1. -2 °C 2. -3 °C 3. -4 °C 4. -5 °C

คำชี้แจง ข้อมูลนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 23 และ 24

สาร	มวลโมเลกุล	ความเข้มข้นในเบนซิน	การแตกตัวในเบนซิน	จุดเดือด (°C)	K_b
X	150	7.5 กรัม/500 กรัม	ไม่แตกตัว		–
Y	180	1.8 กรัม/100 กรัม	ไม่แตกตัว		–
Z	200	4.0 กรัม/200 กรัม	ไม่แตกตัว		–
เบนซิน	78	–		80.10	2.53

23. ข้อความใดถูกต้องที่สุด

1. สารละลาย X มีจุดเดือดต่ำกว่าสารละลาย Y
2. สารละลาย Y มจุดเดือดสูงกว่าสารละลาย Z
3. สารละลาย Z มีจุดเดือดสูงกว่าสารละลาย X, Y
4. สารละลาย X,Y และ Z มีจุดเดือดเท่ากัน

24. สารละลาย X มีจุดเดือดเท่าใด

1. 80.35 °C 2. 82.63 °C 3. 84.16 °C 4. 87.69 °C

25. กำหนดให้จุดเยือกแข็งของไตรคลอโรมีเทน = -63.5 C ในการทดลองหาจุดเยือกแข็งของสารละลาย A,B,C,D ผลการทดลองของสารใดคลาดเคลื่อน

สารละลาย	ความเข้มข้น (mol/kg)	จุดเยือกแข็ง(°C)
B. แนพทาลีนในไตรคลอโรมีเทน	5.0	– 86
D. กรดเบนโซอิกในไตรคลอโรมีเทน	4.0	– 59
A. กรดซาลิซิลิกในไตรคลอโรมีเทน	2.0	– 75
C. กรดโอลีอิกในไตรคลอโรมีเทน	0.5	– 69

1. A 2. B 3. C 4. D

26. สารละลาย A B และ C มีปริมาณตัวถูกละลายในตัวทำละลายต่อไปนี้

สารละลาย	ปริมาณตัวถูกละลาย		ปริมาณตัวทำละลาย	
A	เบนซิน (C_6H_6)	2.6 กรัม	โพรพาโนน	10 กรัม
B	แนพทาลีน ($C_{10}H_8$)	3.2 กรัม	โพรพาโนน	50 กรัม
C	โทลูอีน (C_7H_8)	4.6 กรัม	โพรพาโนน	100 กรัม

จงเรียงลำดับจุดเดือดของสารละลาย A, B และ C

1. A = B < C
2. C > B > A
3. A > B = C
4. B < A < C

27. สารละลายมีตัวถูกละลาย 240.0 g ในน้ำ 2.0 kg พบว่าจุดเยือกแข็งเป็น -3.72 °C ถ้า K_f ของน้ำ = 1.86 °C ตัวถูกละลายอาจเป็นสารใด

1. $C_{10}H_8$
2. CH_3COOH
3. CH_3CH_2COOH
4. $C_2H_2O_4$

28. ฮอร์โมนไธรอกซิน 0.476 g ละลายในเบนซิน 10 g เมื่อนำไปหาจุดเยือกแข็งได้เท่ากับ 5.2 °C จงหามวลโมเลกุลของฮอร์โมนไธรอกซิน (กำหนดค่า K_f ของเบนซิน = 4.90 , และจุดเยือกแข็งของเบนซิน = 5.50 °C)

1. 750.3
2. 760.6
3. 775.3
4. 777.5

29. ที่อุณหภูมิและความเข้มข้น ถ้าก๊าซ a จำนวน 1.5 cm^3 ทำปฏิกิริยาพอดีกับก๊าซ B 4.5 cm^3 ให้ก๊าซ C 3.0 cm^3 ดังนั้นข้อความใดถูกต้อง

1. อัตราส่วนโดยจำนวนโมเลกุลของก๊าซ A : B : C เป็น 1 : 3 : 2
2. ถ้าใช้ก๊าซ A จำนวน 60 cm^3 ทำปฏิกิริยากับก๊าซ B 120 cm^3 และใช้ก๊าซ C 80 cm^3
3. ถ้าต้องการก๊าซ C 120 cm^3 จะต้องใช้ก๊าซ A 60 cm^3 ทำปฏิกิริยากับก๊าซ B 180 cm^3
4. ถูกต้องทั้ง 1, 2 และ 3

30. ก๊าซ N_2 ทำปฏิกิริยากับก๊าซ H_2 โดยผลิตภัณฑ์เป็นก๊าซชนิดเดียว ดังสมการ

$$N_2\ (g) + 3\ H_2\ (g) \longrightarrow 2NH_3\ (g)$$

เมื่อนำก๊าซ N_2 และ H_2 อย่างละ 60 cm^3 ทำปฏิกิริยากัน จะมี NH_3 เกิดขึ้นกี่ cm^3 ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน

1. 25 cm^3
2. 30 cm^3
3. 40 cm^3
4. 45 cm^3

31. ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ก๊าซ A 5.4 cm^3 ปฏิกิริยากับก๊าซ B 13.5 cm^3 ได้ก๊าซ C 9.0 cm^3 และมีก๊าซ A เหลืออยู่ 0.9 cm^3 ถ้าต้องการก๊าซ C 240 cm^3 จะต้องใช้ก๊าซ A และ B อย่างละเท่าใดตามลำดับ จึงจะทำปฏิกิริยากันพอดี

1. 60 และ 180 cm^3
2. 72 และ 180 cm^3
3. 120 และ 360 cm^3
4. 144 และ 360 cm^3

32. แก๊ส X_2 50 cm^3 ทำปฏิกิริยาพอดีกับแก๊ส O_2 125 cm^3 ได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊ส G เพียงอย่างเดียว 50 cm^3 ถ้าการทดลองนี้ทำที่อุณหภูมิห้องและความดันคงที่ สูตรของแก๊ส G จะเป็นอย่างไร

1. XO
2. XO_2
3. X_2O
4. X_2O_5

33. ก๊าซไฮโดรคาร์บอน 20 cm^3 ทำปฏิกิริยาพอดีกับออกซิเจน 130 cm^3 จะเกิด CO_2 60 cm^3 ออกซิเจน เหลือ 30 cm^3 จงหาสูตรของไฮโดรคาร์บอนนี้

1. C_2H_6
2. C_3H_8
3. C_4H_{10}
4. C_5H_{10}

34. สารประกอบชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยธาตุ K, Mn และ O เท่านั้น ถ้าสารประกอบนี้มี K อยู่ 24.7% และ Mn 34.8% โดยมวล นอกนั้นเป็น O สูตรอย่างง่ายของสารประกอบโพแทสเซียมดังกล่าวข้างต้นเป็นไปตามข้อใด (K = 39, Mn = 55 , O = 16)

1. $KMnO_2$
2. $KMnO_3$
3. $KMnO_4$
4. K_2MnO_4

35. เมื่อนำสารอินทรีย์ชนิดหนึ่ง 1.08 g มาเผาไหม้ให้สมบูรณ์ได้คาร์บอนไดออกไซด์ 3.08 g และน้ำ 0.72 g สูตรอย่างง่ายของสารอินทรีย์ เป็นดังข้อใด

1. $C_8H_4O_2$
2. C_7H_8O
3. C_8H_{12}
4. $C_7H_8O_2$

36. สารอินทรีย์ชนิดหนึ่งประกอบด้วยคาร์บอนร้อยละ 60.84 ไฮโดรเจนร้อยละ 15.21 และไนโตรเจนร้อยละ 23.66 โดยมวล ถ้าสารประกอบนี้มีสูตรเอมพิริกัลและสูตรโมเลกุลเหมือนกัน สารนี้จะมีสูตรโมเลกุลอย่างไร

1. C_3H_5N
2. C_4H_9N
3. $C_5H_{10}N$
4. $C_6H_{11}N$

37. สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วยโซเดียม 22.9% โบรอน 21.6% และออกซิเจน 55.5% โดยมวลสารนี้มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 201.2 จงหาสูตรโมเลกุลของสารนี้

1. NaB_2O_3
2. NaB_2O_4
3. $Na_2B_2O_7$
4. $Na_2B_4O_8$

38. สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วยธาตุคาร์บอน 24.3% ไฮโดรเจน 4.1% และคลอรีน 71.6% โดยมวล ถ้าสารนี้มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 99 จงหาสูตรโมเลกุลของสารนี้

1. $CHCl_3$ 2. CH_2Cl_4 3. $C_2H_2Cl_4$ 4. $C_2H_4Cl_2$

39. ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรต (NH_4NO_3) มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบกี่เปอร์เซ็นต์

1. 17.5% 2. 25% 3. 35% 4. 35.5%

40. สารประกอบใดต่อไปนี้มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบโดยมวลมากที่สุด

1. $Na_2B_4O_7$ 2. $C_6H_{12}O_6$ 3. $Ca(NO_3)2$ 4. $H_2S_2O_7$

41. วิตามิน K_5 มีคาร์บอน 76.27% โดยน้ำหนัก และมีมวลโมเลกุล 173.21 ในวิตามิน K_5 1 โมเลกุล จะมีคาร์บอนกี่อะตอม

1. 5 2. 11 3. 19 4. 27

42. ก๊าซแอมโมเนียที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับกรดซัลฟิวริก 1.0 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร จำนวน 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ 0 C ความดัน 1 บรรยากาศ จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้ $NH_3 + H_2SO_4 \text{-------} > (NH_4)_2SO_4$

1. 2,500 2. 5,600 3. 11,200 4. 22,400

43. เมื่อทำปฏิกิริยาต่อไปนี้ทำให้ดุล $BaCl_2$ (aq) + $AgNO_3$ (aq) ---> $Ba(NO_3)_2$ + AgCl (s) จะต้องใช้ $BaCl_2$ 0.5 mol/dm^3 เป็นปริมาตรเท่าใด จึงจะได้ตะกอน AgCl เกิดขึ้น 71.75 กรัม

1. 300 cm^3 2. 400 cm^3 3. 500 cm^3 4. 600 cm^3

44. เมื่อเผาผงสังกะสีบริสุทธิ์ 6.54 g ในบรรยากาศที่มีออกซิเจนมากเกินพอ จะได้ออกไซด์หนัก 8.14 g อยากทราบว่า ถ้าเผาผงสังกะสีหนัก 13.08 g จะต้องใช้ออกซิเจนอย่างน้อยเท่าใด จึงจะเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้ Zn + O_2 ----> ZnO

1. 0.25 mol 2. 2.24 dm^3 ที่ STP

3. 1.6 g 4. 6.02 x 10^{23} โมเลกุล

45. เมื่อผ่าโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตมาทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก ตามสมการ

$$2KMnO_4 + 16HCl \text{----} > 2KCl + 2MnCl_2 + 8H_2O + 5Cl_2$$

ใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 8 mol/dm^3 จำนวน 10 cm^3 จะต้องใช้โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตกี่กรัมจึงทำปฏิกิริยาพอดีกับกรดไฮโดรคลอริกดังกล่าว

1. 0.58 2. 1.58 3. 2.58 4. 3.58

46. ก๊าซอะเซทิลีน (C_2H_2) เตรียมได้จากแคลเซียมคาร์ไบด์ (CaC_2) ทำปฏิกิริยากับน้ำ ถ้าใช้ CaC_2 1 กรัม จะเกิดก๊าซ C_2H_2 ขึ้นกี่ลูกบาศก์เซนต์เมตรที่ S.T.P. ถ้าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้ $CaC_{2(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow Ca(OH)_{2(aq)} + C_2H_{2(g)}$

1. 0.35 cm^3 2. 3.5 cm^3 3. 35 cm^3 4. 350 cm^3

47. ในการเผา $KClO_3$ หนัก 2.44 g จนกระทั่งสมบูรณ์จะได้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ และก๊าซออกซิเจนเกิดขึ้น อยากทราบว่าเกิดก๊าซออกซิเจนเป็นปริมาตรเท่าใดที่ STPและมีน้ำหนักเป็นเท่าใด ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้ $KClO_3 \longrightarrow KCl + O_2$

1. 0.45 dm^3 , 0.64 g 2. 0.67 dm^3 , 0.96 g

2. 0.45 dm^3 , 0.96 g 4. 0.67 dm^3 , 0.64 g

48. ถ้ามีสารละลาย $MgCl_2$ เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จำนวน 100 cm^3 จะต้องเติมสารละลาย $AgNO_3$ เข้มข้น 0.05 mol/dm^3 จำนวนกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร คลอไรด์ไอออนจึงจะตกตะกอนเป็น AgCl หมด ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้ $MgCl_2 + AgNO_3 \longrightarrow Mg(NO_3)_2 + AgCl$

1. 400 2. 300 3. 200 4. 100

49. สารละลาย NaOH ทำปฏิกิริยาคลอไรด์ของโลหะ A ได้ตะกอนไฮดรอกไซด์ของ A ดังสมการ

$$ACl_n + n\ NaOH \longrightarrow A(OH)_n + n\ NaCl$$

ถ้าสารละลาย NaOH 0.2 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร จำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำปฏิกิริยาพอดีกับ ACl_n 0.2 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร จำนวน 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร สูตรโมเลกุลของ ACl_n ควรเป็นอย่างไร

1. ACl 2. A_2Cl 3. ACl_2 4. A_2Cl_3

50. เมื่อละลายสารมาตรฐาน X 200 มิลลิกรัม ในน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย Y เข้มข้น 0.1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ปริมาตร 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำหนักโมเลกุลของสาร X เท่ากับเท่าไร ปฏิกิริยาระหว่าง X และ Y เป็นดังนี้ :

$$2X + 3Y \longrightarrow 2A + 3B$$

1. 66.67 2. 100 3. 150 4. 300

51. เมื่อละลายโลหะโซเดียมในน้ำเป็นสารละลาย 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร สามารถเก็บก๊าซไฮโดรเจนได้ 33.6 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จะมีความเข้มข้นกี่โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้

$$Na + H_2O \longrightarrow NaOH + H_2$$

1. 3 2. 6 3. 1.5 4. 5.6

52. เมื่อเอาไอร์ออน(II)ซัลเฟตที่มีน้ำผลึก ($FeSO_4 .nH_2O$) 27.8 กรัม มาเผาพบว่ามีน้ำเกิดขึ้น 12.6 กรัม n มีค่าเท่าใด ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้

$$FeSO_4.n\ H_2O \text{ ----------> } FeSO_4 + n\ H_2O$$

1. 4 2. 5 3. 7 4. 10

53. เมื่อเอา NaCl 5.85 g ละลายในน้ำ 100 cm^3 แล้วเอาสารละลายที่ได้ผสมกับสารละลาย $AgNO_3$ เข้มข้น 0.2 mol/l ปริมาตร 100 cm^3 อยากทราบว่ามีตะกอนของ AgCl เกิดขึ้นกี่กรัม ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้ $NaCl + AgNO_3 \text{ ------> } NaNO_3 + AgCl$

1. 1.17 2. 2.87 3. 3.58 4. 14.85

54. ปฏิกิริยาระหว่างสาร A และ สาร B เป็นไปตามสมการ A + 2B --- 3C + D เมื่อนำสาร A 5 กรัม มาทำปฏิกิริยากับสาร B 10 กรัม จะเกิดสาร C 18 กรัม ถ้ามวลโมเลกุลของสาร A และ B เท่ากับ 25 และ 20 ตามลำดับ จงหามวลโมเลกุลของสาร C

1. 30 2. 35
3. 45 4. 50

55. ในการสันดาปก๊าซบิวเทน 2.9 g กับออกซิเจน 0.18 mol อย่างไม่สมบูรณ์แบบ จะได้ก๊าซ CO ฟุ้งกระจายในบรรยากาศหนักกี่กรัม ถ้าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้

$$C_4H_{10} + O_2 \text{ ----------> } CO + H_2O$$

1. 3.6 2. 4.18 3. 5.2 4. 6.3

56. เมื่อนำโลหะแมกนีเซียม 2.4 g มาทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.8 mol/dm^3 ปริมาตร 200 cm^3 จะมีโลหะแมกนีเซียมเหลืออยู่กี่กรัม ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้

$$Mg + HCl \text{ ---------> } MgCl_2 + H_2$$

1. 0.02 2. 0.24 3. 0.48 5. 1.44

57. ถ้าผ่านก๊าซคลอรีนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตกับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น ลงไปยังอะลูมิเนียมที่ร้อน แล้วได้สารประกอบคลอไรด์ของอะลูมิเนียมหนัก 10 กรัม กรดไฮโดรคลอริกถูกใช้ไปกี่กรัม ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้

$$2\ KMnO_4 + 16\ HCl \text{ ----> } 2KCl + 2MnCl_2 + 8\ H_2O + 5\ Cl_2 \text{ -----(1)}$$

$$Al + Cl_2 \text{ ---------> } AlCl_3 \text{ -----(2)}$$

1. 8.75 กรัม 2. 12.04 กรัม 3. 13.12 กรัม 4. 18.06 กรัม

58. ทองแดงได้จากการถลุงแร่คาลโคไพรต์ ($CuFeS_2$) โดยมีลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

$2CuFeS_2 + 4O_2 \longrightarrow Cu_2S + 2FeO + 3SO_2$

$2Cu_2S + 3O_2 \longrightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$

$2Cu_2O + Cu_2S \longrightarrow 6Cu + SO_2$

จงหาว่า SO_2 ซึ่งเป็นก๊าซพิษจะถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมกี่กรัมต่อทองแดงที่ถลุงได้ 1 กิโลกรัม

1. 45 2. 50 3. 60 4. 64

59. ในการเผา $KClO_3$ 6.125 g จะได้แก๊สออกซิเจนเท่ากับการเผา $KMnO_4$ กี่กรัม

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้ $KClO_3 \longrightarrow KCl + O_2$ ---------- (1)

$KMnO_4 \longrightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$ --------(2)

1. 5.92 2. 7.90 3. 10.53 4. 23.70

60. แอสไพรินที่ใช้เป็นยาแก้ปวด เตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างกรดซาลิซิลิกกับแอซิติกแอนไฮไดรด์ ดังสมการ

$C_7H_6O_3 + C_4H_6O_3 \longrightarrow C_9H_8O_4 + C_2H_4O_2$

กรดซาลิซิลิก แอซิติกแอนไฮไดรด์ แอสไพริน กรดแอซิติก

ถ้าใช้กรดซาลิซิลิก 2.00 กรัม ทำปฏิกิริยากับแอซิติกแอนไฮไดรด์ 4.00 กรัม เกิดแอสไพริน 2.21 กรัม จงคำนวณร้อยละของผลที่ได้ของแอสไพริน

1. 64.2 2. 74.5 3. 84.4 4. 95.5

ค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (n=100)

ข้อที่	กลุ่มสูง (n=30)	กลุ่มต่ำ (n=30)	p	r	ข้อที่	กลุ่มสูง (n=30)	กลุ่มต่ำ (n=30)	p	r
1	28	3	.51	.83	23	22	0	.37	.73
2	26	12	.63	.46	24	23	1	.40	.73
3	24	10	.56	.46	25	28	12	.66	.53
4	26	0	.43	.86	26	26	0	.43	.87
5	27	5	.53	.73	27	30	6	.60	.80
6	28	5	.55	.76	28	26	5	.51	.70
7	16	5	.35	.36	29	30	5	.58	.83
8	26	6	.53	.67	30	29	0	.48	.96
9	28	8	.60	.66	31	26	1	.45	.83
10	28	8	.60	.67	32	28	3	.52	.83
11	27	2	.48	.83	33	30	0	.50	1.00
12	30	1	.51	.96	34	27	2	.48	.83
13	28	13	.68	.50	35	25	0	.41	.83
14	28	2	.50	.86	36	27	0	.45	.90
15	25	1	.43	.80	37	30	4	.56	.86
16	30	0	.50	1.00	38	30	2	.53	.93
17	30	3	.55	.90	39	27	2	.48	.83
18	30	6	.60	.80	40	28	3	.51	.83
19	7	0	.12	.23	42	18	5	.38	.43
20	27	6	.55	.70	43	30	5	.58	.83
21	25	0	.42	.83	44	30	0	.50	1.00
22	30	0	.50	1.00	45	30	4	.56	.87

ค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มสูง (n=30)	กลุ่มต่ำ (n=30)	p	r	ข้อที่	กลุ่มสูง (n=30)	กลุ่มต่ำ (n=30)	p	r
46	27	6	.55	.70	58	30	2	.53	.93
47	30	16	.77	.47	59	24	0	.40	.80
48	30	5	.58	.83	60	25	1	.43	.80
49	30	5	.58	.83					
50	25	1	.43	.80					
51	30	0	.50	1.00					
52	30	0	.50	1.00					
53	30	1	.51	.96					
54	25	1	.43	.80					
55	29	6	.58	.76					
56	28	17	.75	.37					
57	20	3	.38	.56					

ภาคผนวก ฉ

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา

และ

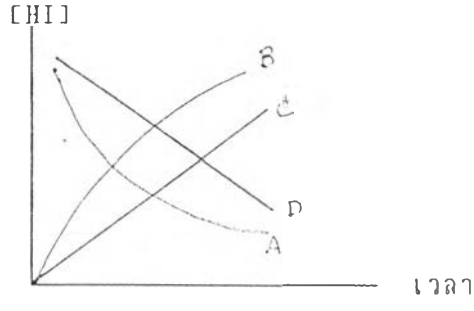
ผลการวิเคราะห์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ค่าชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว และใช้ข้อมูลตอนท้ายของข้อสอบประกอบการตอบคำถาม

---

1. กราฟในข้อใดที่จะแทนความสัมพันธ์ระหว่าง Y (ความเข้มข้นของ HI) กับ X (เวลาที่ปฏิกิริยาดำเนินไป) ของปฏิกิริยา H_2 (g) + I_2 (g) ----> 2HI (g)

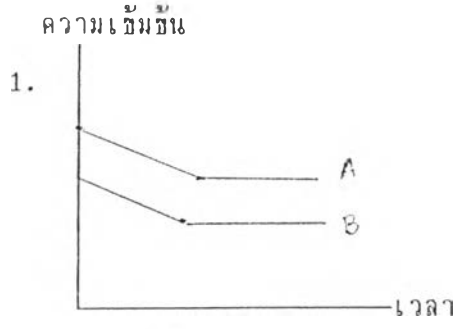


1. A 2. B 3. C 4. D

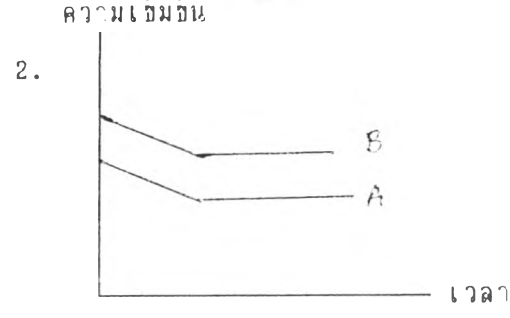
2. ในปฏิกิริยา Mg (s) + 2HCl (aq) -----> $MgCl_2$ (aq) + H_2 (g)
พบว่า เมื่อปฏิกิริยาใกล้จะสิ้นสุดนั้น อัตราการเกิดก๊าซไฮโดรเจนจะลดลง ทั้งนี้เพราะเหตุใด
1. ผลิตภัณฑ์รวมตัวกันกลับไปเป็นสารตั้งต้นมากขึ้น
2. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลง
3. อุณหภูมิของผสมจะลดลงเนื่องจากพลังงานถูกใช้ไป
4. ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นทำหน้าที่เป็นตัวขวางปฏิกิริยา

3. เมื่อ A ทำปฏิกิริยากับ B อัตราการลดลงของ B จะเป็นสองเท่าของอัตราการลดลงของ A ถ้าเริ่มต้นด้วย A และ B ปริมาณเท่ากัน กราฟในข้อใดสอดคล้องกับข้อมูล

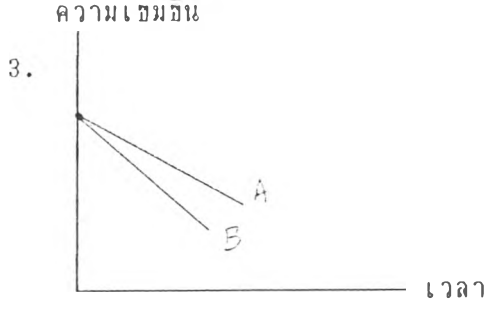
1.



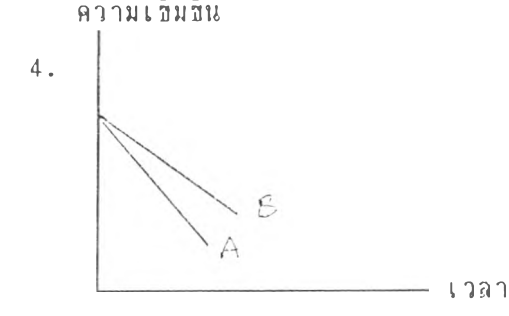
2.



3.



4.



4. ถ้าการสลายตัวของสาร A ไปเป็นสาร P เกิดขึ้นโดยมีขั้นตอนเดียว และจัดเป็นกระบวนการขั้นพื้นฐานอย่างง่าย A ---> P

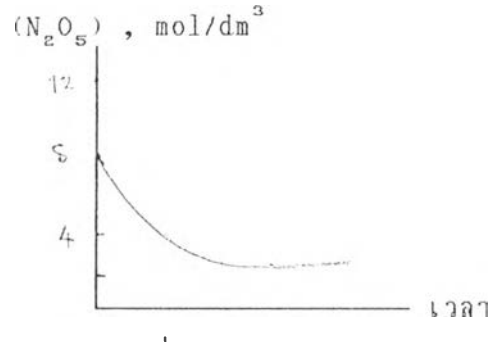
และความเข้มข้นของ A ขณะเกิดปฏิกิริยาดำเนินไปดังนี้

เวลา, S	[A] , mol/dm^3
0	1.00
50	0.61
100	0.37
150	0.22

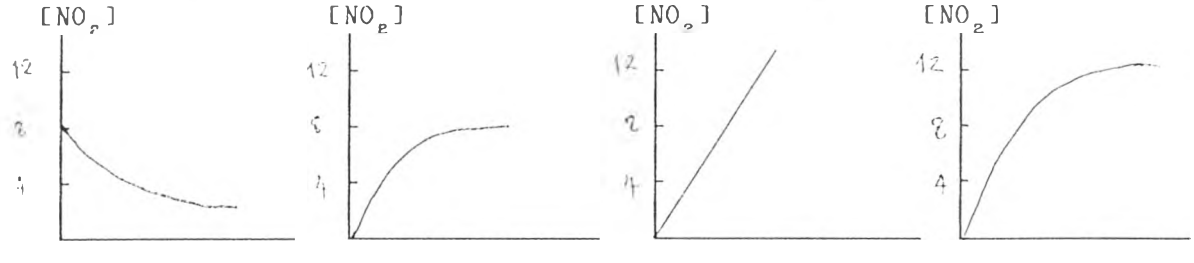
อัตราของปฏิกิริยาที่วินาที 100 เป็นเท่าใด

1. 0.0048 mol/dm^3 s
2. 0.0030 mol/dm^3 s
3. มากกว่า 0.030 แต่น้อยกว่า 0.048 mol/dm^3 s
4. เท่ากับอัตราเริ่มต้นของปฏิกิริยา คือ 0.078 mol/dm^3 s

5. เมื่อก๊าซ N_2O_5 สลายตัวดังปฏิกิริยา $2N_2O_5$ ----> $4NO_2 + O_2$ ความเข้มข้นของ N_2O_5 เปลี่ยนแปลงตามเวลาดังนี้



ความเข้มข้นของก๊าซ NO_2 ควรเปลี่ยนแปลงตามเวลาดังกราฟรูปใด



1. 2. 3. 4.

ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 6 - 7

จากผลการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก ซึ่งเกิดปฏิกิริยาดังนี้ $Mg + HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$ ได้ผลดังตารางข้างล่าง

ปริมาตรของก๊าซไฮโดรเจน (cm^3)	เวลา (s)
1	20
2	40
3	70
4	90
5	110

6. อัตราการเกิดของก๊าซไฮโดรเจนที่ปริมาตรระหว่าง 4 - 5 cm^3 มีค่ากี่ cm^3/s

1. $\frac{1}{20}$
2. $\frac{1}{90}$
3. $\frac{1}{110}$
4. $\frac{5}{320}$

7. ถ้าอัตราเฉลี่ยของการเกิด H_2 มีค่าเท่ากับ $\frac{1}{64 \times 22.4 \times 10^3}$ mol/s อัตราเฉลี่ยการใช้ HCl เป็นกี่ mol/s

1. $\frac{1}{128 \times 22.4 \times 10^3}$
2. $\frac{1}{64 \times 22.4 \times 10^3}$
3. $\frac{1}{32 \times 22.4 \times 10^3}$
4. $\frac{1}{16 \times 22.4 \times 10^3}$

ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 8 - 9

ปฏิกิริยาดังสมการ ทดลองบันทึกข้อมูลได้ตามตารางนี้

$2H_2$ (g) + 2NO (g) ----> $2H_2O$ (g) + N_2 (g)

เวลา (s)	ปริมาณ N_2 ที่วัดได้ที่ STP (cm^3)
0	0.00
12	1.50
25	2.24
50	3.30
90	3.80
125	4.00

8. อัตราการเกิด N_2 จากปฏิกิริยานี้มีค่ากี่ cm^3/s

1. 0.122 2. 0.022 3. 0.032 4. 0.042

9. อัตราของปฏิกิริยาระหว่างวินาทีที่ 50 ถึงวินาที่ 90 มีค่าเท่าใด

1. 0.0125 2. 0.0225 3. 0.0325 4. 0.0425

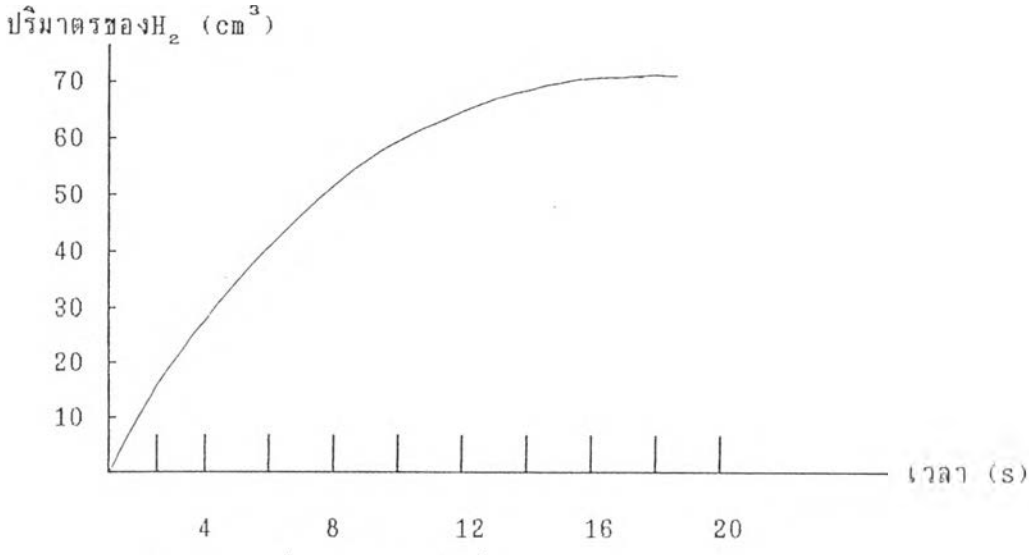
10. จากปฏิกิริยาต่อไปนี้

$2KMnO_4$ + 16HCl -----> 2KCl + $2MnCl_2$ + $8H_2O$ + $5Cl_2$ (g)

ถ้าอัตราการลดลงของสารละลาย HCl มีค่า 2.0 mol/s อัตราการเกิดก๊าซ Cl_2 จะมีค่ากี่ dm^3/s ที่ STP

1. 7 2. 10 3. 14 4. 16

11. กราฟแสดงการเกิดก๊าซไฮโดรเจนจากปฏิกิริยาระหว่างสังกะสีกับสารละลายกรดซัลฟิวริกเจือจาง เป็นดังนี้



จากกราฟ ช่วงเวลาใดที่ปฏิกิริยาเกิดช้าที่สุด

1. 2-4 วินาที
2. 10-12 วินาที
3. 14-16 วินาที
4. 18-20 วินาที

12. เมื่อนำสารละลาย X และสารละลาย Y มาทำปฏิกิริยากันโดยใช้สารตั้งต้นปริมาตรเท่ากันได้ผลการทดลองดังนี้

การทดลองที่	ความเข้มข้นของX (mol/dm^3)	ความเข้มข้นของ Y (mol/dm^3)	เวลาที่ใช้ในการเกิดผลิตภัณฑ์ (วินาที)
1	0.20	0.20	24
2	0.20	0.30	24
3	0.30	0.30	6
4	0.30	0.20	6

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าอย่างไร

1. ความเข้มข้นของสาร Y มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา
2. ความเข้มข้นของสาร X ไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา
3. เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสาร X อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้น
4. อัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารสาร X และ Y

13. ตารางต่อไปนี้แสดงผลการทดลองของปฏิกิริยาระหว่าง

A + B --------> ผลิตภัณฑ์ ที่อุณหภูมิ 25 C

ความเข้มข้น A (mol/l)	ความเข้มข้น B (mol/l)	อัตราเฉลี่ยการเกิดผลิตภัณฑ์ (mol/l · s)
0.001	0.001	1.000
0.002	0.001	2.000
0.003	0.001	3.000
0.004	0.001	4.000

สรุปผลการทดลองในข้อใดที่ไม่เป็นไปตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

1. อัตราการเกิดของผลิตภัณฑ์จะขึ้นกับความเข้มข้นของ A
2. อัตราการเกิดของผลิตภัณฑ์จะไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของ B เลย
3. ถ้าจะหาความสัมพันธ์ระหว่าอัตราการเกิดของผลิตภัณฑ์กับความเข้มข้นของ B จะต้องทำการ
4. ความเข้มข้นของ B จะลดลงหากไม่มีการปรับให้เท่ากับ 0.001 โมล/ลิตร

14. ผลการทดลองสำหรับปฏิกิริยา $2NO\ (g) + 2H_2\ (g) \longrightarrow 2H_2O + N_2O\ (g)$

เป็นดังนี้ [NO] (mol dm^{-3}) [H_2] (mol dm^{-3}) อัตราเร็วของปฏิกิริยา (mol $dm^{-3}\ s^{-1}$)

1.00	1.00	3.5×10^{-5}
1.20	1.20	5.0×10^{-5}
0.80	0.80	1.8×10^{-5}
1.00	2.00	7.0×10^{-5}
2.00	1.00	1.4×10^{-4}

อัตราเร็วของปฏิกิริยาเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของสารตั้งต้นตามข้อใด

1. $[NO][H_2]$
2. $[NO]^2\ [H_2]$
3. $[NO]^2[H_2]^2$
4. $[2NO][H_2]$

15. ในการทดลองเพื่อหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา A + B ----> C ได้ข้อมูลดังนี้

การทดลองที่	[A] (mol/dm^3)	[B] (mol/dm^3)	อัตราการเกิดปฏิกิริยา (mol/dm^3 min)
1	1.0	1.0	0.15
2	2.0	1.0	0.30
3	3.0	1.0	0.45
4	1.0	2.0	0.15
5	1.0	3.0	?

ข้อความต่อไปนี้ข้อใดผิด

1. ในการทดลองที่ 5 อัตราการเกิดปฏิกิริยา = 0.15 mol/dm^3 min
2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ [B]
3. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ [A]
4. ถ้าอัตราการเกิดปฏิกิริยา = k[A] จะได้ k = 0.15 min^{-1}

16. ครั้งหนึ่งของการศึกษาปฏิกิริยาที่มีสารตั้งต้น 2 ชนิด พบว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อเวลาผ่านไป 50 และ 300 วินาที จะเปลี่ยนแปลงตามความเข้มข้นของสารตั้งต้นดังนี้

ความเข้มข้น (mol/dm^3)		อัตราการเกิดปฏิกิริยา (mol/dm^3)	
สารตั้งต้น ก	สารตั้งต้น ข	ที่ 50 วินาที	ที่ 300 วินาที
0.01	0.02	0.004	0.002
0.01	0.04	0.008	0.004
0.03	0.02	0.004	0.002

ข้อสรุปใดถูก

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาไม่ขึ้นกับความเข้มของสารตั้งต้น ก.
2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาไม่ขึ้นกับความเข้มของสารตั้งต้น ข.
3. อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะลดลงเมื่อลดความเข้มข้นของสาร ก.หรือ สาร ข.
4. ระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 350 วินาที

17. ในการศึกษาปฏิกิริยาระหว่างฮีโมโกลบิน (Hb) กับคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่ 20 C, pH 7.3 มีสมการดังนี้

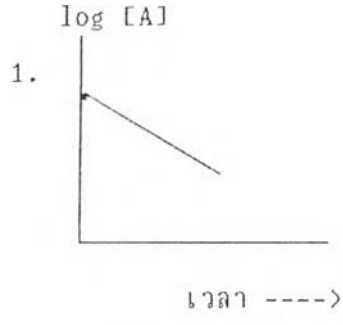
$4Hb + 3CO \text{ -------} > Hb_4(CO)_3$ ได้ผลการทดลองดังนี้

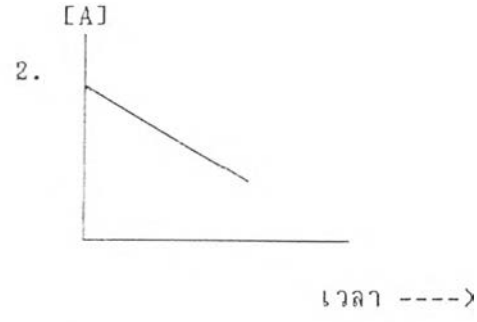
ความเข้มข้นของสารตั้งต้น		อัตราการหายไปของ Hb (mol/dm^3 -sec)
[Hb]	[CO]	
3.00	1.00	0.90
6.00	1.00	1.80
6.00	2.00	3.60

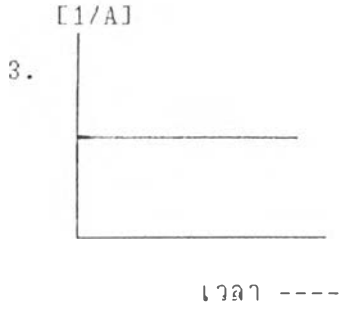
ในขณะที่ความเข้มข้นของ Hb เป็น 3.0 mol/dm^3 และของ CO เป็น 2.00 mol/dm^3 อัตราการหายไปของ Hb เป็นกี่ mol/dm^3

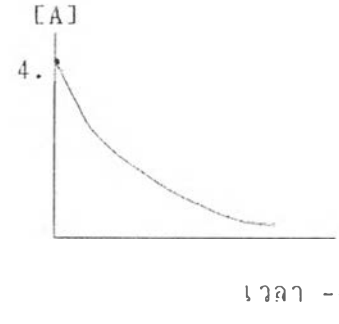
1. 0.90 2. 1.80 3. 2.70 4. 3.60

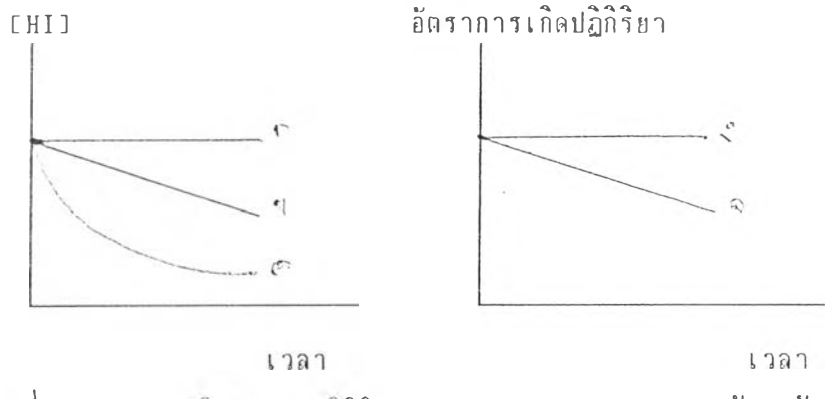
18. กราฟซึ่งแทนปฏิกิริยาการเปลี่ยน A ---> P โดยมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของ A คือข้อใด

1. 

2. 

3. 

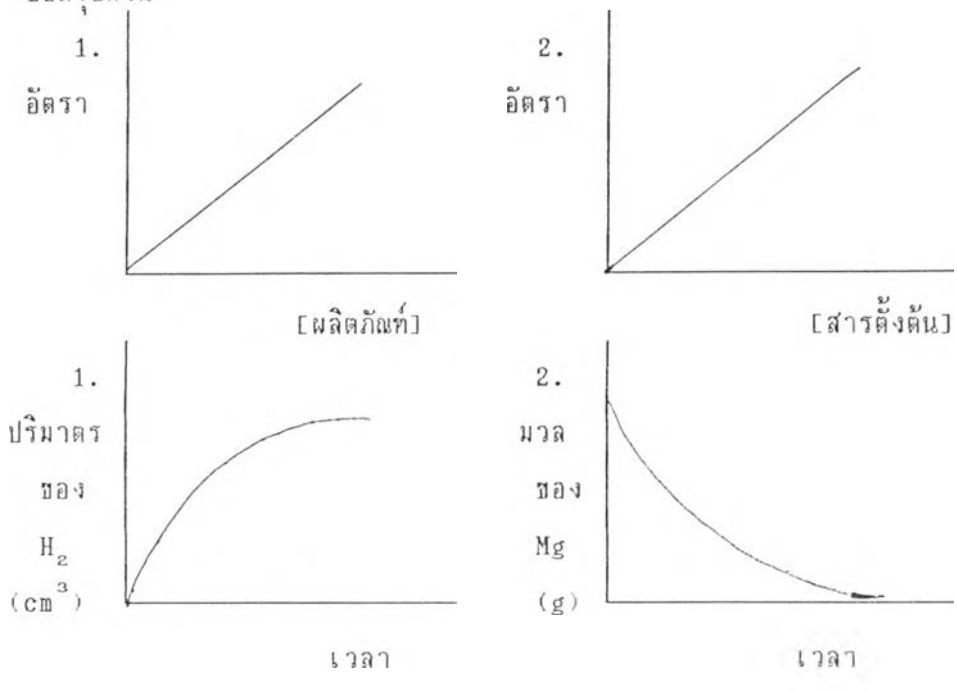
4. 

19. 

กราฟที่แสดงการดำเนินไปของปฏิกิริยา 2HI ----> H_2 + I_2 เส้นใดบ้างที่แสดงว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของสารตั้งต้น

1. ก และ ง 2. ข และ จ 3. ก และ จ 4. ข และ ง

20. จากการทดลองให้โลหะแมกนีเซียมทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกได้ข้อสรุปว่า อัตราการเกิดไฮโดรเจนตอนเริ่มต้นเร็ว และค่อย ๆ ช้าลงตามลำดับ กราฟข้อใดมีความหมายขัดแย้งกับข้อสรุปดังนี้



21. สาร A อาจเกิดปฏิกิริยาสลายตัว ณ อุณหภูมิห้องได้ 2 วิธีคือ

$$A \xrightarrow{E_1} \text{ผลิตภัณฑ์ (1)} \quad .....(1)$$

และ $A \xrightarrow{E_2}$ ผลิตภัณฑ์ (2) .....(2)

E_1 และ E_2 เป็นพลังงานกระตุ้น

ถ้า $E_1 = \frac{3}{2} E_2$ ข้อสรุปในข้อใดถูกต้อง และใช้ข้อมูลที่กำหนดให้มากที่สุด

1. ที่อุณหภูมิห้อง ปฏิกิริยา (2) จะเกิดเร็วกว่าปฏิกิริยา (1)
2. ปฏิกิริยาทั้งสองจะเกิดเร็วขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิ
3. ผลิตภัณฑ์ (1) เสถียรกว่าผลิตภัณฑ์ (2)
4. เมื่อ A สลายตัวไประยะหนึ่ง อัตราการเกิดปฏิกิริยาทั้งสองจะลดลง

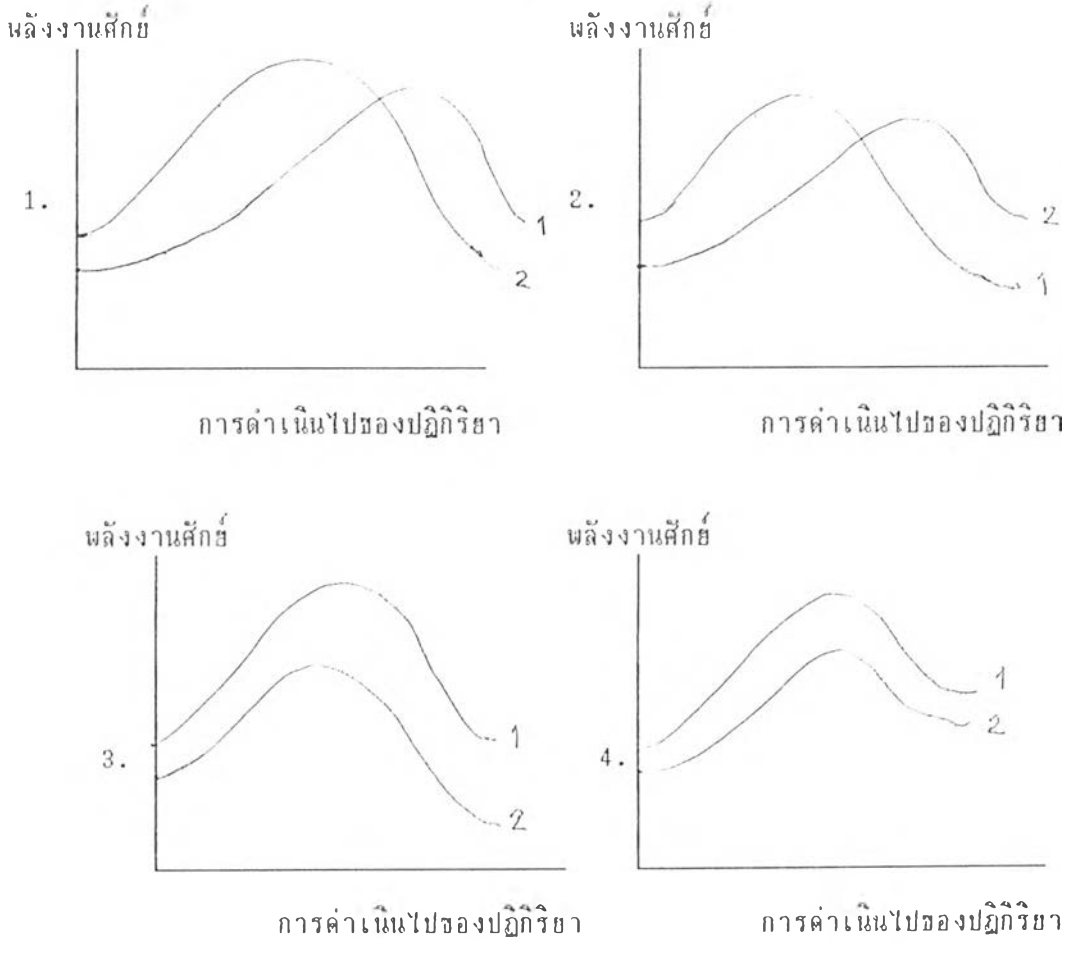
22. ถ้าปฏิกิริยา A + B ---> C + D เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน และมีค่า E = +30 kJ/mol ปฏิกิริยานี้จะมีพลังงานกระตุ้น E_a เป็นเท่าใด

1. -30 kJ/mol
2. น้อยกว่า +30 kJ/mol
3. มากกว่า +30 kJ/mol
4. อาจมากกว่า +30 kJ/mol หรือน้อยกว่า 30 kJ/mol และสามารถหาได้จากการทดลองเท่านั้น

23. จากปฏิกิริยาคายความร้อน 2 ปฏิกิริยาต่อไปนี้

1. $AC + D_2 \text{ -------> } AD + CD$
2. $G_2 + H_2 \text{ -------> } 2GH$

ปฏิกิริยาที่ 1 มีค่าพลังงานก่อกัมมันต์และพลังงานของปฏิกิริยาสูงกว่าปฏิกิริยาที่ 2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานของปฏิกิริยาทั้งสองเป็นอย่างไร



24. เมื่อใส่ 1 M HCl 25 cm^3 ลงในหินปูนชิ้นเล็ก ๆ จะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น การเปลี่ยนแปลงในข้อใดที่จะไม่ ทำให้อัตราของปฏิกิริยาเริ่มต้นเพิ่มขึ้น

1. ใช้ 1 M HCl 100 cm^3
2. ใช้ 2 M HCl 25 cm^3
3. ใช้ 2 M HCl 50 cm^3
4. บดหินปูนให้เป็นผงละเอียด

25. ถ้าปฏิกิริยาระหว่างหินปูนมากเกินพอกับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.5 mol/l ปริมาณ 20 cm^3 ที่ 20 °C มีอัตราการเกิดปฏิกิริยา = X และได้รับปริมาณผลิตภัณฑ์ = Y การเปลี่ยนไปใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 mol/l อุณหภูมิเท่าเดิมจะได้ผลอย่างไร

	อัตราการเกิดปฏิกิริยา	ปริมาณผลิตภัณฑ์
1.	> X	> Y
2.	> X	= Y
3.	< X	< Y
4.	< X	= Y

26. คำตอบที่ดีที่สุดสำหรับอธิบายว่าเมื่ออุณหภูมิของระบบสูงขึ้นเล็กน้อย อัตราของการเกิดปฏิกิริยามักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วคือข้อใด

1. จำนวนครั้งของการชนกันเพิ่มขึ้น
2. พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลเพิ่มขึ้น
3. สัดส่วนของโมเลกุลที่มีพลังงานมากกว่าหรือเท่ากับพลังงานกระตุ้นมากขึ้น
4. พลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น

27. เมื่อใส่โลหะ X ลงในกรดไฮโดรคลอริก จะเกิดปฏิกิริยาให้ก๊าซไฮโดรเจน ในการทดลองที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันโดยจับเวลาที่ใช้ไปเมื่อได้ก๊าซไฮโดรเจน 5 cm^3 ได้ข้อมูลดังนี้

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (วินาที)
30	100
40	50
50	25

ถ้าทำการทดลองที่ 20°C จะต้องใช้เวลาเท่าใด

1. 150 วินาที
2. 200 วินาที
3. 250 วินาที
4. 300 วินาที

28. โดยทั่วไปอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเพิ่มขึ้นประมาณสองเท่า เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ 10 C ในการทดลองหนึ่งสารตัวอย่างของโพแทสเซียมคลอเรต สลายตัว 90% โดยมวลเวลา 20 นาที ถ้าเพิ่มอุณหภูมิขึ้น 20 C สารตัวอย่างดังกล่าวจะใช้เวลาในการสลายตัวกี่นาที

1. 2.5 2. 5 3. 10 4. 15

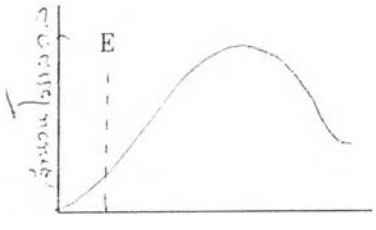
29. ปฏิกิริยาเติมก๊าซไฮโดรเจนแก่สารอินทรีย์แทบจะไม่เกิดขึ้นเลยถ้าไม่เติมผงนิกเกิลในปฏิกิริยา และเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาและจะได้นิกเกิลเหมือนเดิม ผงนิกเกิลมีผลต่อปฏิกิริยาอย่างไร

1. เพิ่มพลังงานจลน์ให้แก่โมเลกุลของสารเพิ่มขึ้น
2. ลดพลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยา
3. เพิ่มความสามารถในการผสมเป็นเนื้อเดียวกันของสารที่เข้าทำปฏิกิริยา
4. ลดความแตกต่างระหว่างระดับพลังงานของสารเริ่มต้น และผลิตภัณฑ์

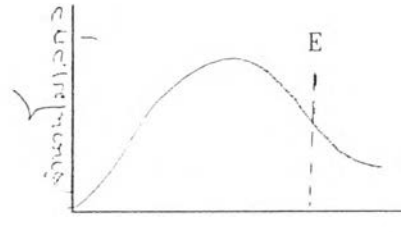
คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 30 - 31

ปฏิกิริยาที่แตกต่างกัน 4 ปฏิกิริยา ที่อุณหภูมิเดียวกันจะมีการกระจายพลังงานจลน์ที่เหมือนกัน ยกเว้นค่าพลังงาน E ดังแสดงในรูป ก-ง ตามลำดับ

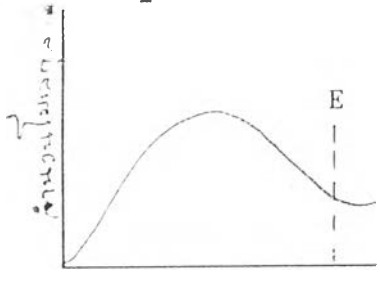
รูป ก ปฏิกิริยาที่1



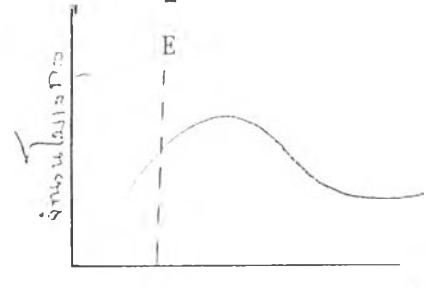
รูป ข ปฏิกิริยาที่2



รูป ค ปฏิกิริยาที่3



รูป ง ปฏิกิริยาที่4



30. ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน ปฏิกิริยาใดจะเกิดขึ้นเร็วที่สุด

1. ปฏิกิริยาที่ 1
2. ปฏิกิริยาที่ 2
3. ปฏิกิริยาที่ 3
4. ปฏิกิริยาที่ 4

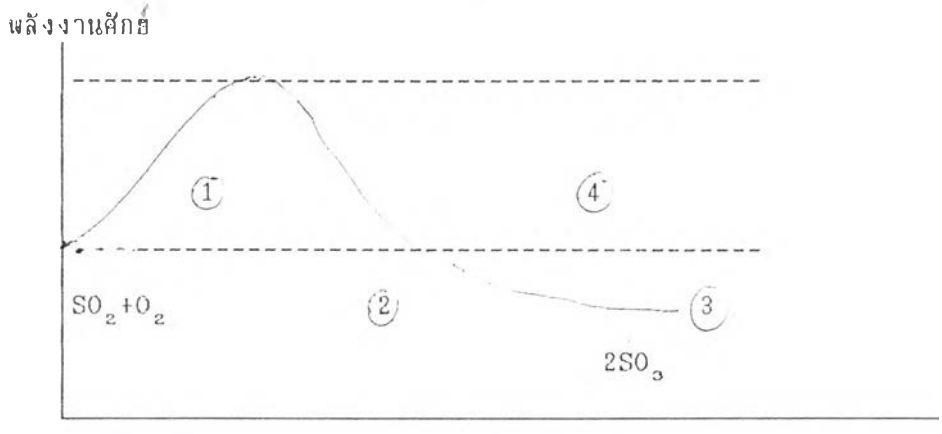
31. ถ้าเติมตัวเร่งปฏิกิริยาลงไปในปฏิกิริยาที่ 3 จะมีผลอย่างไร

1. เส้นโค้งการกระจายพลังงานจลน์จะเลื่อนไปทางซ้าย
2. เส้นโค้งการกระจายพลังงานจลน์จะเลื่อนไปทางขวา
3. พลังงาน E จะเพิ่มขึ้น ดังนั้น จำนวนโมเลกุลที่มีพลังงานเท่าหรือมากกว่าพลังงานกระตุ้นลดลง
4. พลังงาน E จะลดลง ดังนั้น จำนวนโมเลกุลที่มีพลังงานเท่าหรือมากกว่าพลังงานกระตุ้นเพิ่มขึ้น

32. พิจารณาสมการแสดงปฏิกิริยาต่อไปนี้

$$2SO_2\ (g) + O_2\ (g) \text{ ----------> } 2SO_3\ (g)$$

เมื่อเติมตัวเร่งปฏิกิริยาลงไป กราฟแสดงพลังงานศักย์ของปฏิกิริยาช่วงใดที่มีการเปลี่ยนแปลง



1. ช่วงที่ 1 และ 2
2. ช่วงที่ 2 และ 3
3. ช่วงที่ 2 และ 4
4. ช่วงที่ 1 และ 4

33. กลไกของปฏิกิริยาออกซิเดชัน จาก V^{3+} เป็น V^{4+} มี 2 ขั้นตอนดังนี้

$$V^{3+} + Cu^{2+} \text{ -------> } V^{4+} + Cu^{+}$$

$$Cu^{+} + Fe^{3+} \text{ -------> } Cu^{2+} + Fe^{2+}$$

คะตะไลส์ของปฏิกิริยาคือตัวใด

1. V^{4+}
2. Cu^{2+}
3. Fe^{3+}
4. Fe^{2+}

34. $X(s) + Y(aq) \longrightarrow Z(g)$ เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อนอัตราเร็วของปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นเมื่อ

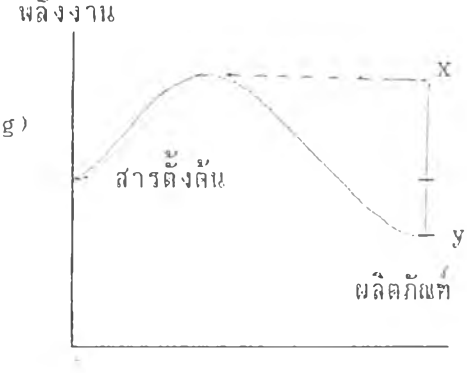
1. เพิ่มอุณหภูมิเพราะจำนวนโมเลกุลที่มีพลังงานจลน์สูงมีมากขึ้น
2. เติมตัวเร่งปฏิกิริยาเพราะทำให้ปริมาณสารผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น
3. เพิ่มอุณหภูมิเพราะทำให้สารตั้งต้นขยายตัวมีพื้นที่ผิวเพิ่มขึ้น
4. บด X ให้มีขนาดเล็กลงหรือเป็นผง และเพิ่มปริมาณ Y

ข้อใดถูกต้อง

1. 1 และ 2 2. 2 และ 3 3. 3 และ 4 4. 1 และ 4

35. กราฟที่แสดงต่อไปนี้เป็นของปฏิกิริยา

$CO(g) + NO_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + NO(g)$

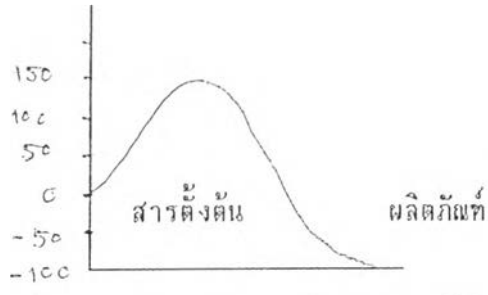


ข้อความใดต่อไปนี้ถูกต้อง

1. พลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาย้อนกลับ = (x + y)
2. ปฏิกิริยาย้อนกลับคายพลังงาน = x
3. ปฏิกิริยาไปข้างหน้าเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน
4. อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า = อัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ

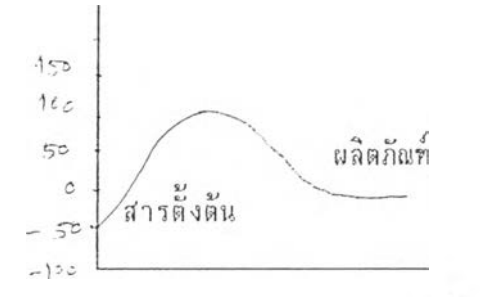
36. ปฏิกิริยาชนิดหนึ่งมีค่าพลังงานกระตุ้น 150 kJ และคายพลังงานเท่ากับ 100 kJ กราฟใดจ่อไปนี้จะแสดงการดำเนินไปของปฏิกิริยาดีที่สุด

ก.



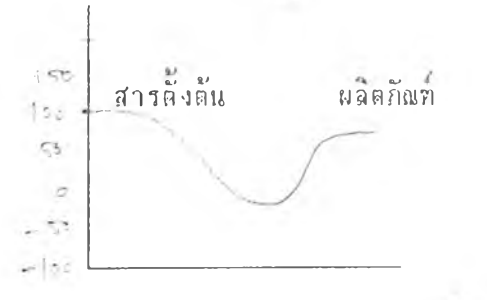
การดำเนินไปของปฏิกิริยา

ข.



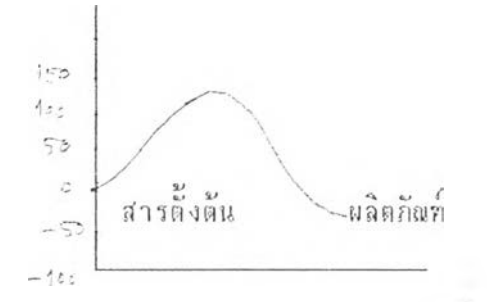
การดำเนินไปของปฏิกิริยา

ค.



การดำเนินไปของปฏิกิริยา

ง.



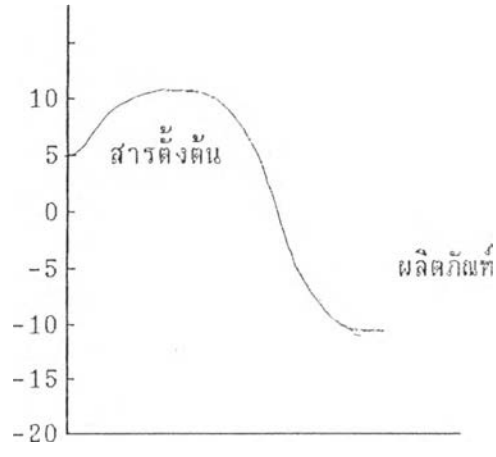
การดำเนินไปของปฏิกิริยา

1. ก.
2. ข.
3. ค.
4. ง.

37. กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานของปฏิกิริยา

$A(g) + B(g) \longrightarrow C(s)$

มีลักษณะดังนี้

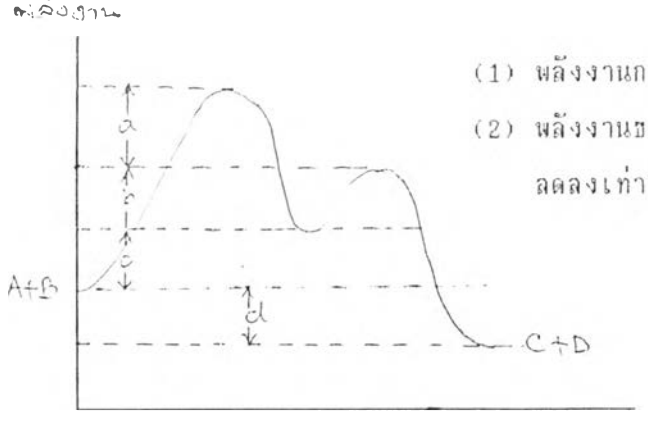


การดำเนินไปของปฏิกิริยา

ข้อใดถูกต้อง

1. ปฏิกิริยาดูดความร้อน = 15 kJ, พลังงานสารตั้งต้น = 10 kJ
2. ปฏิกิริยาคายความร้อน = 15 kJ, พลังงานสารตั้งต้น = 5 kJ
3. ปฏิกิริยาดูดความร้อน = 20 kJ, พลังงานผลิตภัณฑ์ = -15 kJ
4. ปฏิกิริยาคายความร้อน = 20 kJ, พลังงานผลิตภัณฑ์ = -20 kJ

38. พิจารณากราฟของปฏิกิริยา A + B --> C + D ต่อไปนี้



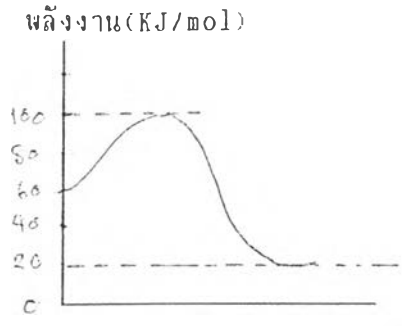
(1) พลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาย้อนกลับมีค่าเท่าใด

(2) พลังงานของปฏิกิริยาย้อนกลับนี้มีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงเท่าใด

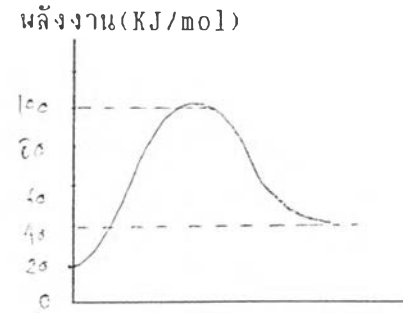
ข้อใดถูกต้อง

1. (1) a + b + c, (2) ลด d
2. (1) b + c + d , (2) เพิ่ม d
3. (1) a + b, (2) เพิ่ม (c + d)
4. (1) b , (2) ลด (c + d)

39. ถ้ากราฟระหว่างพลังงานและการดำเนินไปของปฏิกิริยา (ก) , (ข) เป็นดังแสดง



การดำเนินไปของปฏิกิริยา
ปฏิกิริยา (ก)

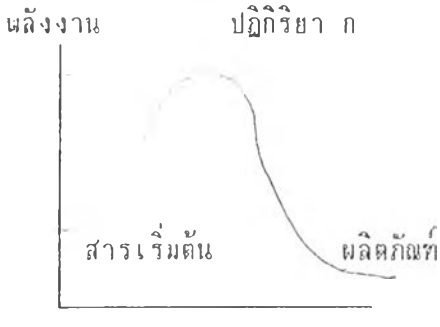


การดำเนินไปของปฏิกิริยา
ปฏิกิริยา (ข)

ข้อความเกี่ยวกับปฏิกิริยาทั้งสองนี้ ข้อใดผิด

1. ปฏิกิริยา (ก) เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน ส่วนปฏิกิริยา (ข) เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน
2. พลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยา (ก) จะเป็นครึ่งหนึ่งของพลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยา (ข)
3. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยา (ก) จะเสถียรกว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยา (ข)
4. กราฟทั้งสองไม่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับอัตราของปฏิกิริยาเลย

40. กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยา ก และ ข เป็นดังนี้



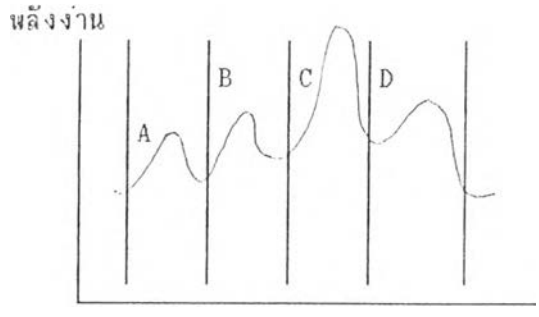
การดำเนินไปของปฏิกิริยา

การดำเนินไปของปฏิกิริยา

ข้อความต่อไปนี้ข้อความใดถูกต้อง

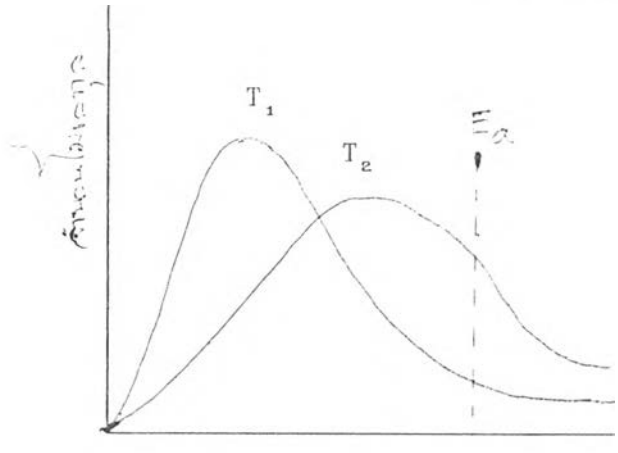
1. ปฏิกิริยา ก เกิดเร็วกว่าเพราะเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน
2. ปฏิกิริยา ข เกิดเร็วกว่าเพราะเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน
3. ปฏิกิริยาทั้งสองเกิดด้วยอัตราเท่ากัน ถึงแม้ว่า ก จะเป็นปฏิกิริยาคายความร้อนและ ข จะเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน
4. ปฏิกิริยาทั้งสองเกิดด้วยอัตราเท่ากัน เพราะปริมาณพลังงานที่เปลี่ยนไปของปฏิกิริยาเท่ากัน

41. จากรูปข้างล่างนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาควบคุมโดยปฏิกิริยาย่อยในข้อใด



1. ขั้น C และ D
2. ขั้น B และ C
3. ขั้น C เท่านั้น
4. ขั้น D เท่านั้น

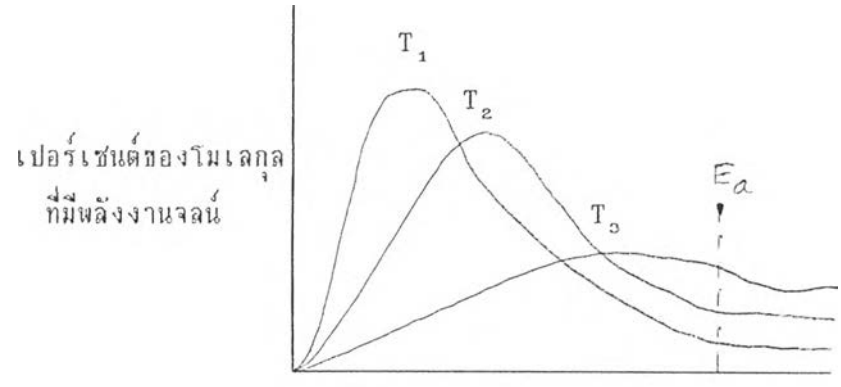
42. กราฟแสดงการกระจายพลังงานจลน์ของโมเลกุลของก๊าซที่อุณหภูมิ T_1 และ T_2 สูงกว่า T_1 เป็นดังนี้



อัตราของปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ T_2 เร็วกว่าที่ T_1 เพราะ

1. พลังงานกระตุ้นสำหรับปฏิกิริยาที่ต่ำกว่า
2. โมเลกุลที่มีพลังงานสูงมีมากกว่า
3. โมเลกุลชนกันในทิศทางที่เหมาะสมกว่า
4. ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน

43. การกระจายพลังงานจลน์ของโมเลกุลของก๊าซที่อุณหภูมิ T_1, T_2 และ T_3 ($T_3 > T_2 > T_1$) แสดงเป็นกราฟได้ดังรูป (E_a คือพลังงานกระตุ้น)



ข้อความใดถูกต้อง

1. ที่อุณหภูมิ T_1 ปฏิกิริยาเกิดเร็วที่สุด
2. ที่อุณหภูมิ T_2 ปฏิกิริยาเกิดเร็วกว่าที่อุณหภูมิ T_1 และ T_3
3. ที่อุณหภูมิ T_3 ปฏิกิริยาเกิดเร็วกว่าที่อุณหภูมิ T_1 และ T_2
4. ที่อุณหภูมิ T_1 มีจำนวนโมเลกุลที่มีพลังงานจลน์สูงกว่าพลังงานกระตุ้นมากกว่าที่อุณหภูมิ T_2

44. เมื่อนำก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจนมาผสมกันในภาชนะที่อุณหภูมิห้อง (ระบบที่1) พบว่าไม่มีปฏิกิริยาเกิดขึ้นแต่ถ้ามีประกายไฟเกิดขึ้นในภาชนะที่มีก๊าซทั้งสองผสมกันอยู่ (ระบบที่2) จะเกิดปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วและรุนแรงมาก พิจารณาข้อความต่อไปนี้

(ก) พลังงานกระตุ้นของทั้งสองระบบมีค่าเท่ากัน

(ข) ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจนเป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน

(ค) ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจนเป็นปฏิกิริยาดูดพลังงาน

(ง) จำนวนโมเลกุลที่มีพลังงานมากกว่าพลังงานกระตุ้นของทั้งสองระบบมีค่าไม่ต่างกัน

ข้อใดสรุปถูกต้อง

1. (ก) และ (ข)
2. (ก) และ (ค)
3. (ค) และ (ง)
4. (ข) และ (ง)

45. ปฏิกิริยา A(s) + B (aq) -------> C (aq) + D (g) เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นเมื่อใด

1. ลดขนาดของ A เพิ่มความเข้มข้นของ B ลดอุณหภูมิ
2. ลดปริมาณสาร D เพิ่มความเข้มข้นของ B ลดอุณหภูมิ
3. เพิ่มขนาดของ A ลดความดัน เพิ่มอุณหภูมิ
4. ลดขนาดของ A เติมตัวเร่งปฏิกิริยา เพิ่มอุณหภูมิ

46. ปฏิกิริยา A + B-------> P เกิดช้าแต่สมบูรณ์และเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน พบว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นกับปริมาณสารตั้งต้น A แต่ไม่ขึ้นกับปริมาณสารตั้งต้น B การกระทำทั้งหมดในข้อใดต่อไปนี้มีผลทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น

1. ลดอุณหภูมิ เพิ่มสาร A
2. ลดอุณหภูมิ เอาสาร P ออก
3. เพิ่มอุณหภูมิ เพิ่มสาร A เพิ่มสาร B
4. ลดอุณหภูมิ เพิ่มสาร A เอาสาร P ออก

47. พิจารณาข้อสรุปจากปฏิกิริยาต่อไปนี้ 2A (g) + B (s)-----> C(g) + D (g)

ก. ปฏิกิริยานี้ไม่สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงได้โดยการวัดความดัน

ข. ถ้า B ทำหน้าที่เป็นตัวเร่ง ปริมาณของ C และ D ที่เกิด ขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาค B

ค. ถ้าพลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยานี้มีค่าเท่ากับ 30 กิโลจูลต่อโมล แสดงว่าปฏิกิริยานี้ดูดความร้อน 30 กิโลจูลต่อโมล

ง. ถ้ากำหนดความเข้มข้นเริ่มต้นของ A และอัตราเริ่มต้นของปฏิกิริยามาให้ จะไม่สามารถคำนวณหาเวลาที่ A เกิดปฏิกิริยาจนหมดได้ เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ

ข้อใดสรุปถูกต้อง

1. ก และ ข
2. ค และ ง
3. ก และ ง
4. ข และ ค

ค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกริยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (n=100)

ข้อที่	กลุ่มสูง (n=30)	กลุ่มต่ำ (n=30)	p	r	ข้อที่	กลุ่มสูง (n=30)	กลุ่มต่ำ (n=30)	p	r
1	25	6	.52	.63	25	19	1	.33	.60
2	23	16	.65	.23	26	23	2	.41	.70
3	17	9	.43	.27	27	26	14	.66	.40
4	22	3	.41	.63	28	22	3	.41	.63
5	23	6	.48	.56	29	29	5	.56	.80
6	20	1	.35	.63	30	21	5	.43	.53
7	25	8	.55	.56	31	25	8	.55	.57
8	12	6	.30	.20	32	26	8	.56	.60
9	27	8	.58	.63	33	29	2	.51	.90
10	22	2	.40	.66	34	22	2	.40	.66
11	26	9	.58	.57	35	23	5	.47	.60
12	24	3	.45	.70	36	28	3	.51	.83
13	27	3	.50	.80	37	24	3	.45	.70
14	27	5	.53	.73	38	21	2	.38	.63
15	29	5	.56	.80	39	20	5	.41	.50
16	25	4	48	.70	40	25	1	.43	.80
17	24	3	.45	.70	41	27	7	.57	.67
18	27	5	.53	.73	42	29	3	.53	.86
19	21	3	.40	.60	43	28	6	.57	.73
20	26	4	.50	.73	44	24	3	.45	.70
21	27	8	.58	.63	45	21	5	.43	.53
22	20	5	.41	.50	46	17	6	.38	.37
23	25	5	.50	.67	47	27	8	.58	.63
24	20	2	.36	.60					

ภาคผนวก ช

แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

สถานภาพของผู้ตอบ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่..... ปีการศึกษา.....

โรงเรียน.....

คำชี้แจง

1. แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์นี้มีทั้งหมด จำนวน 72 ข้อ โดยในแต่ละข้อจะประกอบด้วยข้อความเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ อยู่ทางด้านซ้ายมือ ส่วนด้านขวามือเป็นระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ

5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือ ปฏิบัติมากที่สุด

4 หมายถึง เห็นด้วย หรือ ปฏิบัติมาก

3 หมายถึง ไม่แน่ใจ หรือ ปฏิบัติปานกลาง

2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย หรือ ปฏิบัติน้อย

1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือ ปฏิบัติน้อยที่สุด

2. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความในแต่ละข้อในแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด ในการตอบแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ไม่มีความคิดเห็นใดที่ถือว่าถูก หรือ ผิด เพราะเกิดจากความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนและคำตอบของนักเรียนจะไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียนทั้งสิ้น

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ควรค่าแก่การศึกษา.....	.....	.....	.....	.....	.....
2	วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่น่าเบื่อ.....	.....	.....	.....	.....	.....
3	ความเจริญก้าวหน้าของวิชาวิทยาศาสตร์ทำให้มนุษย์เกียจคร้าน.....	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
4	วิชาวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดการค้นพบความรู้และสิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ.....	.....	.....	.....	.....	.....
5	วิชาวิทยาศาสตร์ทำให้คนมีเหตุผลมากขึ้น...	.....	.....	.....	.....	.....
6	วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ท้าทายต่อการพิสูจน์ ค้นคว้า และทดลองเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่.....	.....	.....	.....	.....	.....
7	วิชาวิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์คิดอย่างมีระเบียบแบบแผน.....	.....	.....	.....	.....	.....
8	วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยให้ผู้เรียนแก้ปัญหาอย่างมีหลักเกณฑ์.....	.....	.....	.....	.....	.....
9	วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนรู้ได้ยากจึงไม่ควรเรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
10	วิชาวิทยาศาสตร์มีกระบวนการที่ยุ่งยากทำให้ผู้เรียนเกิดความท้อถอย.....	.....	.....	.....	.....	.....
11	วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยให้มนุษย์เข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ.....	.....	.....	.....	.....	.....
12	วิชาวิทยาศาสตร์ควรเป็นวิชาเลือกไม่ควรเป็นวิชาบังคับ.....	.....	.....	.....	.....	.....
13	วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้.....	.....	.....	.....	.....	.....
14	วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ส่งเสริมให้มีเหตุผล					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
15	รัฐบาลควรจัดสรรงบประมาณสำหรับการศึกษาในสาขาวิทยาศาสตร์มากขึ้น.....	.....	.....	.....	.....	.....
16	วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ทุกคนควรศึกษา..	.....	.....	.....	.....	.....
17	เมื่อวิชาวิทยาศาสตร์เจริญมากขึ้นจะทำให้เกิดปัญหาคนว่างงาน.....	.....	.....	.....	.....	.....
18	ความเจริญก้าวหน้าของวิชาวิทยาศาสตร์ทำให้คนมีความกระตือรือร้น.....	.....	.....	.....	.....	.....
19	ความก้าวหน้าของการศึกษาในวิชาวิทยาศาสตร์ทำให้ประเทศชาติเจริญขึ้น....	.....	.....	.....	.....	.....
20	ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการทำงาน	.....	.....	.....	.....	.....
21	เมื่อวิทยาศาสตร์เจริญก้าวหน้ามากขึ้นจะทำให้มนุษย์ทำงานเหมือนเครื่องจักรและไม่รู้จักคิดเอง.....	.....	.....	.....	.....	.....
22	ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ทำให้ทรัพยากรถูกทำลาย	.....	.....	.....	.....	.....
23	วิชาวิทยาศาสตร์มุ่งพัฒนาวัตถุโดยไม่คำนึงถึงการพัฒนาด้านจิตใจ.....	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
24	ยิ่งโลกมีความเจริญด้านวิทยาศาสตร์มากขึ้นเท่าใดจะเกิดโรคต่างๆที่ประชาชนไม่เคยเป็นมาก่อน มากขึ้นเท่านั้น	.....	.....	.....	.....	.....
25	ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จะช่วยแก้ปัญหาเศรษฐกิจของประเทศได้.....	.....	.....	.....	.....	.....
26	ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้โอกาเจริญขึ้นในอนาคต	.....	.....	.....	.....	.....
27	ในการพูดคุยในเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องน่าเบื่อหน่าย.....	.....	.....	.....	.....	.....
28	ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องไม่น่าสนใจ.....	.....	.....	.....	.....	.....
29	คนที่จบการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ไม่ค่อยฟังและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น.....	.....	.....	.....	.....	.....
30	การเชิญวิทยากรมาบรรยายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ทำให้เสียเวลาเรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
31	การที่อาจารย์ให้ตัวอย่างเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในขณะที่สอนเป็สิ่งไม่จำเป็น...	.....	.....	.....	.....	.....
32	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นเรื่องไม่น่าสนใจ.....	.....	.....	.....	.....	.....
33	เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในหน้าหนังสือพิมพ์เป็นเรื่องที่ไม่น่าติดตาม.....	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
34	ถ้าข้าพเจ้ามีโอกาสเรียนต่อข้าพเจ้าจะเลือกเรียนในสาขาที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์..	.....	.....	.....	.....	.....
35	เมื่อข้าพเจ้ามีปัญหาในการเรียนวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าจะถามครูเพื่อให้หายข้องใจ.....	.....	.....	.....	.....	.....
36	ข้าพเจ้าชอบทำกิจกรรมอื่นๆ มากกว่ากิจกรรมวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
37	ข้าพเจ้าชอบใช้เวลาว่างในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
38	ข้าพเจ้าชอบทำการบ้านวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง.....	.....	.....	.....	.....	.....
39	ข้าพเจ้าไม่ชอบทำการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
40	ข้าพเจ้ารู้สึกอึดอัดเมื่อถึงเวลาเรียนวิชาวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
41	ข้าพเจ้ารู้สึกชื่นชมเมื่อได้ทราบข่าวการคิดค้น ประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ สำเร็จ.....	.....	.....	.....	.....	.....
42	ข้าพเจ้าชอบให้โรงเรียนจัดนิทรรศการเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์บ่อย ๆ.....	.....	.....	.....	.....	.....
43	ข้าพเจ้ารู้สึกเบื่อหน่ายเมื่อไปชมนิทรรศการเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
44	ข้าพเจ้ารู้สึกชื่นชมที่รัฐบาลได้กำหนดนโยบายด้านวิทยาศาสตร์ไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.....	.....	.....	.....	.....	.....
45	ข้าพเจ้ารู้สึกชื่นชมเมื่อพบว่ามีบุคคลนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาอาชีพและท้องถิ่น.....	.....	.....	.....	.....	.....
46	ข้าพเจ้าชอบให้โรงเรียนจัดประกวดสิ่งประดิษฐ์และโครงงานวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
47	ข้าพเจ้าชอบดูภาพยนตร์หรือโทรทัศน์ซึ่งเป็นสารคดีเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
48	ถ้ามีข่าวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน ข้าพเจ้าจะสนใจที่จะศึกษาหาข้อมูลมาพิจารณาถึงผลได้ผลเสีย	.....	.....	.....	.....	.....
49	ถ้าข้าพเจ้ามีโอกาสเลือกเข้าชมกิจกรรมในโรงเรียน ข้าพเจ้าจะไม่เลือกชมกิจกรรมของชุมนุมวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
50	ข้าพเจ้ามักติดตามข่าวความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ.....	.....	.....	.....	.....	.....
51	ข้าพเจ้าชอบฟังบรรยายในเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
52	ข้าพเจ้าชอบค้นคว้าแสวงหาอ่านหนังสือและตำราทางวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
53	ถ้าข้าพเจ้ามีโอกาสเป็นสมาชิกหนังสือวารสาร ข้าพเจ้าจะเลือกหนังสือวารสารเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
54	ข้าพเจ้าไม่ชอบอ่านหนังสือเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
55	ข้าพเจ้าไม่สนใจที่จะเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
56	ข้าพเจ้าคิดว่าในห้องสมุดของโรงเรียนควรมีหนังสือวารสารและตำราทางวิทยาศาสตร์มาก ๆ.....	.....	.....	.....	.....	.....
57	ในขณะที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าไม่สนใจในการซักถามหรือตอบคำถามกับอาจารย์ผู้สอนเกี่ยวกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่เรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
58	ข้าพเจ้าไม่ชอบฟังรายการวิทยุและชมรายการโทรทัศน์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
59	ข้าพเจ้าชอบอ่านบทความที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในหนังสือพิมพ์.....	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
60	ข้าพเจ้าสนใจทำงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์..	.....	.....	.....	.....	.....
61	ถ้าโรงเรียนจัดแข่งขันตอบปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าเข้าร่วมฟังด้วย.....	.....	.....	.....	.....	.....
62	ข้าพเจ้าไม่สนใจที่จะติดตามข่าวความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
63	ถ้ามีนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน ข้าพเจ้ายินดีที่จะช่วยจัด.....	.....	.....	.....	.....	.....
64	ในการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น ข้าพเจ้าฟังแต่ที่ครูอธิบายไม่เคยค้นคว้าเพิ่มเติม.....	.....	.....	.....	.....	.....
65	ข้าพเจ้ามักนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน.....	.....	.....	.....	.....	.....
66	ข้าพเจ้ามักหาโอกาสไปชมการจัดงานแสดงความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
67	ข้าพเจ้าไม่เคยนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน.....	.....	.....	.....	.....	.....
68	ถ้ามีโอกาส ข้าพเจ้าจะรณรงค์ให้ประชาชนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการพัฒนาท้องถิ่น.....	.....	.....	.....	.....	.....
69	ถ้าข้าพเจ้าได้รับมอบหมายให้ค้นคว้าเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ข้าพเจ้าจะพยายามหลีกเลี่ยง.....	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
70	ถ้าข้าพเจ้าได้เป็นผู้นำของประเทศ ข้าพเจ้าจะส่งเสริมด้านการค้นคว้าและวิจัยทางวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
71	ข้าพเจ้าต้องการศึกษาหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในการพัฒนาประเทศ..	.....	.....	.....	.....	.....
72	เมื่อครูอธิบายความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ไปแล้ว ข้าพเจ้ามักจะกลับไปค้นคว้าเพิ่มเติม	.....	.....	.....	.....	.....

แบบสอบถาม ช

ความคิดเห็นของครูเคมีต่อระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้
อย่างมีความหมายในวิชาเคมี

แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี

และ โกวิน

โรงเรียน.....วิชาที่สอน.....ชั้นที่สอน.....

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นที่แท้จริงของท่าน

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1 ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมีมีขั้นตอนที่ชัดเจนสามารถนำไปปฏิบัติได้					
2 อุปกรณ์ในการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมีมีความสะดวกในการใช้					
3 ครูสามารถผลิตอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี					
4 ท่านคิดว่าครูสามารถสร้างโครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีแม่แบบก่อนที่จะนำไปสอน					
5 ท่านคิดว่านักเรียนจะสามารถสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีได้					
6 ท่านคิดว่าโครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววี เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น					

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
7 ท่านคิดว่าโครงสร้างความคิดล่วงหน้าจะช่วยจัดความคิดของนักเรียนก่อนที่จะเรียนได้					
8 ท่านคิดว่าแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีจะเป็นประโยชน์ในการเตรียมการสอนของครู					
9 ท่านคิดว่าแผนผังรูปตัววีมีประโยชน์ในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์					
10 ท่านคิดว่าแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จะเป็นประโยชน์ในการสรุปบทเรียนที่ท่านสอนได้					
11 ท่านคิดว่าแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนในการสรุปบทเรียนที่ได้เรียนไป					
12 ท่านคิดว่าระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมีเหมาะสมที่จะใช้ในการสอนวิชาเคมี					
13 ท่านคิดว่าระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในเคมีสามารถนำไปใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆได้					
14 ท่านมีความสนใจที่จะนำระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมีไปใช้ในการสอนวิชาที่ท่านรับผิดชอบ					

<u>คำถามเพิ่มเติม</u> โปรดเขียนความเห็นของท่านลงในที่ว่างที่กำหนดให้

1. ท่านคิดว่าการเรียนการสอนตาม ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมีจะทำให้เกิดปัญหาในการเรียนการสอนอย่างไรบ้าง (โปรดให้เหตุผลประกอบด้วย)

2. ท่านเห็นด้วยหรือไม่ที่จะนำระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมีมาใช้กับการสอนวิชาเคมีในปัจจุบัน(โปรดให้เหตุผลประกอบด้วย).....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบ

ภาคผนวก ฌ

แผนการสอนวิชาเคมีตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้
อย่างมีความหมายในวิชาเคมี
เรื่อง
ปริมาณสารสัมพันธ์ 2
และ
อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

แผนการสอน บทที่ 8 ปริมารสารสัมพันธ์ 2

คาบที่ 1-3 เรื่อง สารละลายและความเข้มข้นของสารละลาย

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้นักเรียนควรจะสามารถ

1. ระบุความสัมพันธ์ระหว่างสถานะของสารละลายกับสถานะของตัวทำละลายได้
2. ระบุชนิดของตัวทำละลายและตัวถูกละลายของสารละลายที่กำหนดได้
3. บอกความหมายและคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆที่ปรากฏในบทเรียนได้

เนื้อหา

สารละลาย ประกอบด้วยตัวทำละลายและตัวถูกละลาย ซึ่งสารละลายอาจมีได้ทั้งสถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ในกรณีที่ตัวถูกละลายและตัวทำละลายมีสถานะเดียวกัน สารที่มีปริมาณมากเป็นตัวทำละลาย ส่วนในกรณีที่ในกรณีที่ตัวถูกละลายและตัวทำละลายมีสถานะต่างกัน สารที่มีสถานะเดียวกับสารละลายเป็นตัวทำละลาย

ความเข้มข้นของสารละลาย เป็นค่าที่แสดงให้ทราบถึงปริมาณของตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในสารละลายนั้น การระบุความเข้มข้นของสารละลายทำได้หลายแบบ ได้แก่

1. **ค่าร้อยละ** ซึ่งจำแนกได้เป็น

1.1 **ร้อยละโดยมวล** หมายถึง มวลของตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 100 หน่วยมวลเดียวกัน

1.2 **ร้อยละโดยปริมาตร** หมายถึง ปริมาตรของตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตรเดียวกัน

1.3 **ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร** หมายถึง มวลของตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร โดยทั่วไปถ้าหน่วยของมวลเป็น กรัม หน่วยที่แสดงปริมาตรของสารละลายจะเป็น ลูกบาศก์เซนติเมตร และถ้าหน่วยของมวลเป็น กิโลกรัม หน่วยที่แสดงปริมาตรของสารละลายจะเป็น ลูกบาศก์เดซิเมตร หรือ ลิตร

2. **โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร หรือ โมลาริตี** หมายถึง จำนวนโมลของตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร และเนื่องจาก 1 ลูกบาศก์เดซิเมตรมีค่าเท่า 1 ลิตร จึงอนุโลมให้ใช้ความเข้มข้นในหน่วยนี้เป็น โมลต่อลิตร หรือเรียกว่า โมลาร์ ใช้สัญลักษณ์เป็น M

โดยปกติการระบุความเข้มข้นในหน่วย SI ให้ใช้หน่วย โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

3. **โมลต่อกิโลกรัม หรือ โมแลลลิตี** หมายถึง จำนวนโมลของตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม ความเข้มข้นในหน่วย โมลต่อกิโลกรัมนี้ อาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า โมแลล ใช้สัญลักษณ์เป็น m

4. **เศษส่วนโมล** หมายถึง สัดส่วนโดยจำนวนโมลของสารที่เป็นองค์ประกอบในสารละลายชนิดใดชนิดหนึ่งต่อจำนวนโมลรวมของสารทุกชนิดในสารละลาย ใช้สัญลักษณ์เป็น X

ขั้นตอนการสอน

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูถามคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนดังนี้

1) สารละลายมีองค์ประกอบอะไรบ้าง

2) เกณฑ์ในการพิจารณาว่าสารที่เป็นองค์ประกอบในสารละลายชนิดใดเป็นตัวทำละลายเป็นอย่างไร

3) การพิจารณาว่าสารละลายมีความเข้มข้นมากหรือน้อยดูจากอะไร

จากนั้นครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าในการเรียนครั้งนี้จะเรียน เรื่อง สารรละลายและความเข้มข้นของสารละลาย และครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้สำหรับหัวข้อนี้ให้นักเรียนทราบทั้ง 3 ข้อ

2. ขั้นเสริมมโนทัศน์พื้นฐานที่นักเรียนขาด ครูใช้ข้อมูลจากแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานซึ่งได้ทดสอบก่อนการเรียนบทเรียนนี้ มาพิจารณาพบว่านักเรียนมีมโนทัศน์พื้นฐานในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับมวลของสารไม่ถึงร้อยละ 80 ครูจึงสอนเสริมมโนทัศน์พื้นฐานนี้ โดยให้ความรู้แก่นักเรียนเพิ่มเติมดังนี้

สารใด ๆ 1 โมล จะมีมวลเท่ากับค่ามวลโมเลกุลหรือมวลอะตอมของสารนั้นและมีหน่วยเป็นกรัม เราสามารถหาจำนวนโมลของสารได้เมื่อทราบมวลของสารและมวลโมเลกุลของสารนั้น โดยใช้ความสัมพันธ์ดังนี้ จำนวนโมล $= \frac{\text{มวลของสาร}}{\text{มวลโมเลกุล}}$ หรือ $= \frac{m}{M}$

3. ขั้นสอน

3.1 ครูนำเสนอมโนทัศน์ล่วงหน้าสำหรับการเรียน โดยบอกกับนักเรียนว่า ครูจะให้แนวความคิดบางอย่างที่จะช่วยให้นักเรียน เข้าใจเนื้อหาเกี่ยวกับ เรื่อง สารละลายและความเข้มข้นของสารละลายได้ดียิ่งขึ้นก่อนที่นักเรียนจะได้เรียนในรายละเอียดของเนื้อหาตามหัวข้อนี้ แนวความคิดดังกล่าวมีอยู่ว่า

> "สารละลายเป็นสารไม่บริสุทธิ์ที่เกิดจากสารตั้งแต่ 2 ชนิดมาผสมกันเป็นเนื้อเดียวซึ่งสามารถแบ่งองค์ประกอบของสารละลายได้เป็น ตัวทำละลายและตัวถูกละลาย โดยที่ตัวทำละลายอาจพิจารณาจากสถานะเมื่อสารที่เป็นองค์ประกอบในสารละลายมีสถานะต่างกัน และพิจารณาจากปริมาณของสารที่เป็นองค์ประกอบมีสถานะเดียวกัน สำหรับการระบุความเข้มข้นของสารละลายอาจระบุสัดส่วนของตัวถูกละลายในรูปของ มวล ปริมาตร หรือจำนวนโมล ที่ละลายอยู่ในสารละลาย ก็ได้ "

3.2 ครูสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์โดยดำเนินการสอนดังนี้

1) ครูให้นักเรียนพิจารณาตัวอย่างของสารละลายบางชนิด ตามตารางดังต่อไปนี้

สารละลาย	ตัวถูกละลาย	ตัวทำละลาย
อากาศ	CO_2 , O_2 และก๊าซอื่นๆ	N_2
น้ำโซดา	CO_2	H_2O
สารละลายเอธานอล	เอธานอล	น้ำ
ปัสสาวะ	ยูเรีย และสารบางชนิด	น้ำ
สารละลาย Naใน K	Na	K
สารละลาย H_2ในPt	H_2	Pt
โลหะเงินอุดฟัน	Hg	Ag
นาก	ทองคำ	ทองแดง

ครูถามคำถามว่า

(1) สารละลายอะไรบ้างที่ตัวถูกละลายและตัวทำละลายมีสถานะเดียวกัน

(2) สารละลายอะไรบ้างที่ตัวถูกละลายและตัวทำละลายมีสถานะแตกต่างกัน

(3) การระบุชนิดของตัวทำละลายในสารละลายมีหลักเกณฑ์อย่างไร

3.3 ครูอธิบายความหมายของความเข้มข้น และให้ความรู้เกี่ยวกับการระบุความเข้มข้นเป็นแบบต่าง ๆ พร้อมทั้งยกตัวอย่างการคำนวณความเข้มข้นตามรายละเอียดของเนื้อหาในบทเรียนเรียงลำดับดังนี้

1) ร้อยละ ซึ่งจำแนกเป็น

1.1) ร้อยละโดยมวล

1.2) ร้อยละโดยปริมาตร

1.3) ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร

2) โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

3) โมลต่อกิโลกรัม

4) เศษส่วนโมล

4. ขั้นสรุป ครูให้นักเรียนเขียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เรื่อง สารละลายและความเข้มข้นของสารละลายโดยให้ นักเรียนทำตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ให้นักเรียนระบุมโนทัศน์ที่สำคัญของเรื่องที่ได้เรียนในแผ่นกระดาษ

4.2 ให้นักเรียนจัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่แคบ

4.3 ลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ทุกมโนทัศน์

4.4 หาคำมาเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์โดยเขียนกำกับไว้ที่แต่ละเส้นที่ลาก

4.5 ปรับปรุงแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นแล้วคัดลอกลงสมุดแล้วส่งครู

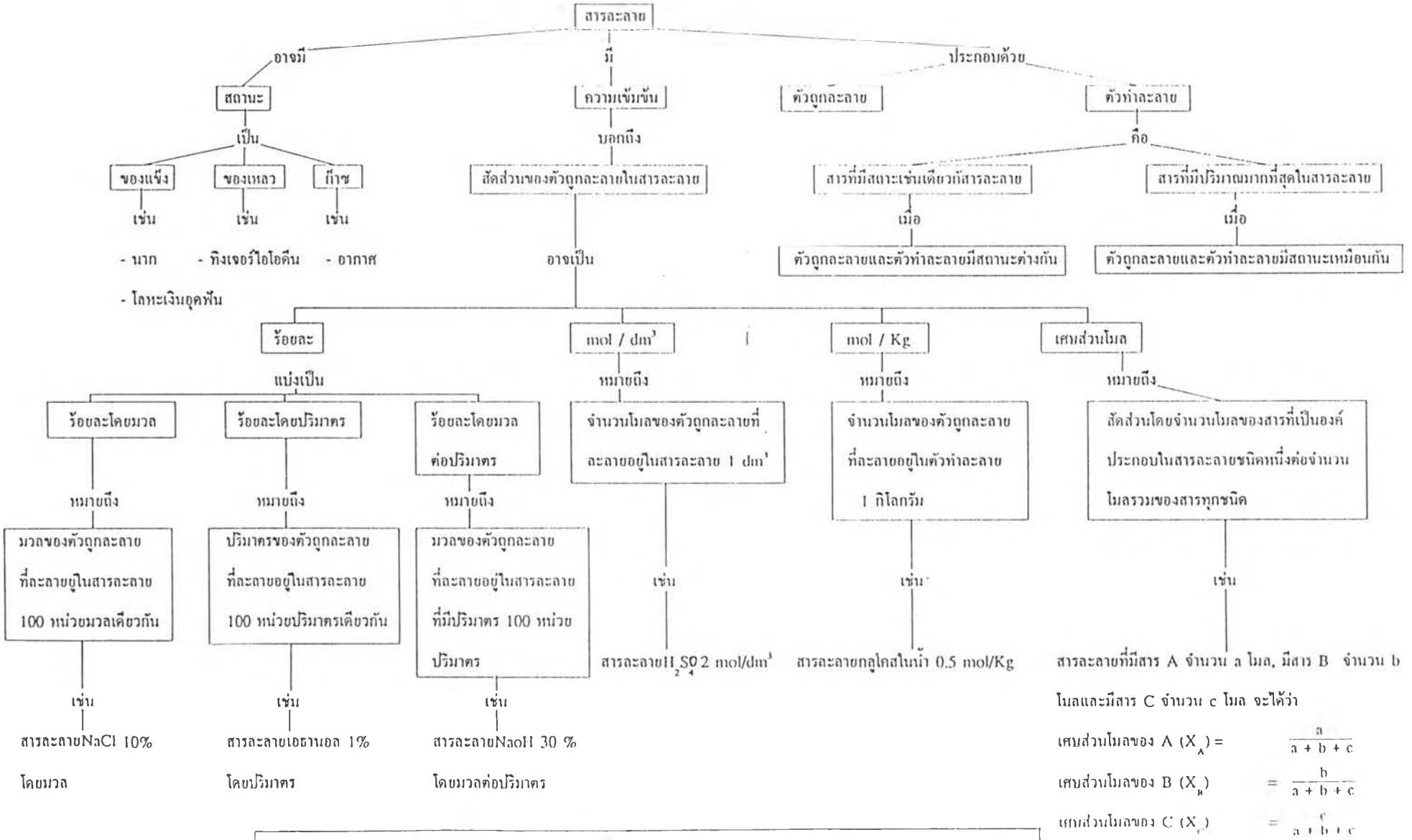
5. ขั้นประเมินผล ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจาก

5.1 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่นักเรียนเขียนขึ้นเพื่อตรวจให้คะแนนและประเมินจากความเข้าในมโนทัศน์ต่างๆที่ครูสอน

5.2 ให้นักเรียนตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 8.1 ข้อที่ 1 และข้อ 8

หลังจากนั้นครูให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกรอบมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นแล้วให้นักเรียนดูแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่ครูสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบรวมทั้งเฉลยแบบฝึกหัดให้นักเรียนทราบคำตอบที่ถูกต้องด้วย

สำหรับแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่ครูสร้างขึ้นเป็นดังนี้



แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เรื่อง สารละลายและความเข้มข้นของสารละลาย

คาบที่ 4-6 เรื่อง การเตรียมสารละลาย

จุดประสงค์การเรียนรู้ หลังจากนักเรียนเรียนบทเรียนนี้จบแล้วนักเรียนควรจะสามารถ

1. เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามที่ต้องการได้
2. คำนวณหามวลของสารที่เป็นตัวถูกละลายหรือปริมาตรของสารละลายเพื่อใช้เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามที่ต้องการได้

เนื้อหา การเตรียมสารละลายสามารถทำได้ 2 วิธีดังนี้

1. การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ ทำได้โดยนำสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวถูกละลายมาละลายในตัวทำละลายจนได้ความเข้มข้นและปริมาตรตามที่ต้องการ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1.1 คำนวณหาจำนวนโมลของตัวถูกละลายที่ต้องใช้ในการเตรียมสารละลายจากความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการ แล้วคำนวณหาปริมาณตัวถูกละลายในหน่วยของมวล (หน่วยเป็นกรัม) ซึ่งอาจคำนวณจากความสัมพันธ์ดังนี้

จำนวนโมลของตัวถูกละลายก่อนละลาย = จำนวนโมลของตัวถูกละลายเมื่อเป็นสารละลาย

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

เมื่อ m หมายถึง มวลของตัวถูกละลาย

M หมายถึง มวลโมเลกุลของตัวถูกละลาย

c หมายถึง ความเข้มข้นในหน่วยโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

v หมายถึง ปริมาตรของสารละลายในหน่วยลูกบาศก์เซนติเมตร

1.2 ทำให้เป็นสารละลายโดยชั่งตัวถูกละลายตามปริมาณที่คำนวณได้ในข้อ 1.1 แล้วนำมาละลายน้ำในบีกเกอร์ คนจนละลายหมด เทใส่ขวดวัดปริมาตร แล้วใช้น้ำกลั่นล้างบีกเกอร์สัก 2-3 ครั้ง จากนั้นเติมน้ำกลั่นลงในขวดวัดปริมาตรจนได้ปริมาตรตามต้องการ

1.3 การเก็บสารละลาย เป็นการเก็บสารละลายที่เตรียมได้ในขวดที่เหมาะสม พร้อมทั้งปิดฝาขวด ปิดฉลากบอกชื่อสูตรของสาร ความเข้มข้น และวันที่เตรียมสารละลาย

2. การเตรียมสารละลายโดยการทำให้สารละลายที่มีอยู่เดิมเจือจางลง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.1 คำนวณหาปริมาตรของสารละลายเดิมที่จะนำมาเจือจาง ซึ่งอาจคำนวณได้โดยใช้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$c_1V_1 = c_2V_2$$

เมื่อ c_1 หมายถึง ความเข้มข้นของสารละลายเดิมในหน่วย mol/dm^3

c_2 หมายถึง ความเข้มข้นของสารละลายที่เจือจางแล้วในหน่วย mol/dm^3

V_1 หมายถึง ปริมาตรของสารละลายเดิมที่นำมาเจือจางในหน่วย cm^3

V_2 หมายถึง ปริมาตรของสารละลายที่เจือจางแล้วในหน่วย cm^3

2.2 ทำสารละลายเดิมให้เจือจางโดยใช้ปิเปตดูดสารละลายเดิมมาตามปริมาตรที่คำนวณได้ตามข้อ2.1 แล้วเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรตามต้องการ

2.3 การเก็บสารละลายทำได้โดยปฏิบัติเช่นเดียวกับการเก็บสารละลายที่เตรียมได้จากสารบริสุทธิ์

ขั้นตอนการสอน

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูทบทวนความรู้เดิมให้แก่นักเรียนเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารละลาย โดยเน้นที่ความเข้มข้นในหน่วยโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร แล้วถามนักเรียนว่า

- ในการที่จะเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามที่ต้องการจะทำได้อย่างไร เพื่อให้นักเรียนคิดถึงเรื่องการเตรียมสารละลาย จากนั้นครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ในหัวข้อการเตรียมสารละลาย

2. ขั้นเสริมมโนทัศน์พื้นฐานที่นักเรียนขาด ครูใช้ข้อมูลจากแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานซึ่งได้ทดสอบก่อนการเรียนบทเรียนนี้ มาพิจารณาพบว่านักเรียนมีมโนทัศน์พื้นฐานในเรื่องการคิดจำนวนโมลของสารละลายซึ่งเป็นมโนทัศน์พื้นฐานสำหรับการเรียนหัวข้อนี้ไม่ถึงร้อยละ 80 ครูจึงสอนเสริมมโนทัศน์นี้แก่นักเรียนโดยให้ความรู้เพิ่มเติมดังนี้ ในการนำสารละลายมาใช้นั้นถ้าเราทราบความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร และทราบปริมาตรที่แน่นอนของสารละลายที่นำมา เราจะสามารถหาจำนวนโมลของตัวถูกละลายในสารละลายนั้นได้ เช่น สารละลาย H_2SC_4 เข้มข้น 0.1 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร จำนวน 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร สามารถหาจำนวนโมลของ H_2SO_4 ได้ดังนี้

ในสารละลาย 1000 cm^3 จะมี H_2SO_4 อยู่ 0.1 โมล

ในสารละลาย 200 cm^3 จะมี H_2SO_4 อยู่ $\frac{0.1 \times 200}{1000} = 0.02$ โมล

หรืออาจใช้ความสัมพันธ์ดังนี้ จำนวนโมล $= \frac{cv}{1000} = MV$

เมื่อ c , M คือ ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วย โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร

v คือ ปริมาตรของสารละลายในหน่วยลูกบาศก์เซนติเมตร

V คือ ปริมาตรของสารละลายในหน่วยลูกบาศก์เดซิเมตร

3. ขั้นสอน

3.1 ครูนำเสนอมโนทัศน์ล่วงหน้า โดยบอกกับนักเรียนก่อนที่นักเรียนจะได้ศึกษารายละเอียดในการเตรียมสารละลาย ครูอยากจะให้แนวความคิดบางอย่างที่จะช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจการเตรียมสารละลายดียิ่งขึ้น แนวความคิดนั้นมีดังนี้

"การเตรียมสารละลายอาจเตรียมได้จากสารบริสุทธิ์หรือการเจือจางสารละลายเดิม สำหรับสารละลายที่เกิดจากการนำสารบริสุทธิ์ไปละลายน้ำนั้นจำนวนโมลของตัวถูกละลายก่อนที่จะนำไปละลายน้ำจะเท่ากับจำนวนโมลของตัวถูกละลายนั้นในสารละลาย ส่วนสารละลายที่เกิดจากการนำสารละลายเดิมไปเจือจางนั้นจำนวนโมลของตัวถูกละลายที่มาจากสารละลายเดิมจะเท่ากับจำนวนโมลของตัวถูกละลายในสารละลายที่ได้ทำการเจือจางแล้ว"

3.2 ครูสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์โดยดำเนินการดังนี้

1) อธิบายวิธีการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามที่ต้องการตามรายละเอียดของเนื้อหาในแบบเรียนโดยเริ่มจาก

1) การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์

2) การเตรียมสารละลายโดยการเจือจางสารละลายเดิม

2) ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 7.1 เรื่องการเตรียมสารละลาย โดยแบ่งการสอนปฏิบัติการทดลองเป็น 3 ขั้นดังนี้

<u>การอภิปรายก่อนการทดลอง</u> ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับคำถามสำคัญ หลักการ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์ที่ศึกษา การบันทึกข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูลสำหรับการทดลองนี้แล้วให้นักเรียนเขียนแผนผังรูปตัววีสำหรับการทดลองนี้ โดยให้นักเรียนเขียนรายละเอียดของแผนผังรูปตัววีในส่วนของ คำถามสำคัญ หลักการ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องเหตุการณ์ที่ศึกษา การบันทึกข้อมูลและ การจัดกระทำข้อมูล

<u>การทดลอง</u> ให้นักเรียนทำการทดลองเตรียมสารละลายตามรายละเอียดในการทดลองที่ 7.1ในแบบเรียนแล้วบันทึกผลการทดลอง รวมทั้งจัดกระทำข้อมูลตามแนวคิดที่ได้อภิปรายไว้ก่อนการทดลอง

<u>การอภิปรายหลังการทดลอง</u> ครูใช้ข้อมูลจากการทดลองของนักเรียนมานำอภิปรายถึงการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปแล้วให้นักเรียนระบุองค์ประกอบของแผนผังรูปตัววีในส่วนของการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป พร้อมทั้งให้นักเรียนระบุองค์ประกอบของแผนผังรูปตัววีในส่วนของข้อความรู้และคุณค่าที่ได้จากการทดลอง

4. <u>ขั้นสรุป</u> ครูให้นักเรียนเขียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เรื่อง การเตรียมสารละลายตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ให้นักเรียนระบุมโนทัศน์ที่สำคัญของเรื่องที่ได้เรียนในแผ่นกระดาษ

4.2 ให้นักเรียนจัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่แคบ

4.3 ลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ทุกมโนทัศน์

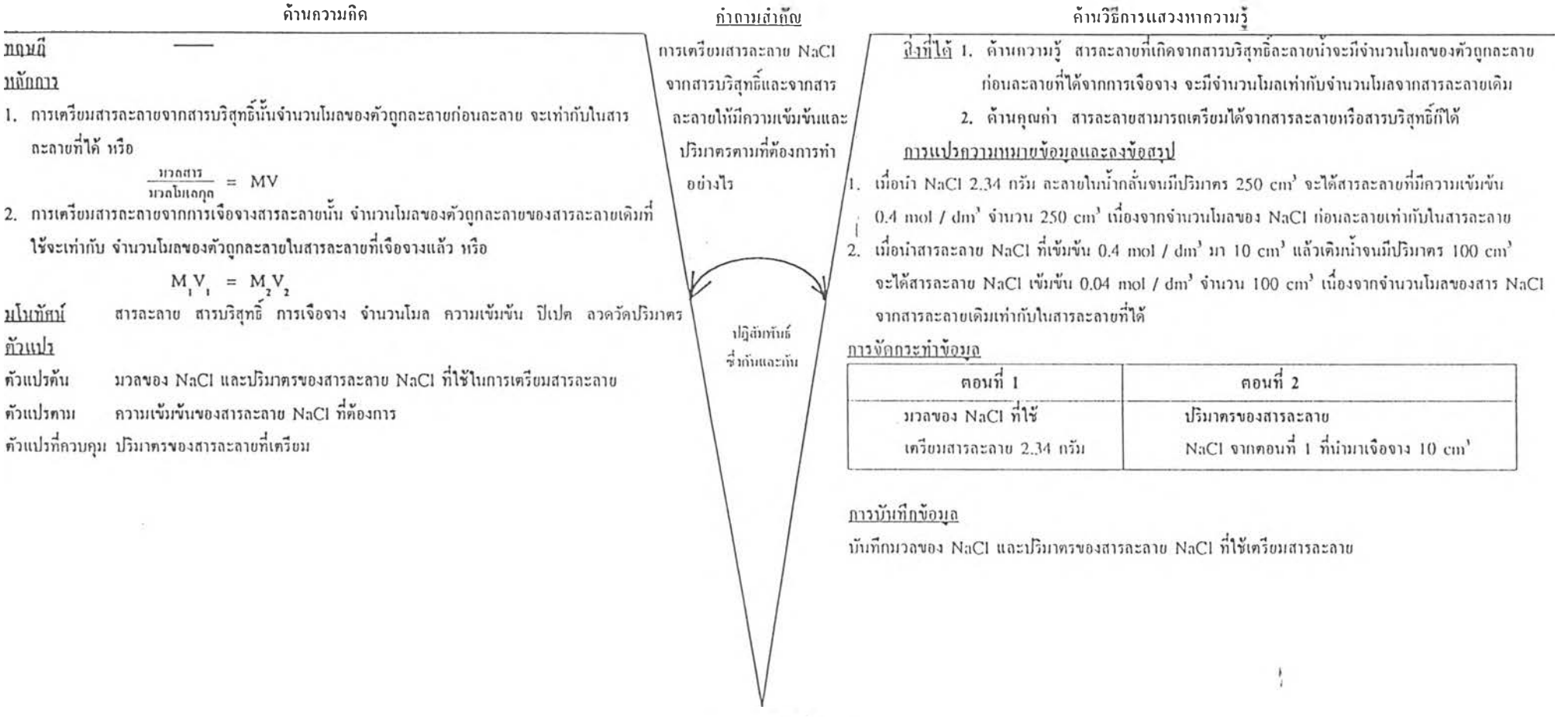
4.4 หาคำมาเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์โดยเขียนกำกับไว้ที่แต่ละเส้นที่ลาก

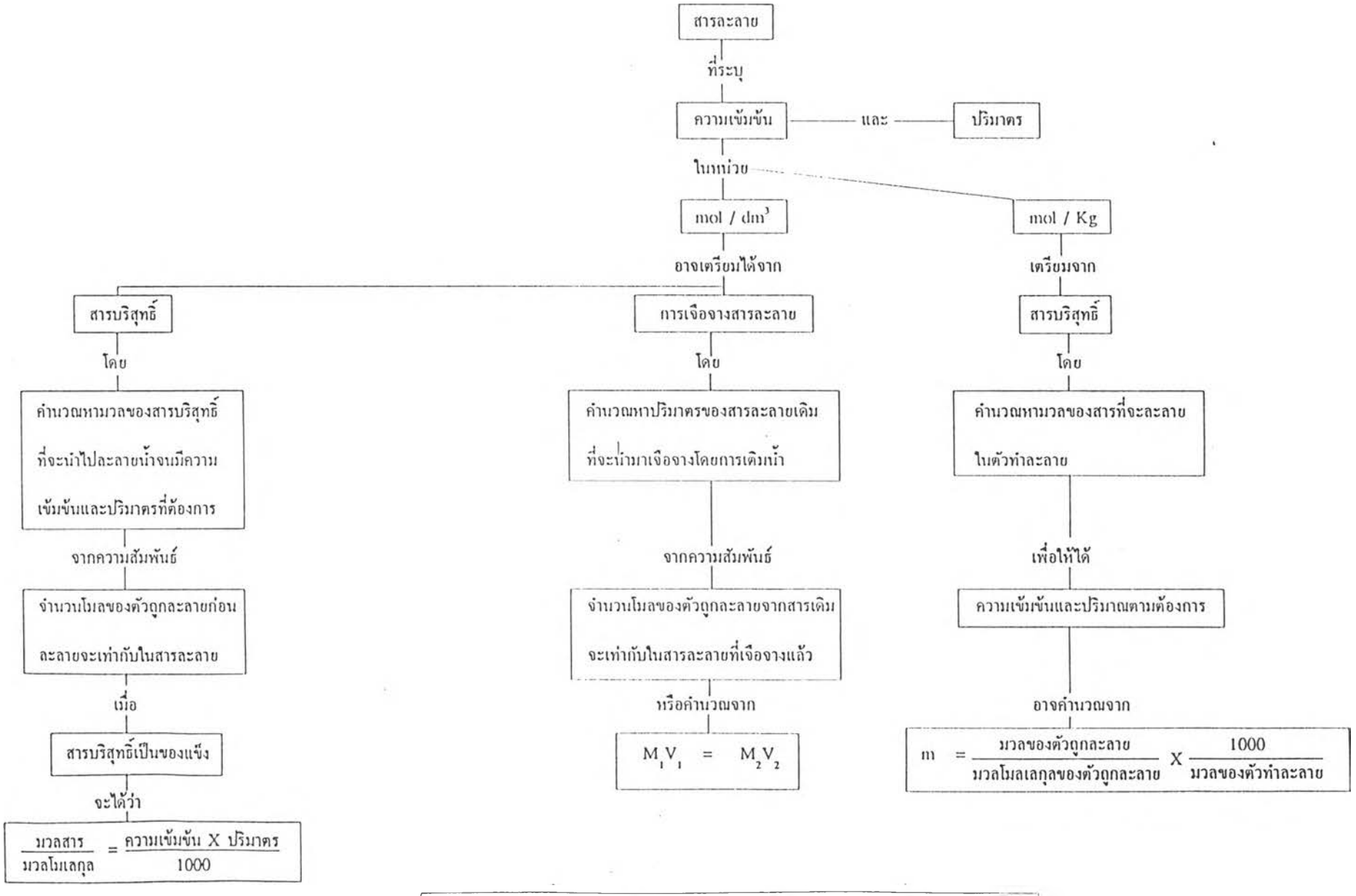
4.5 ปรับปรุงแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นแล้วคัดลอกลงสมุดแล้วส่งครู

6. ขั้นให้ข้อมูลป้อนกลับ ครูให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่นักเรียนสร้างขึ้นแล้วให้นักเรียนดูแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่ครูสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบรวมทั้งเฉลยแบบฝึกหัดให้นักเรียนทราบคำตอบที่ถูกต้องด้วย

สำหรับแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่ครูสร้างขึ้นเป็นดังนี้

แผนผังรูปตัววี สำหรับการทดลองที่ 8.1 เรื่อง การเตรียมสารละลาย





แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เรื่อง การเตรียมสารละลาย

คาบที่ 7-9 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย

จุดประสงค์ หลังจากนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารถ

1. ทำการทดลองเพื่อหาจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์ได้
2. บอกความแตกต่างระหว่างจุดเดือด จุดหลอมเหลว(จุดเยือกแข็ง)ของสารบริสุทธิ์กับสารละลายที่มีสารบริสุทธิ์นั้นเป็นตัวทำละลายได้
3. เปรียบเทียบจุดเดือด จุดหลอมเหลว(จุดเยือกแข็ง)ของสารละลายที่มีความเข้มข้นต่างกันได้
4. เปรียบเทียบจุดเดือด จุดหลอมเหลว(จุดเยือกแข็ง)ของสารละลายที่มีตัวถูกละลายต่างชนิดกันแต่มีความเข้มข้นเท่ากันได้

เนื้อหา

1. สารละลายที่มีตัวถูกละลายเป็นสารระเหยยากจะมีจุดเดือดสูงกว่าสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลายในสารละลายนั้น โดยที่จุดเดือดที่เพิ่มขึ้นจะแปรผันตามความเข้มข้น(หน่วยโมลต่อกิโลกรัม) ของสารละลายซึ่งอาจคำนวณได้จากความสัมพันธ์ดังนี้

$$T_b = K_b \times m \qquad \text{หรือ}$$

$$T_b = K_b \times \frac{m_2}{M} \times \frac{1000}{m_1}$$

เมื่อ T_b หมายถึง อุณหภูมิของจุดเดือดที่เพิ่มขึ้น

m หมายถึง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลต่อกิโลกรัม

K_b หมายถึง ค่าคงที่ในการเพิ่มของจุดเดือด

m_1 หมายถึง มวลของตัวทำละลาย มีหน่วยเป็นกรัม

m_2 หมายถึง มวลของตัวถูกละลาย มีหน่วยเป็นกรัม

M หมายถึง มวลโมเลกุลของตัวถูกละลาย

นอกจากนี้ สารละลายที่มีตัวถูกละลายต่างชนิดกันแต่มีความเข้มข้นเท่ากันจะมีจุดเดือดเท่ากัน

2. สารละลายที่มีตัวถูกละลายเป็นสารระเหยยากจะมีจุดหลอมเหลว(จุดเยือกแข็งต่ำกว่าสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลายในสารละลายนั้น โดยที่จุดหลอมเหลว(จุดเยือกแข็ง)ที่ลดลงจะแปรผันตามความเข้มข้น(หน่วยโมลต่อกิโลกรัม) ของสารละลายซึ่งอาจคำนวณได้จากความสัมพันธ์ดังนี้

$$T_f = K_f \times m \qquad \text{หรือ}$$

$$T_f = K_f \times \frac{m_2}{M} \times \frac{1000}{m_1}$$

เมื่อ T_f หมายถึง อุณหภูมิของจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งที่ลดลง

m หมายถึง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลต่อกิโลกรัม

K_f หมายถึง ค่าคงที่ในการลดลงของจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็ง

m_1 หมายถึง มวลของตัวทำละลาย มีหน่วยเป็นกรัม

m_2 หมายถึง มวลของตัวถูกละลาย มีหน่วยเป็นกรัม

M หมายถึง มวลโมเลกุลของตัวถูกละลาย

นอกจากนี้ สารละลายที่มีตัวถูกละลายต่างชนิดกันแต่มีความเข้มข้นเท่ากันจะมีจุดหลอมเหลว (จุดเยือกแข็ง) เท่ากัน

ขั้นตอนการสอน

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูทบทวนสมบัติของสารบริสุทธิ์กับสารละลายเกี่ยวกับความแตกต่างของจุดเดือดและจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็ง จากนั้นครูบอกหัวข้อที่จะเรียนว่าเป็นเรื่อง สมบัติบางประการของสารละลายเกี่ยวกับจุดเดือด จุดหลอมเหลว(จุดเยือกแข็ง)และบอกจุดประสงค์การเรียนรู้ของหัวข้อนี้แก่นักเรียน

2. ขั้นเสริมมโนทัศน์ที่นักเรียนขาด ครูใช้ข้อมูลจากแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานซึ่งได้ทดสอบก่อนการเรียนบทเรียนนี้ มาพิจารณาพบว่านักเรียนมีมโนทัศน์พื้นฐานสำหรับการเรียนหัวข้อนี้เกินร้อยละ 80 ดังนั้นครูจึงไม่ต้องสอนเสริมมโนทัศน์พื้นฐานเหล่านั้นก่อนการสอนเนื้อหาของหัวข้อนี้

3. ขั้นสอน

3.1 ครูให้สิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้า โดยบอกกับนักเรียนว่าก่อนที่จะเรียนเรื่องสมบัติบางประการของสารละลาย ครูอยากจะให้แนวความคิดบางอย่างที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจเรื่องที่จะเรียนได้ดียิ่งขึ้น แนวความคิดนั้นมีอยู่ว่า

> "จุดเดือด จุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของสารละลายเป็นสมบัติของสารละลายที่ขึ้นกับความเข้มข้นของสารละลาย(ในหน่วยโมลต่อกิโลกรัม)และชนิดของตัวทำละลาย แต่ไม่ขึ้นกับชนิดของตัวถูกละลาย"

3.2 ครูสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียนโดยดำเนินการดังนี้

1) ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อนำอภิปรายเกี่ยวกับจุดเดือด จุดหลอมเหลว(จุดเยือกแข็ง)ของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ดังนี้

-สารละลายกับสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลายในสารละลายนั้นสารใดจุดเดือดสูงกว่า

-สารละลายที่เข้มที่เข้มข้นมากกับสารละลายที่เข้มข้นน้อยอย่างไหนจะมีจุดเดือดสูงกว่า

-สารละลายกับสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลายในสารละลายนั้นสารใดจุดหลอมเหลวสูงกว่า

-สารละลายที่เข้มที่เข้มข้นมากกับสารละลายที่เข้มข้นน้อยอย่างไหนจะมีจุดหลอมเหลวสูงกว่า

-สารละลายที่มีความเข้มข้นเท่ากัน มีตัวทำละลายชนิดเดียวกันแต่ตัวถูกละลายเป็นสารคนละชนิดจะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวเท่ากันหรือไม่

2) ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 8.2 เรื่องการหาจุดเดือดของสารละลายและสารบริสุทธิ์ โดยแบ่งขั้นตอนในการสอนปฏิบัติการทดลองเป็น 3 ขั้นดังนี้

อภิปรายก่อนการทดลอง ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับ คำถามสำคัญ หลักการ และมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์ที่ศึกษา ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรที่ควบคุม และสมมุติฐาน วัตถุหรือเหตุการณ์ที่ศึกษา การบันทึกข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูล แล้วให้นักเรียนเขียนแผนผังรูปตัววีโดยให้ระบุองค์ประกอบของแผนผังรูปตัววีในส่วนของ คำถามสำคัญ หลักการ และ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์ที่ศึกษา ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรที่ควบคุม และสมมุติฐาน วัตถุหรือเหตุการณ์ที่ศึกษา การบันทึกข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูล

การทดลอง ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 8.2 ตามวิธีการทดลองในแบบเรียนของนักเรียน แล้วบันทึกผลการทดลองและจัดกระทำข้อมูลตามที่อภิปรายไว้

อภิปรายหลังการทดลอง ครูใช้ผลการทดลองของนักเรียนและข้อมูลบางส่วนในแบบเรียนอภิปรายร่วมกับนักเรียนเพื่อแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปและให้นักเรียนระบุการแปลความหมายข้อมูลและการสรุปผลการทดลอง รวมทั้งระบุความรู้ที่ได้และคุณค่าที่ได้จากการทดลองนี้

3) ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 8.3 เรื่อง การหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย โดยแบ่งขั้นตอนในการสอนปฏิบัติการทดลองออกเป็น 3 ขั้นดังนี้

อภิปรายก่อนการทดลอง ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับ คำถามสำคัญ หลักการ และมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์ที่ศึกษา ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรที่ควบคุม และสมมุติฐาน วัตถุหรือเหตุการณ์ที่ศึกษา การบันทึกข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูลแล้วให้นักเรียนเขียนแผนผังรูปตัววีโดยให้ระบุองค์ประกอบของแผนผังรูปตัววีในส่วนของ คำถามสำคัญ หลักการ และ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์ที่ศึกษา ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรที่ควบคุม และสมมุติฐาน วัตถุหรือเหตุการณ์ที่ศึกษา การบันทึกข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูล

การทดลอง ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 8.3 ตามวิธีการทดลองในแบบเรียนของนักเรียน แล้วบันทึกผลการทดลองและจัดกระทำข้อมูลตามที่อภิปรายไว้

อภิปรายหลังการทดลอง ครูใช้ผลการทดลองของนักเรียนและข้อมูลบางส่วนในแบบเรียนอภิปรายร่วมกับนักเรียนเพื่อแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปและให้นักเรียนระบุการแปลความหมายข้อมูลและการสรุปผลการทดลอง รวมทั้งระบุความรู้ที่ได้และคุณค่าที่ได้จากการทดลองนี้

4. ขั้นสรุป ครูให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เรื่อง จุดเดือด จุดหลอมเหลว(จุดเยือกแข็ง)ของสารละลายและสารบริสุทธิ์ โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ให้นักเรียนระบุมโนทัศน์ที่สำคัญของเรื่องที่ได้เรียนในแผ่นกระดาษ

4.2 ให้นักเรียนจัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่แคบ

4.3 ลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ทุกมโนทัศน์

4.4 หาคำมาเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์โดยเขียนกำกับไว้ที่แต่ละเส้นที่ลาก

4.5 ปรับปรุงแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นแล้วคัดลอกลงสมุดแล้วส่งครู

5. ขั้นประเมินผล ครูประเมินความเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จาก

1.กรอบมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่นักเรียนสร้างขึ้นโดยนำไปตรวจให้คะแนน

2.ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 8.2 ข้อ 1-3

จากนั้นครูจึงให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่นักเรียนสร้างขึ้นแล้วให้นักเรียนดูแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่ครูสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบรวมทั้งเฉลยแบบฝึกหัดให้นักเรียนทราบคำตอบที่ถูกต้องด้วย

สำหรับแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่ครูสร้างขึ้นเป็นดังนี้

แผนผังรูปตัววี สำหรับการทดลองที่ 8.2 เรื่อง การหาจุดเดือดของสารละลายและสารบริสุทธิ์

ด้านความคิด

ทฤษฎี —

หลักการ 1. จุดเดือดของสารละลายที่มีตัวถูกละลายเป็นสารระเหยยากจะสูงกว่าสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลาย

2. จุดเดือดที่เพิ่มขึ้นของสารละลายจะแปรผันตามความเข้มข้นในหน่วย ml/Kg

3. สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน แต่มีตัวถูกละลายต่างชนิดกัน เมื่อมีความเข้มข้นในหน่วย mol/Kgเท่ากัน จะมีจุดเดือดเท่ากัน

มโนทัศน์ จุดเดือด สารละลาย สารบริสุทธิ์ ความเข้มข้นในหน่วย mol/Kg

ข้อเท็จจริง 1. ณ จุดเดือด ความดันไอของสารจะเท่ากับความดันของบรรยากาศ และจะมีฟองไอเกิดขึ้นขณะเดือด

2. จุดเดือดของกลีเซลรอลและโอลีอิก สูงกว่า เอธานอล

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ความเข้มข้นของสาร

ตัวแปรตาม จุดเดือดของสาร

ตัวแปรที่ควบคุม ปริมาณสารที่ใช้ในการทดลอง

คำถามสำคัญ

1. สารละลายและสารบริสุทธิ์มีจุดเดือดต่างกันอย่างไร
2. จุดเดือดของสารละลายที่เข้มข้นต่างกัน จะแตกต่างกันหรือไม่
3. สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน แต่ตัวถูกละลายต่างกัน เมื่อเข้มข้นเท่ากัน จุดเดือดจะเท่ากันหรือไม่

ด้านการแสวงหาความรู้

สิ่งที่ได้ **ด้านความรู้** 1. สารละลายที่มีตัวถูกละลายเป็นสารระเหยยาก จะมีจุดเดือดสูงกว่าสารบริสุทธิ์

2. จุดเดือดของสารละลายที่เพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลายและความเข้มข้นของสารละลายในหน่วย ml/Kg

ด้านคุณค่า เมื่อทราบจุดเดือดที่เพิ่มขึ้นสามารถหาความเข้มข้นของสารละลายได้

การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

1. จุดเดือดของเอธานอลต่ำกว่าสารละลาย กลีเซอรอลและโอลีอิกในเอธานอล แสดงว่าสารละลายมีจุดเดือดสูงกว่าสารบริสุทธิ์
2. สารละลายกลีเซอรอลและโอลีอิกในเอธานอลที่เข้มข้นกว่าจะทำให้จุดเดือดของสารละลายเพิ่มมากกว่าสารละลายที่เจือจางกว่า แสดงว่าจุดเดือดของสารละลายแปรผันตามความเข้มข้นในหน่วย mol/Kg ของสารละลาย
3. สารละลายกลีเซอรอล และโอลีอิกในเอธานอลที่เข้มข้นเท่ากัน จุดเดือดจะเท่ากัน แสดงว่าจุดเดือดของสารละลายขึ้นกับตัวทำละลายและความเข้มข้น

การจัดทำข้อมูล

สาร	ความเข้มข้น (ml/Kg)	จุดเดือด (°C)	จุดเดือดที่เพิ่มขึ้น
เอธานอล	-	78	0
กลีเซอรอลในเอธานอล	2.0	80	2.0
กลีเซอรอลในเอธานอล	4.0	83	5.0
โอลีอิกในเอธานอล	2.0	80.5	2.5
โอลีอิกในเอธานอล	4.0	82.5	4.5

บันทึกข้อมูล บันทึกความเข้มข้นของสาร จุดเดือดของสารและค่าจุดเดือด

เหตุการณ์ / วัตถุที่ศึกษา

การทดลองหาจุดเดือดของเอธานอล สารละลายกลีเซอรอลในเอธานอล และสารละลาย โอลีอิกในเอธานอล ตามการทดลอง 8.2

แผนผังรูปตัววี สำหรับการทดลองที่ 8.3 เรื่อง การหาจุดหลอมเหลวของสารละลายและสารบริสุทธิ์

ด้านความคิด

ทฤษฎี —

มโนมติ

1. สารบริสุทธิ์มีจุดหลอมเหลวค่อนข้างคงที่ คือช่วงการหลอมเหลวจะแคบ
2. สารละลายจะมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลาย เมื่อตัวถูกละลายเป็นสารระเหยยาก
3. จุดหลอมเหลวของสารละลายที่ลดลง จะแปรผันตามความเข้มข้นในหน่วย mol/Kg
4. สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน แต่ตัวถูกละลายต่างชนิดกันถ้าความเข้มข้นในหน่วย mol/Kg เท่ากัน จุดหลอมเหลวจะเท่ากัน

มโนทัศน์ จุดหลอมเหลว สารละลาย สารบริสุทธิ์ กลอดกะมิลารี กรดเบนโซอิก แนพธาลีน พีนิลเบนซีน

ข้อเท็จจริง จุดหลอมเหลวของ แนพธาลีน สูงกว่ากรดเบนโซอิกและพีนิลเบนซีน

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ตัวแปรต้น ความเข้มข้นของสาร

ตัวแปรตาม จุดหลอมเหลวของสาร

ตัวแปรที่ควบคุม ปริมาณสารที่ใช้ในการทดลอง

คำถามสำคัญ

1. จุดหลอมเหลวของสารละลายต่างจากสารบริสุทธิ์อย่างไร
2. สารละลายที่มีความเข้มข้นต่างกัน จะทำให้จุดหลอมเหลวต่างกันอย่างไร
3. สารละลายที่มีความเข้มข้นเท่ากัน จุดหลอมเหลวจะเท่ากันหรือไม่

ด้านการแสวงหาความรู้

สิ่งที่ได้ **ด้านความรู้**

1. สารละลายจะมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าสารบริสุทธิ์
2. จุดหลอมเหลวที่ลดลงของสารละลายจะแปรผันตามความเข้มข้นของสารละลาย
3. สารละลายที่มีความเข้มข้นเท่ากัน จุดหลอมเหลวจะเท่ากัน

ด้านทักษะ

1. เมื่อทราบจุดหลอมเหลวของสารละลายสามารถหาความเข้มข้นของสารละลายได้
2. เมื่อทำให้สารบริสุทธิ์ให้เป็นสารละลาย จะลดจุดหลอมเหลวได้

การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

1. จุดหลอมเหลวของแนพธาลีนสูงกว่าจุดหลอมเหลวของสารละลายกรดเบนโซอิกและพีนิลเบนซีนในแนพธาลีน แสดงว่า สารละลายจะมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลาย
2. สารละลายกรดเบนโซอิกและพีนิลเบนซีนในแนพธาลีนที่เข้มข้นมากกว่าจะทำให้จุดหลอมเหลวลดลงมากกว่า แสดงว่า จุดหลอมเหลวที่ลดลงแปรผันตามความเข้มข้นของสารละลาย
3. สารละลายกรดเบนโซอิกและพีนิลเบนซีนในแนพธาลีนที่เข้มข้นเท่ากันจะมีจุดหลอมเหลวใกล้เคียงกันมาก แสดงว่า จุดหลอมเหลวของสารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน แต่ตัวถูกละลายต่างกันเมื่อเข้มข้นเท่ากันจะมีจุดหลอมเหลวเท่ากันหรือใกล้เคียงกันมาก

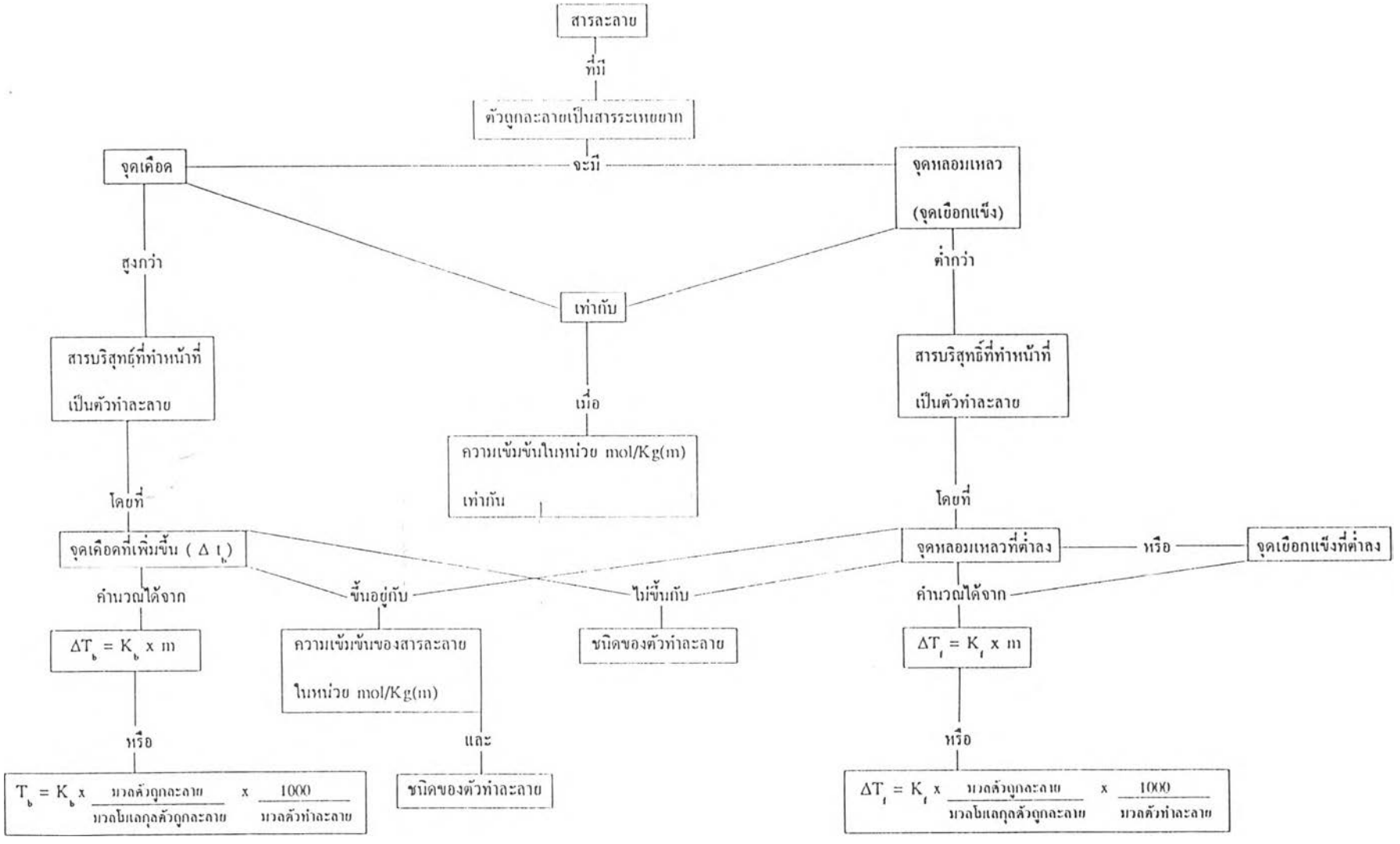
การจัดกระทำข้อมูล

สาร	ความเข้มข้น mol/Kg	อุณหภูมิ เริ่มหลอม	อุณหภูมิ หลอมหมด	ช่วงอุณหภูมิที่หลอมเหลว	จุดหลอมเหลว	จุดหลอมเหลวที่ต่ำลง
แนพธาลีน	-	80	81	1.0	80.5	-
กรดเบนโซอิกในแนพธาลีน	0.5	74.5	79.5	5.0	77.0	3.5
กรดเบนโซอิกในแนพธาลีน	2.0	63.0	69.0	4.0	66.0	14.5
พีนิลเบนซีนในแนพธาลีน	0.5	75.5	79.0	4.5	77.25	3.25
พีนิลเบนซีนในแนพธาลีน	2.0	64.0	70.0	6.0	67.0	13.5

การสื่อสารข้อมูล นักเรียนอุณหภูมิขณะเริ่มหลอมเหลวและขณะหลอมเหลวหมด

เหตุการณ์ / วัตถุที่เกี่ยวข้อง

ทดลองหาจุดหลอมเหลวของแนพธาลีน สารละลายกรดเบนโซอิกในแนพธาลีนและ
สารละลายพีนิลเบนซีนในแนพธาลีน ตามรายละเอียดของการทดลองที่ 8.3



แผนผังมโนทัศน์ เรื่อง สมบัติเกี่ยวกับจุดเดือด จุดหลอมเหลว หรือจุดเยือกแข็งของสารละลาย

คาบที่ 10-13 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ของก๊าซ

จุดประสงค์การเรียนรู้ หลังจากนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารถ

1. ทำการทดลองเพื่อหาอัตราส่วนโดยปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันกับก๊าซที่ได้จากปฏิกิริยาได้
2. สรุปใจความสำคัญของกฎของเกย์ลูสแซคได้
3. สรุปใจความสำคัญของสมมุติฐานของอาโวกาโดรได้
4. คำนวณหาสูตรโมเลกุลของกาซจากปฏิกิริยาได้

เนื้อหา

1. กฎของเกย์ลูสแซค กล่าวว่า "อัตราส่วนโดยปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันและก๊าซที่ได้จากปฏิกิริยาซึ่งวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะเป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อยๆเสมอ"

2. สมมุติฐานของอาโวกาโดร กล่าวว่า "ก๊าซที่มีปริมาตรเท่ากันวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน จะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน"

3. จากกฎของเกย์ลูสแซคและกฎของอาโวกาโดรสามารถนำมาวิเคราะห์แล้วได้ข้อสรุปเพิ่มเติมได้ว่า อัตราส่วนโดยปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันและก๊าซที่ได้จากปฏิกิริยาซึ่งวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะเป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อยๆเสมอและเท่ากับอัตราส่วนโดยจำนวนโมเลกุลของกาซเหล่านั้นนั่นเอง ซึ่งสามารถนำหลักการนี้ไปหาสูตรโมเลกุลของก๊าซได้

4. การหาสูตรโมเลกุลของก๊าซจากปฏิกิริยาหาได้โดยดำเนินการดังนี้

4.1 หาอัตราส่วนโดยปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันและก๊าซที่ได้จากปฏิกิริยา

4.2 หาอัตราส่วนโดยจำนวนโมเลกุลของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันและก๊าซที่ได้จากปฏิกิริยา

4.3 หาว่าโมเลกุลของกาซที่ต้องการหาสูตรโมเลกุลประกอบด้วยธาตุใดบ้างอย่างละกี่อะตอม

ขั้นตอนการสอน

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูทบทวนสมบัติของปริมาตรของก๊าซว่า เปลี่ยนแปลงได้ตามปัจจัยอะไรบ้าง (คำตอบคือเปลี่ยนแปลงตาม อุณหภูมิ ความดัน และจำนวนโมลของก๊าซ) จากนั้นถามคำถามนักเรียนว่า ถ้าก๊าซ 2 ชนิดทำปฏิกิริยากันเกิดเป็นก๊าซชนิดใหม่ อัตราส่วนโดยปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยากันและก๊าซที่ได้จากปฏิกิริยากันจะเป็นอย่างไร และก๊าซต่างชนิดกันถ้าวัดปริมาตรได้เท่ากัน ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะมีอะไรเท่ากัน นักเรียนอาจตอบไม่ได้ซึ่งครูจะกล่าวเสริมว่านักเรียนจะสามารถตอบได้หลังจากได้เรียนเรื่องปริมาณสัมพันธ์ของก๊าซซึ่งจะได้เรียนในการเรียนครั้งนี้ จากนั้นครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ของหัวข้อนี้ให้นักเรียนทราบ

2. ขั้นเสริมมโนทัศน์ที่นักเรียนขาด ครูใช้ข้อมูลจากแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานซึ่งได้ทดสอบก่อนการเรียนบทเรียนนี้ มาพิจารณาพบว่านักเรียนมีมโนทัศน์พื้นฐานสำหรับการเรียนหัวข้อนี้ไม่ถึงร้อยละ 80 เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับปริมาตรของก๊าซ จำนวนโมลกับจำนวนโมเลกุลของก๊าซ ครูจึงสอนเสริมดังนี้

ก๊าซใด ๆ 1 โมลจะมีปริมาตร 22.4 dm^3 ที่ S.T.P. ดังนั้นถ้าจำนวนโมลของก๊าซเพิ่มขึ้น ปริมาตรของก๊าซจะเพิ่มขึ้นด้วย และก๊าซใด ๆ 1 โมลจะมีจำนวน 6.02×10^{23} โมเลกุล จากความสัมพันธ์ดังกล่าวจะได้ว่าเมื่อจำนวนโมลของก๊าซหรือปริมาตรของก๊าซเท่ากัน จำนวนโมเลกุลของก๊าซจะมีเท่ากัน

3. ขั้นสอน

3.1 ครูนำเสนอมโนทัศน์ล่วงหน้าแก่นักเรียนโดยกล่าวว่า ก่อนที่จะเรียนเรื่องปริมาณสัมพันธ์ของก๊าซครูจะให้แนวความคิดบางอย่างที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเรื่องนี้ได้ดีขึ้น แนวความคิดดังกล่าวมีดังนี้

> "ในปฏิกิริยาของก๊าซถ้านำปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันและก๊าซที่ได้จากปฏิกิริยามาทำอัตราส่วนจะได้อัตราส่วนโดยปริมาตรที่เป็นเลขลงตัวได้แต่จะไม่เท่ากัน และอัตราส่วนโดยปริมาตรดังกล่าวจะเท่ากับอัตราส่วนโดยจำนวนโมเลกุลของก๊าซ"

3.2 ครูให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียนโดยดำเนินการดังนี้

1) ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 8.4 เรื่อง การศึกษาปริมาตรของก๊าซในปฏิกิริยาระหว่างออกซิเจนกับไนโตรเจนมอนอกไซด์ โดยแบ่งขั้นตอนในการสอนปฏิบัติการทดลองเป็น 3 ขั้นดังนี้

อภิปรายก่อนการทดลอง ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับ คำถามสำคัญ หลักการ และมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์ที่ศึกษา ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรที่ควบคุม และสมมุติฐาน วัตถุหรือเหตุการณ์ที่ศึกษา การบันทึกข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูลแล้วให้นักเรียนเขียนแผนผังรูปตัววีโดยให้ระบุองค์ประกอบของแผนผังรูปตัววีในส่วนของ คำถามสำคัญ หลักการ และ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์ที่ศึกษา ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรที่ควบคุม และสมมุติฐาน วัตถุหรือเหตุการณ์ที่ศึกษา การบันทึกข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูล

การทดลอง ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 8.4 ตามวิธีการทดลองในแบบเรียนของนักเรียน แล้วบันทึกผลการทดลองและจัดกระทำข้อมูลตามที่ได้อภิปรายไว้

อภิปรายหลังการทดลอง ครูใช้ผลการทดลองของนักเรียนและข้อมูลบางส่วนในแบบเรียน อภิปรายร่วมกับนักเรียนเพื่อแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปและให้นักเรียนระบุการแปลความหมายข้อมูลและการสรุปผลการทดลอง รวมทั้งระบุความรู้ที่ได้และคุณค่าที่ได้จากการทดลองนี้

3.6 ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจกฎของเกย์ลูสแซค และการนำกฎนี้ไปใช้

3.7 ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจสมมุติฐานของอาโวกาโดร

3.8 ครูอธิบายการนำความรู้เกี่ยวกับกฎของเกย์ลูสแซค และสมมุติฐานของอาโวกาโดรไปใช้ในการคำนวณหาสูตรโมเลกุลของก๊าซจากปฏิกิริยาพร้อมทั้งยกตัวอย่างการคำนวณประกอบ

4.ขั้นสรุป ครูให้นักเรียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ของก๊าซตามลำดับขั้นดังนี้

4.1 ให้นักเรียนระบุมโนทัศน์ที่สำคัญของเรื่องที่ได้เรียนในแผ่นกระดาษ

4.2 ให้นักเรียนจัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่แคบ

4.3 ลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ทุกมโนทัศน์

4.4 หาคำมาเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์โดยเขียนกำกับไว้ที่แต่ละเส้นที่ลาก

4.5 ปรับปรุงแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นแล้วคัดลอกลงสมุดแล้วส่งครู

5.ขั้นประเมินผล ครูประเมินความเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จาก

1.แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่นักเรียนสร้างขึ้น

2.ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 8.3 ข้อ 1-5

จากนั้นครูให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่นักเรียนสร้างขึ้นแล้วให้นักเรียนดูแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่ครูสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบรวมทั้งเฉลยแบบฝึกหัดให้นักเรียนทราบคำตอบที่ถูกต้องด้วย

สำหรับแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่ครูสร้างขึ้นเป็นดังนี้

แผนผังรูปตัววี สำหรับการทดลองที่ 8.4 เรื่อง การศึกษาปริมาณของก๊าซในการปฏิกิริยาระหว่าง O2 กับ NO

ด้านความคิด

ทฤษฎี ——

หลักการ จากกฎของเกย์ลูสแซค ซึ่งกล่าวว่า'อัตราส่วนโดยปริมาตรของก๊าซที่เข้าทำปฏิกิริยาพอดีกันและก๊าซที่ได้จากปฏิกิริยาซึ่งวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน จะเป็นอัตราส่วนที่เป็นเลขลงตัวน้อย ๆ'

มโนทัศน์ อัตราส่วนโดยปริมาตร, ก๊าซ NO, ก๊าซ o2

ข้อเท็จจริง

1. $3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$
2. $2KMnO_4 \xrightarrow{\Delta} K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$
3. $2NO + O_2 \rightarrow NO_2$ (ละลายน้ำได้ดี)
   ไม่มีสี ไม่มีสี สีน้ำตาลแดง

ตัวแปรที่ศึกษา อัตราส่วนโดยปริมาตรของ NO : O_2 : NO_2

ตัวแปรที่ควบคุม ปริมาตรของ NO และ O_2

คำถามสำคัญ

อัตราส่วนโดยปริมาตรของก๊าซ NO, O_2 และ NO_2 ที่ได้จากปฏิกิริยาจะเป็นอย่างไร ?

ปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

ด้านวิธีแสวงหาความรู้

สิ่งที่ได้ ด้านความรู้

1. อัตราส่วนโดยปริมาตรของก๊าซที่เข้าทำปฏิกิริยากัน ณ อุณหภูมิและความดัน จะเป็นอัตราส่วนที่เป็นเวลาลงตัวน้อย ๆ
2. ปริมาตรของก๊าซก่อนกับหลังปฏิกิริยาอาจไม่เท่ากันก็ได้

การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

1. การทดลองทั้ง 3 ครั้ง จะมีก๊าซเหลือ 10 cm^3 ซึ่งเมื่อนำก๊าซที่เหลือไปทำปฏิกิริยากับ NO จะได้ก๊าซสีน้ำตาลแดงแสดงว่า อัตราส่วนโดยปริมาตรของ NO : O_2 = 2 : 1 ทุกครั้งโดยก๊าซที่เหลือ คือ O_2
2. ปริมาตรของ NO และ O_2 ก่อนทำปฏิกิริยากันเมื่อรวมกันไม่เท่ากับปริมาตรของก๊าซที่ได้จากปฏิกิริยา แสดงว่าในการทำปฏิกิริยาของก๊าซ ปริมาตรก่อนปฏิกิริยาอาจไม่เท่ากันหลังปฏิกิริยาก็ได้

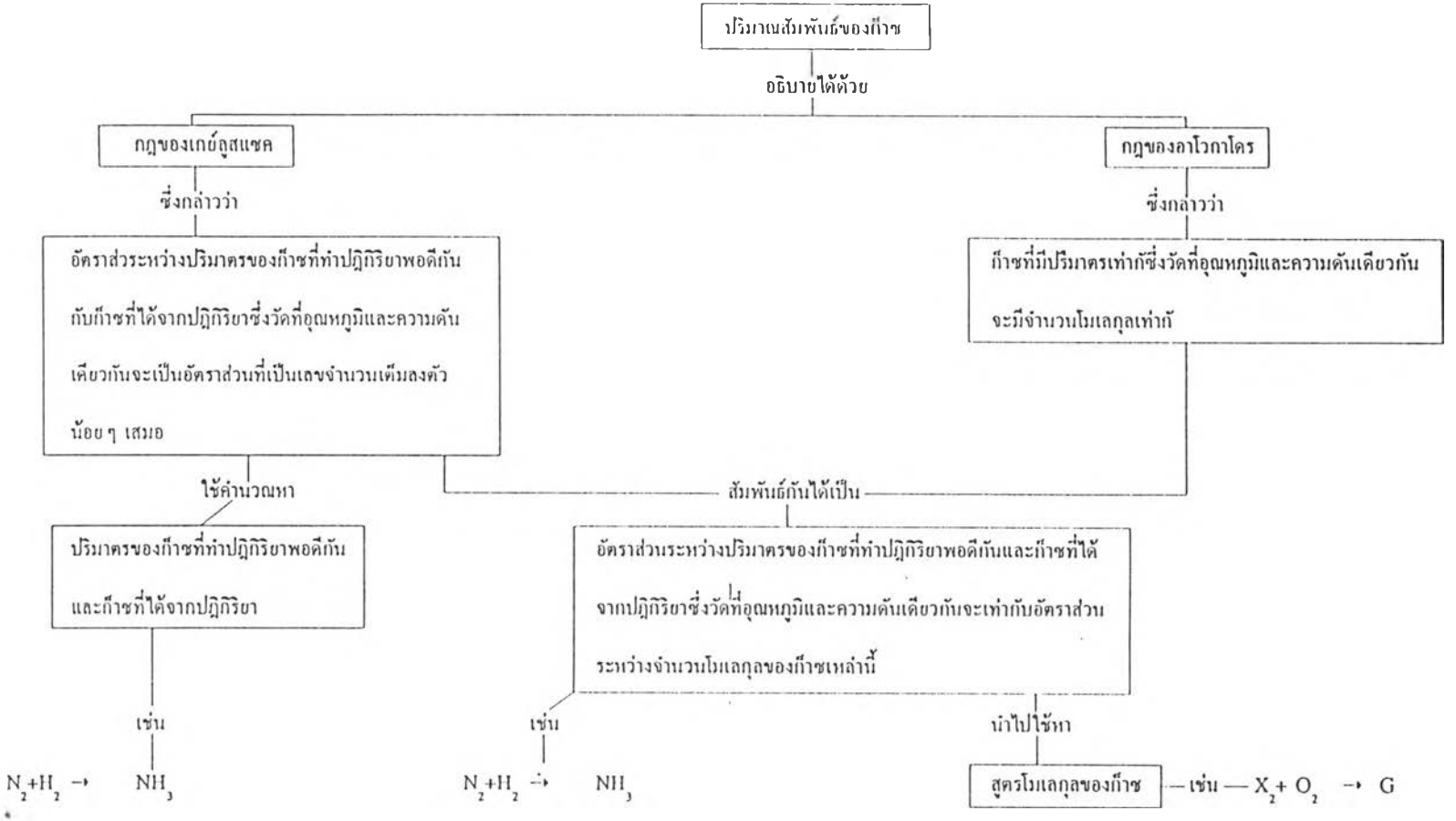
การจัดกระทำข้อมูล

การทดลองที่	ปริมาตรก๊าซ NO (cm^3)	ปริมาตรก๊าซ O_2 (cm^3)	ปริมาตรก๊าซที่เหลือ (cm^3)	การเปลี่ยนแปลงนำก๊าซที่เหลือไปทำปฏิกิริยากับ NO
1	20	20	10	ได้ก๊าซสีน้ำตาลแดง
2	20	20	10	"
3	20	20	10	"

การบันทึกข้อมูล บันทึกปริมาตรของ NO และ O_2 และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการนำก๊าซที่เหลือจากปฏิกิริยาไปทำปฏิกิริยากับ NO

เหตุการณ์ / วัตถุที่ศึกษา

ทดลองการทำปฏิกิริยาของ NO และ O_2 ตามการทดลองที่ 8.4


ปริมาณสัมพันธ์ของก๊าซ
อธิบายได้ด้วย
กฎของเกย์ลูสแซค
กฎของอาโวกาโดร
ซึ่งกล่าวว่า
ซึ่งกล่าวว่า
อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันกับก๊าซที่ได้จากปฏิกิริยาซึ่งวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะเป็นอัตราส่วนที่เป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อย ๆ เสมอ
ก๊าซที่มีปริมาตรเท่ากันซึ่งวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน
ใช้คำนวณหา
สัมพันธ์กันได้เป็น
ปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันและก๊าซที่ได้จากปฏิกิริยา
อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันและก๊าซที่ได้จากปฏิกิริยาซึ่งวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะเท่ากับอัตราส่วนระหว่างจำนวนโมเลกุลของก๊าซเหล่านี้
เช่น
เช่น
นำไปใช้หา
สูตรโมเลกุลของก๊าซ
เช่น
N2+H2 → NH3
20 cm3 60 cm3 40 cm3
อัตราส่วนโดยปริมาตร = 1 : 3 : 2
ถ้าใช้ N2 และ H2 อย่างละ 60 cm3
จะได้ NH3 40 cm3 และเหลือ
N2 40 cm3
N2+H2 → NH3
20 cm3 60 cm3 40 cm3
อัตราส่วนโดยปริมาตร = 1 : 3 : 2
ถ้า 1 cm3 มี n โมเลกุล
อัตราส่วนโดยจำนวนโมเลกุล = n : 3n : 2n
= 1 : 3 : 2
X2+O2 → G
50 cm3 125 cm3 50 cm3
อัตราส่วนโดยปริมาตร = 2 : 5 : 2 = อัตราส่วนโดยจำนวนโมเลกุล
∴2X2+5O2 → 2 G
2X2+5O2 → 2XmOn
ซึ่ง XmOn = X2O5

คาบที่ 14-16 เรื่อง การหาสูตรเอมพิริกัล สูตรโมเลกุลและการคำนวณหามวลเป็นร้อยละจากสูตร

จุดประสงค์การเรียนรู้ หลังจากที่นักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารถ

1. คำนวณหาสูตรเอมพิริกัล เมื่อทราบมวลและมวลอะตอมของธาตุองค์ประกอบได้

2. คำนวณหาสูตรโมเลกุลของสาร เมื่อทราบสูตรเอมพิริกัล และมวลโมเลกุลของสารได้

3. คำนวณหามวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบหรือโมเลกุลของน้ำจากสูตรที่กำหนดให้ได้

เนื้อหา

1. สูตรเอมพิริกัล มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า สูตรอย่างง่าย ซึ่งเป็นสูตรของสารที่แสดงอัตราส่วนโดยจำนวนอะตอมอย่างต่ำของธาตุที่เป็นองค์ประกอบซึ่งย่อมาจากสูตรโมเลกุลอีกทีหนึ่ง สูตรเอมพิริกัลหาได้เมื่อเราทราบมวลและมวลอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบโดยดำเนินการดังนี้

1) หามวลของธาตุแต่ละชนิดที่มีอยู่ในสารที่ต้องการหาสูตรเอมพิริกัลตามปริมาณที่นำมาวิเคราะห์หรือทดลอง

2) หาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุแต่ละชนิดที่เป็นองค์ประกอบ

3) หาอัตราส่วนโดยโมลที่เป็นเลขลงตัวอย่างต่ำของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ

4) หาอัตราส่วนโดยจำนวนอะตอมที่เป็นเลขลงตัวอย่างต่ำของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ จะได้สูตรเอมพิริกัลของสารที่นำมาวิเคราะห์

อัตราส่วนโดยโมลที่เป็นเลขลงตัวอย่างต่ำของธาตุที่เป็นองค์ประกอบจะเท่ากับอัตราส่วนโดยจำนวนอะตอมที่เป็นเลขลงตัวอย่างต่ำของธาตุที่เป็นองค์ประกอบนั่นเอง

2. สูตรโมเลกุล เป็นสูตรของสารที่แสดงให้ทราบถึงจำนวนอะตอมที่มีอยู่ในสารนั้น 1 โมเลกุล สามารถหาได้เมื่อทราบสูตรเอมพิริกัล และมวลโมเลกุลของสารนั้น ซึ่งอาจหาได้โดยอาศัยความสัมพันธ์ดังนี้

$$(\text{สูตรเอมพิริกัล})_n = \text{สูตรโมเลกุล}$$

เมื่อ n คือจำนวนเท่าที่สูตรเอมพิริกัลย่อลงไปจากสูตรโมเลกุล จะได้ว่า

$$(\text{มวลของสูตรอย่างง่าย})_n = \text{มวลโมเลกุล}$$

เมื่อหาค่า n ได้ ก็จะได้สูตรสูตรโมเลกุลของสารนั้น โดยใช้ค่า n คูณกับสูตรเอมพิริกัล

3. การหามวลร้อยละของธาตุที่เป็นองค์ประกอบจากสูตร เป็นการหาว่าธาตุที่เป็นองค์ประกอบมีมวลที่ประกอบอยู่ในสารนั้นจำนวน 1 โมล คิดเป็นร้อยละเท่าไร โดยสามารถดำเนินการดังนี้

3.1 หามวลโมเลกุลของสาร จะทำให้ทราบว่าสารนั้น 1 โมล มีมวลกี่กรัม

3.2 หามวลของธาตุองค์ประกอบที่ต้องการหามวลร้อยละที่มีอยู่ในสารนั้น 1 โมล

3.3 หาร้อยละโดยมวลของธาตุนั้น โดยอาจใช้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{มวลร้อยละของธาตุ X} = \frac{\text{มวลของธาตุX ในสารนั้น 1 โมล}}{\text{มวลโมเลกุลของสารนั้น}} \times 100$$

ถ้าต้องการหามวลร้อยละของน้ำในสารประกอบก็อาจหาได้ดังนี้

$$\text{มวลร้อยละของน้ำในสารประกอบ} = \frac{\text{มวลของน้ำในสารนั้น 1 โมล}}{\text{มวลโมเลกุลของสารนั้น}} \times 100$$

ขั้นตอนการสอน

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูถามนักเรียนดังนี้

1) สูตรเคมี มีความหมายอย่างไร

2) สูตรเคมีมีกี่ประเภท อะไรบ้าง

จากนั้นครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าสิ่งที่จะได้เรียนต่อไปนี้เป็นเรื่อง การหาสูตรเอมพิริกัล สูตรโมเลกุลและการหามวลร้อยละของธาตุที่เป็นองค์ประกอบจากสูตร แล้วแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ของหัวข้อนี้ให้นักเรียนทราบ

2. ขั้นเสริมมโนทัศน์ที่นักเรียนถาด ครูใช้ข้อมูลจากแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานซึ่งได้ทดสอบก่อนการเรียนบทเรียนนี้ มาพิจารณาพบว่านักเรียนมีมโนทัศน์พื้นฐานสำหรับการเรียนหัวข้อนี้ไม่ถึงร้อยละ 80 คือ ความหมายของสูตรเอมพิริกัล ความหมายของสูตรโมเลกุล ครูจึงสอนเสริมโดยให้ความความรู้เพิ่มเติมดังนี้

สูตรเอมพิริกัล เป็นสูตรเคมีที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในสารนั้น ส่วนสูตรโมเลกุล เป็นสูตรเคมีที่แสดงให้ทราบว่าสารนั้นประกอบด้วยธาตุใดบ้างอย่างละกี่อะตอม เช่น น้ำตาลกลูโคสมีสูตรโมเลกุล $C_6H_{12}O_6$ มีสูตรอย่างง่ายเป็น CH_2O เป็นต้น

3. ขั้นสอน

3.1 ครูนำเสนอมโนทัศน์ล่วงหน้าแก่นักเรียนโดยกล่าวว่า ก่อนที่จะเรียนเรื่องการหาสูตรเอมพิริกัล สูตรโมเลกุล และการหามวลร้อยละของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสาร ครูจะให้แนวความคิดบางอย่างที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเรื่องนี้ได้ดีขึ้น แนวความคิดดังกล่าวมีดังนี้

> "สูตรเอมพิริกัลหาได้เมื่อทราบอัตราส่วนโดยจำนวนโมลที่เป็นเลขลงตัวอย่างต่ำของธาตุที่เป็นองค์ประกอบโดยย่อมาจากสูตรโมเลกุล และอัตราส่วนระหว่างมวลของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในสารประกอบต่อมวลของสารประกอบนั้น 100 กรัม จะเป็นค่ามวลร้อยละของธาตุที่เป็นองค์ประกอบนั่นเอง"

3.2 ครูสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์โดยการอธิบายวิธีการหาสูตรเอมพิริกัล สูตรโมเลกุล และการหามวลร้อยละของธาตุที่เป็นองค์ประกอบจากสูตรของสารและยกตัวอย่างประกอบตามรายละเอียดของเนื้อหาตามบทเรียน

4. ขั้นสรุป ครูให้นักเรียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เรื่อง การหาสูตรเอมพิริกัล สูตรโมเลกุล และการหามวลร้อยละของธาตุ ตามลำดับขั้นดังนี้

4.1 ให้นักเรียนระบุมโนทัศน์ที่สำคัญของเรื่องที่ได้เรียนในแผ่นกระดาษ

4.2 ให้นักเรียนจัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่แคบ

4.3 ลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ทุกมโนทัศน์

4.4 หาคำมาเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์โดยเขียนกำกับไว้ที่แต่ละเส้นที่ลาก

4.5 ปรับปรุงแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นแล้วคัดลอกลงสมุดแล้วส่งครู

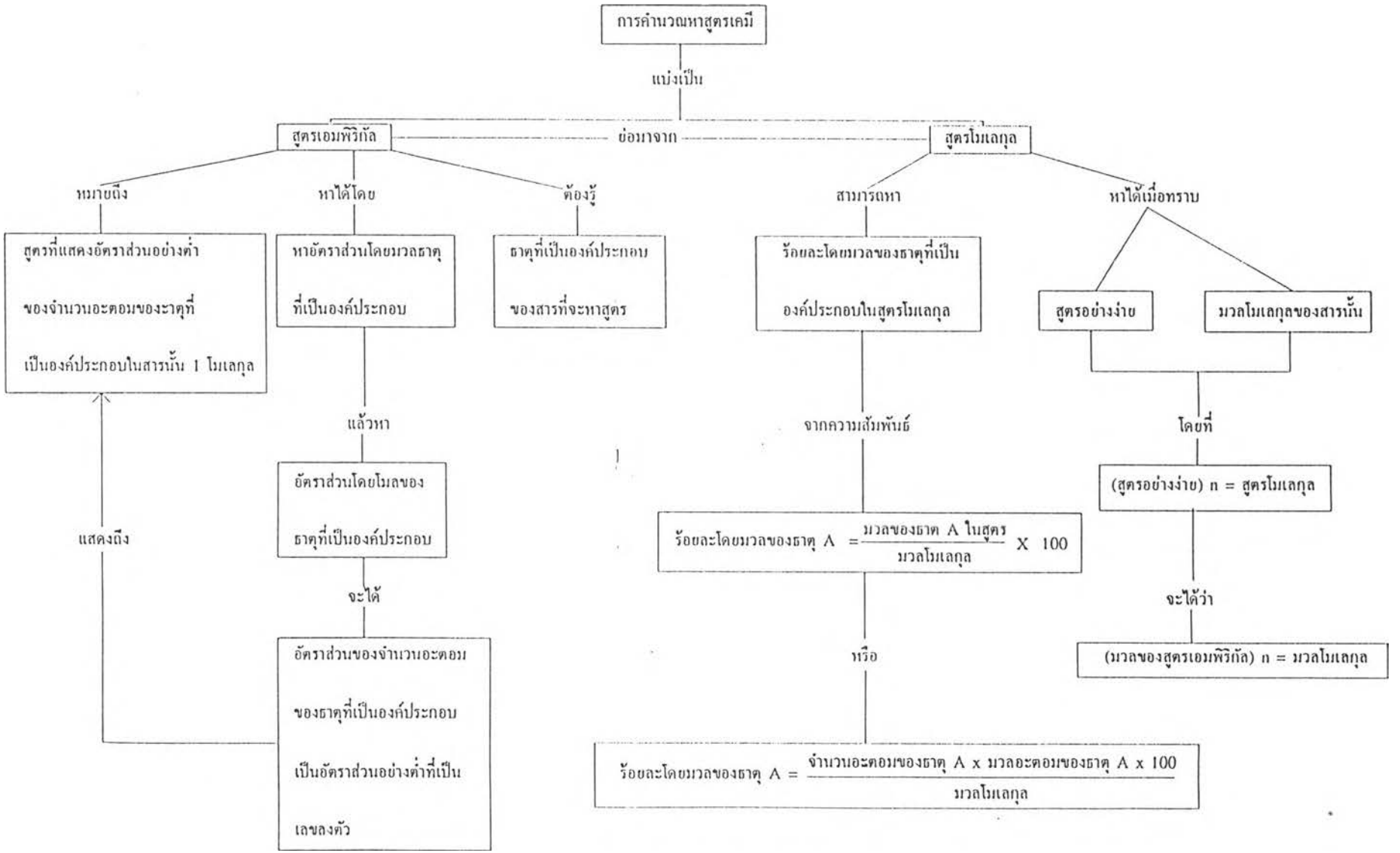
5. ขั้นประเมินผล ครูประเมินความเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จาก

1. แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้น

2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 8.4 ข้อ 1-4

จากนั้นครูให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นแล้วให้นักเรียนดูแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่ครูสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบรวมทั้งเฉลยแบบฝึกหัดให้นักเรียนทราบคำตอบที่ถูกต้องด้วย

สำหรับแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่ครูสร้างขึ้นเป็นดังนี้


การคำนวณหาสูตรเคมี
แบ่งเป็น
สูตรเอมพิริกัล
ย่อมาจาก
สูตรโมเลกุล
หมายถึง
หาได้โดย
ต้องรู้
สามารถหา
หาได้เมื่อทราบ
สูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำ ของจำนวนอะตอมของธาตุที่ เป็นองค์ประกอบในสารนั้น 1 โมเลกุล
หาอัตราส่วนโดยมวลธาตุ ที่เป็นองค์ประกอบ
ธาตุที่เป็นองค์ประกอบ ของสารที่จะหาสูตร
ร้อยละโดยมวลของธาตุที่เป็น องค์ประกอบในสูตรโมเลกุล
สูตรอย่างง่าย
มวลโมเลกุลของสารนั้น
แสดงถึง
แล้วหา
จากความสัมพันธ์
โดยที่
อัตราส่วนโดยโมลของ ธาตุที่เป็นองค์ประกอบ
ร้อยละโดยมวลของธาตุ A = มวลของธาตุ A ในสูตร / มวลโมเลกุล X 100
(สูตรอย่างง่าย) n = สูตรโมเลกุล
จะได้
จะได้ว่า
อัตราส่วนของจำนวนอะตอม ของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ เป็นอัตราส่วนอย่างต่ำที่เป็น เลขลงตัว
หรือ
(มวลของสูตรเอมพิริกัล) n = มวลโมเลกุล
ร้อยละโดยมวลของธาตุ A = จำนวนอะตอมของธาตุ A x มวลอะตอมของธาตุ A x 100 / มวลโมเลกุล

คาบที่ 17-19 เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับสมการเคมี

จุดประสงค์การเรียนรู้ หลังจากที่นักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารถ

1. คำนวณหาจำนวนโมล มวล ปริมาตร หรือความเข้มข้นของสารใดสารหนึ่งเมื่อทราบปริมาณของสารอื่นในปฏิกิริยาเคมีได้

2. คำนวณร้อยละของผลที่ได้จากการทดลองได้

เนื้อหา

เมื่อพิจารณาสมการเคมีที่ดุลแล้วจะพบว่า สมการเหล่านั้นสามารถบอกความสัมพันธ์ของปริมาณสารที่อยู่ในสมการเคมีได้ โดยบอกความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลของสารได้ เช่น จากสมการทั่วไป

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

จะได้ว่า สารA จำนวน a โมล จะทำปฏิกิริยาพอดีกับ สารB จำนวน b โมล เกิดสาร C จำนวน cโมล และสารD จำนวน d โมล ดังนั้นสมการเคมีจึงสามารถบอกความสัมพันธ์ในเชิงปริมาณของสารในลักษณะต่างๆดังกล่าวได้ด้วย ถ้าเราทราบปริมาณของสารบางชนิดในปฏิกิริยาที่เขียนเป็นสมการเคมีที่ดุลแล้ว เราจะสามารถคำนวณหาปริมาณของอีกสารหนึ่งได้โดยคำนวณออกมาเป็นจำนวนโมลของสาร มวลของสาร ปริมาตรของสาร ความเข้มข้นหรือปริมาตรของสารที่เป็นสารละลายก็ได้

ก. ในกรณีที่มีปฏิกิริยาที่เขียนสมการได้ 1 สมการ สามารถหาปริมาณสารที่ต้องการโดยคำนวณจากสารตัวที่ทราบปริมาณ แต่สำหรับกรณีที่ทราบปริมาณของสารตั้งต้นมากกว่า 1 ชนิดจะสามารถคำนวณหาปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อทราบว่าสารใดเป็นสารกำหนดปริมาณเสียก่อน แล้วคำนวณจากสารกำหนดปริมาณนั้นไปหาสารที่ต้องการหาปริมาณ

ข. ในกรณีที่มีปฏิกิริยาที่เขียนเป็นสมการได้มากกว่า 1 สมการ ควรรวมสมการเหล่านั้นให้เป็นสมการเดียวโดยก่อนที่จะรวมกันต้องทำให้จำนวนโมลของสารที่เป็นตัวร่วมในสมการแต่ละคู่เท่ากันเสียก่อน จากนั้นก็สามารถคำนวณหาปริมาณสารที่ต้องการได้เช่นเดียวกับในกรณีที่มีสมการ 1 สมการ

ในปฏิกิริยาส่วนมากสารตั้งต้นจะไม่ได้เปลี่ยนสารผลิตภัณฑ์อย่างสมบูรณ์เราสามารถหาได้ว่าปริมาณของสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นคิดเป็นร้อยละเท่าไรของผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นตามทฤษฎี ซึ่งเรียกค่านี้ว่า ร้อยละของผลที่ได้ ซึ่งหาได้จากความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{ร้อยละของผลที่ได้} = \frac{\text{ผลที่ได้จริง}}{\text{ผลที่ได้ตามทฤษฎี}} \times 100$$

ขั้นตอนการสอน

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูเขียนสมการเคมีที่สมดุลแล้ว 1 สมการเช่น

$2KMnO_4(s) + 16HCl(aq) \longrightarrow 2KCl(aq) + 2\ MnCl_2(aq) + 8\ H_2O(l) + 5\ Cl_2(g)$

แล้วถามคำถามนักเรียนดังนี้

1) สารแต่ละชนิดที่ทำปฏิกิริยากันและที่ได้จากปฏิกิริยาซึ่งเขียนได้ตามสมการเป็นอย่างละกี่โมล

2) มวลของ $KMnO_4$ ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับ HCl ในสมการนี้หนักกี่กรัม

3) ก๊าซ Cl_2 ที่เกิดตามสมการนี้มีปริมาตรกี่ dm^3 ที่ S.T.P. ถ้าใช้ $KMnO_4$ 1.58 กรัม ทำปฏิกิริยาสารละลาย HCl ที่มากเกินพอ

จากสมการนี้ครูกล่าวนำต่อไปว่า ถ้าทราบมวลของ $KMnO_4$ เราสามารถคำนวณหาปริมาตรของ Cl_2 ที่จะเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาได้ เนื่องจากปริมาณของสารในสมการมีความสัมพันธ์กันตามจำนวนโมลของสารในสมการที่ดุลแล้ว จากนั้นครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าหัวข้อที่จะเรียนต่อไปนี้เป็นเรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับสมการเคมี แล้วแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

2. ขั้นเสริมมโนทัศน์ที่นักเรียนขาด ครูใช้ข้อมูลจากแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานซึ่งได้ทดสอบก่อนการเรียนบทเรียนนี้ มาพิจารณาว่านักเรียนมีมโนทัศน์พื้นฐานสำหรับการเรียนหัวข้อนี้ไม่ถึงร้อยละ 80 เกี่ยวกับกฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่ การดุลสมการเคมี และการคำนวณหาจำนวนโมล ครูจึงสอนเสริม โดยให้ความรู้เพิ่มเติมดังนี้

1. กฎทรงมวล เป็นกฎทางเคมีที่กล่าวว่า ผลรวมของมวลสารก่อนเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเท่ากับผลรวมของมวลสารหลังการเกิดปฏิกิริยาเคมี เมื่อปฏิกิริยานั้นเกิดขึ้นในระบบปิด ซึ่งสามารถนำไปคำนวณหามวลของสารที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาได้ เช่น จากปฏิกิริยา $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$ ถ้าใช้ $CaCO_3$ 10 กรัม เผาในภาชนะที่ปิดสนิท จะเกิด CaO 5.6 กรัม ดังนั้นจะมี CO_2 เกิดขึ้น 4.4 กรัม

2. กฎสัดส่วนคงที่ เป็นกฎทางเคมีที่กล่าวว่า อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่มารวมตัวกันเป็นสารประกอบชนิดใดชนิดหนึ่งจะเป็นอัตราส่วนที่คงที่เสมอ ซึ่งสามารถนำไปคำนวณหามวลของสารที่จะมารวมตัวเป็นสารประกอบชนิดใดชนิดหนึ่ง เช่น $H_2 + O_2 \longrightarrow H_2O$ ถ้าอัตราส่วนโดยมวลของ $H_2 : O_2$ เป็น 1 : 8 ถ้ากำหนดให้ H_2 และ O_2 อย่างละ 10 กรัม มาทำปฏิกิริยากัน เราจะทราบได้ว่า H_2 เหลือ 8.75 กรัม และ O_2 ถูกใช้หมด และเกิด H_2O 11.25 กรัม

3. การดุลสมการเคมี เป็นการทำให้จำนวนอะตอมของธาตุที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเคมีเท่ากันทั้งด้านสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ โดยการหาตัวเลขมาเติมข้างหน้าสารในสมการที่เขียนขึ้นแทนปฏิกิริยา เช่น $Al_2S_3 + 3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2S$

4. จำนวนโมลของสารสัมพันธ์ปริมาณสารในลักษณะต่างๆ ดังนี้

1) สัมพันธ์กับมวลของสาร โดยจำนวนโมล = $\frac{\text{มวลของสาร}}{\text{มวลโมเลกุลของสารนั้น}}$

2) สัมพันธ์กับปริมาตรที่ S.T.P. ของสารที่เป็นก๊าซ โดยจำนวนโมล = $\frac{\text{ปริมาตรที่S.T.P}}{22.4}$

3) สัมพันธ์กับความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลาย โดยจำนวนโมล = $\frac{cv}{1000} = MV$

3. ขั้นสอน

3.1 ครูให้สิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้าแก่นักเรียนโดยกล่าวว่า ก่อนที่จะเรียนเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี ครูจะให้แนวความคิดบางอย่างที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเรื่องนี้ได้ดีขึ้น แนวความคิดดังกล่าวมีดังนี้

"ถ้าสมการเคมีที่ดุลแล้วเป็นดังนี้ $aA + bB \longrightarrow cC + dD$

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารในสมการเคมีจะเป็นดังนี้

$\frac{1}{a}$ จำนวนโมลของA = $\frac{1}{b}$ จำนวนโมลของB = $\frac{1}{c}$ จำนวนโมลของC = $\frac{1}{d}$ จำนวนโมลของD "

3.2 ครูสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์โดยการอธิบายวิธีการคำนวณหาปริมาณสารในสมการเคมีในลักษณะต่าง ๆและการคำนวณหาร้อยละของผลที่ได้จากปฏิกิริยา พร้อมยกตัวอย่างประกอบตามรายละเอียดตามบทเรียน

4. ขั้นสรุป ครูให้นักเรียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารในสมการเคมี โดยดำเนินการตามขั้นดังนี้

4.1 ให้นักเรียนระบุมโนทัศน์ที่สำคัญของเรื่องที่ได้เรียนในแผ่นกระดาษ

4.2 ให้นักเรียนจัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่แคบ

4.3 ลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ทุกมโนทัศน์

4.4 หาคำมาเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์โดยเขียนกำกับไว้ที่แต่ละเส้นที่ลาก

4.5 ปรับปรุงแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นแล้วคัดลอกลงสมุดแล้วส่งครู

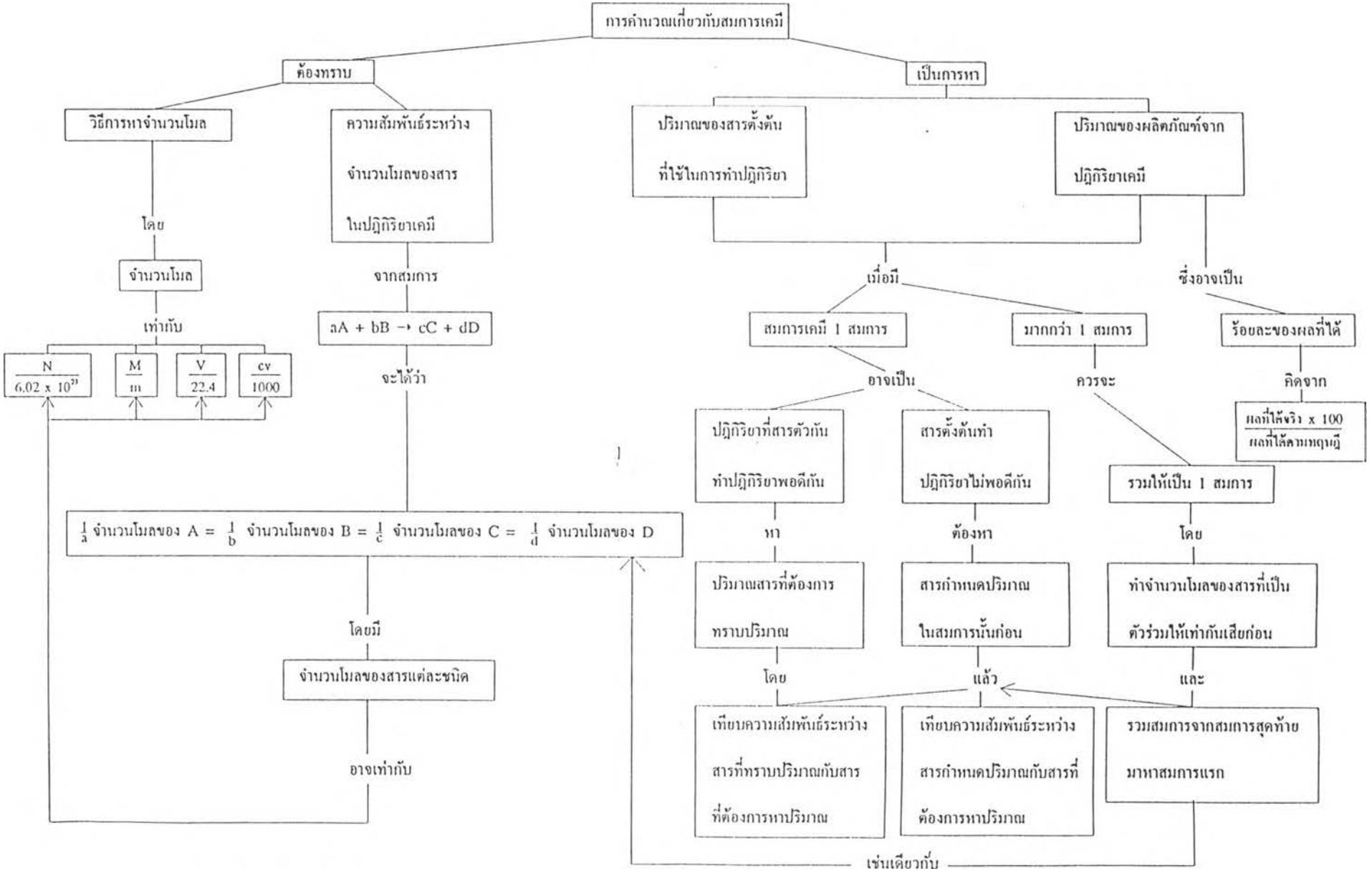
5. ขั้นประเมินผล ครูประเมินความเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้โดยการตรวจสอบจาก

1. แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้น

2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทข้อที่ 10-18, 23-24, 29-37

จากนั้นครูให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นแล้วให้นักเรียนดูแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่ครูสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบรวมทั้งเฉลยแบบฝึกหัดให้นักเรียนทราบคำตอบที่ถูกต้องด้วย

สำหรับแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่ครูสร้างขึ้นเป็นดังนี้


การคำนวณเกี่ยวกับสมการเคมี
ต้องทราบ
เป็นการหา
วิธีการหาจำนวนโมล
ความสัมพันธ์ระหว่าง
จำนวนโมลของสาร
ในปฏิกิริยาเคมี
ปริมาณของสารตั้งต้น
ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา
ปริมาณของผลิตภัณฑ์จาก
ปฏิกิริยาเคมี
โดย
จำนวนโมล
เท่ากับ
จากสมการ
เมื่อมี
ซึ่งอาจเป็น
สมการเคมี 1 สมการ
มากกว่า 1 สมการ
ร้อยละของผลที่ได้
N / 6.02 x 10^23
M / m
V / 22.4
cv / 1000
aA + bB → cC + dD
จะได้ว่า
อาจเป็น
ควรจะ
คิดจาก
ผลที่ได้จริง x 100 / ผลที่ได้ตามทฤษฎี
ปฏิกิริยาที่สารตัวทำ
ทำปฏิกิริยาพอดีกัน
สารตั้งต้นทำ
ปฏิกิริยาไม่พอดีกัน
รวมให้เป็น 1 สมการ
1/a จำนวนโมลของ A = 1/b จำนวนโมลของ B = 1/c จำนวนโมลของ C = 1/d จำนวนโมลของ D
หา
ต้องหา
โดย
ปริมาณสารที่ต้องการ
ทราบปริมาณ
สารกำหนดปริมาณ
ในสมการนั้นก่อน
ทำจำนวนโมลของสารที่เป็น
ตัวร่วมให้เท่ากันเสียก่อน
โดยมี
โดย
แล้ว
และ
จำนวนโมลของสารแต่ละชนิด
เทียบความสัมพันธ์ระหว่าง
สารที่ทราบปริมาณกับสาร
ที่ต้องการหาปริมาณ
เทียบความสัมพันธ์ระหว่าง
สารกำหนดปริมาณกับสารที่
ต้องการหาปริมาณ
รวมสมการจากสมการสุดท้าย
มาหาสมการแรก
อาจเท่ากับ
เช่นเดียวกับ

แผนการสอนบทที่ 9 อัตราการเกิดปฏิกิริยา

คาบที่ 20-22 เรื่อง การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยา

จุดประสงค์การเรียนรู้ หลังจากที่นักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พร้อมทั้งยกตัวอย่างได้
2. ทำการทดลองเพื่อหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกและและอลูมิเนียมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ได้
3. คำนวณหาอัตราการเกิดก๊าซไฮโดรเจนได้
4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของก๊าซกับเวลา และใช้กราฟเป็นข้อมูลแสดงอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ เวลาต่างๆ ได้
5. บอกหลักการหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในปฏิกิริยาต่าง ๆ ได้ เมื่อทราบสมบัติของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์นั้น

เนื้อหา

เมื่อมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารในระบบ คือ ปริมาณสารตั้งต้นจะลดลงและในเวลาเดียวกันจะมีผลิตภัณฑ์เกิดมากขึ้น การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงสามารถวัดจากปริมาณของสารตั้งต้นที่ลดลงหรือจากปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นในช่วงเวลาที่ปฏิกิริยานั้นดำเนินไปหนึ่งหน่วยเวลาหรือเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} = \frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{เวลาที่เกิดปฏิกิริยา}} = \frac{\text{ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น}}{\text{เวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}$$

การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอาจวัดได้ 2 ลักษณะ คือ

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย หาได้จาก

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย} = \frac{\text{ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงทั้งหมด}}{\text{ระยะเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาทั้งหมด}}$$

2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาขณะใดขณะหนึ่ง หาได้จาก

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ เวลาใด ๆ} = \frac{\text{ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงขณะนั้น}}{\text{ช่วงเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาขณะนั้น}}$$

สำหรับอัตราการเกิดปฏิกิริยาขณะใดขณะหนึ่งสามารถหาได้จากการหาค่าความชันของกราฟ ณ เวลาขณะนั้น ซึ่งอาจเขียนระหว่าง ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงกับเวลา หรือ ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นกับเวลาก็ได้ ซึ่งปริมาณที่เปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์อาจวัดได้โดยพิจารณาสมบัติของสารดังกล่าว เช่น ชั่งมวลเมื่อเป็นของแข็ง วัดปริมาตรเมื่อเป็นก๊าซ วัดความเข้มข้นเมื่อเป็นสารละลาย ส่วนเวลาอาจวัดเป็น วินาที นาที ชั่วโมง หรือวันก็ได้ขึ้นอยู่กับปฏิกิริยานั้นเกิดเร็วหรือช้าเพียงใด

จากการที่อัตราการเกิดปฏิกิริยาสามารถหาได้จากอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ก็ได้นั้นจึงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่คิดจากสารแต่ละชนิดในสมการเคมีที่ดุลแล้วมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เช่นจากปฏิกิริยา $aA + bB \longrightarrow cC + dD$ จะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} = \frac{1}{a} R_A = \frac{1}{b} R_B = \frac{1}{c} R_C = \frac{1}{d} R_D$$

เมื่อ R หมายถึงอัตราการเกิดปฏิกิริยา

จากความสัมพันธ์นี้ทำให้เราสามารถหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่คิดจากสารอื่นได้เมื่อทราบอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารใดสารหนึ่งในสมการที่เขียนขึ้นได้ เช่น เมื่อทราบอัตราการเกิดปฏิกิริยาของ A ก็จะสามารถหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาของ B, C, D ได้

ขั้นตอนการสอน

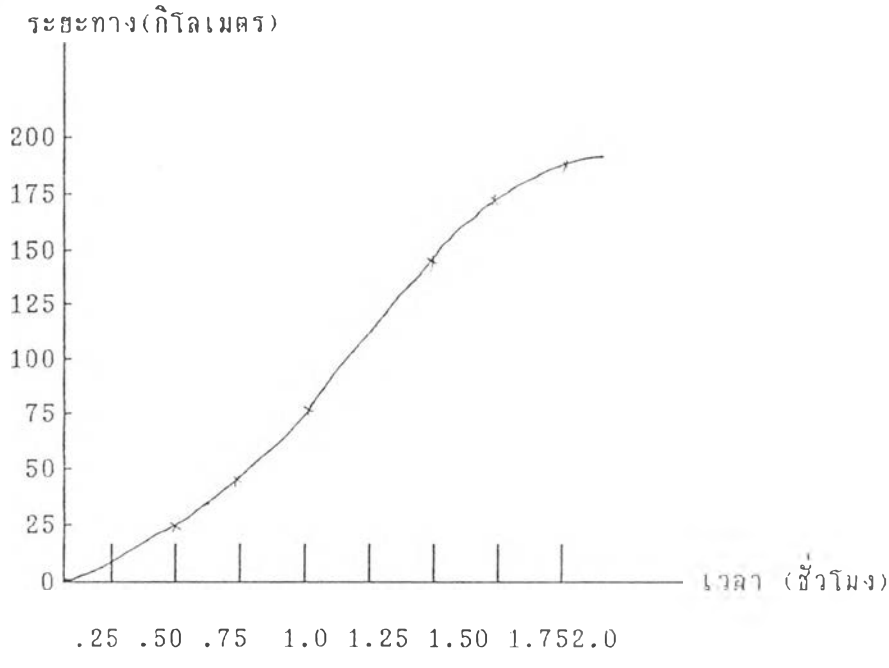
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูทบทวนความรู้เรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมีว่า ปฏิกิริยาเคมี คือ กระบวนการที่สารตั้งต้นเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสารใหม่ซึ่งเรียกว่าผลิตภัณฑ์ ปฏิกิริยาแต่ละปฏิกิริยามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไม่เท่ากัน ครูบอกให้นักเรียนทราบว่าในการเรียนครั้งนี้เราจะศึกษาเกี่ยวกับการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากนั้นครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

2. ขั้นเสริมมโนทัศน์ที่นักเรียนขาด ครูใช้ข้อมูลจากแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานซึ่งได้ทดสอบก่อนการเรียนบทเรียนนี้ มาพิจารณาพบว่านักเรียนมีมโนทัศน์พื้นฐานสำหรับการเรียนหัวข้อนี้ไม่ถึงร้อยละ 80 สำหรับที่จะเรียนในเนื้อหาของหัวข้อนี้ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของสารขณะเกิดปฏิกิริยาเคมี การหาอัตราเร็วเฉลี่ย การหาอัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง ครูจึงสอนเสริมมโนทัศน์ที่นักเรียนขาดโดยให้ความรู้เพิ่มเติมแก่นักเรียนดังนี้ อัตราเร็วเฉลี่ยสำหรับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หมายถึง ปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เปลี่ยนแปลงทั้งหมดในช่วงเวลาที่ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงนั้น เช่น การหาอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของรถยนต์ ก็สามารถหาได้โดยการวัดระยะทางที่รถยนต์นั้นเคลื่อนที่และเวลาที่รถคันนั้นใช้ ตัวอย่างเช่น

ระยะทาง(กิโลเมตร)	เวลา (ชั่วโมง)
25	0.50
50	0.75
80	1.00
120	1.25
150	1.50
170	1.75
180	2.0

อัตราเร็วเฉลี่ย = $\frac{180}{2}$ = 90 กิโลเมตร/ชั่วโมง

ถ้านำข้อมูลนี้ไปเขียนกราฟระหว่างระยะทางกับเวลาจะได้ดังนี้



อัตราเร็วขณะใด ขณะหนึ่ง สามารถหาได้จากค่าความชันของกราฟ ณ จุดนั้นโดยการลากเส้นสัมผัสเส้นกราฟ ณ จุดนั้น แล้วคำนวณหาค่าความชันดังนี้

อัตราเร็ว ณ เวลา 1.2 ชั่วโมง = $\frac{75}{0.5}$ = 150 กิโลเมตร/ชั่วโมง

3. ขั้นสอน

3.1 ครูนำเสนอมโนทัศน์ล่วงหน้าแก่นักเรียนโดยกล่าวว่า ก่อนที่จะเรียนเรื่องปริมาณสัมพันธ์ของก๊าซครูจะให้แนวความคิดบางอย่างที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเรื่องนี้ได้ดีขึ้น แนวความคิดดังกล่าวมีดังนี้

"การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นการวัดอัตราการลดลงของปริมาณสารตั้งต้นหรือปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นต่อหนึ่งหน่วยเวลาที่เกิดปฏิกิริยานั้น"

3.2 ครูสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียนโดยดำเนินการดังนี้

1)ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยเรียงลำดับเนื้อหาตามลำดับดังนี้

1.1) การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากสารตั้งต้น จากสารผลิตภัณฑ์

1.2) การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาขณะใดขณะหนึ่ง

1.3) ความสัมพันธ์ของอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารต่างๆ ในสมการเคมี

2) ครูให้นักเรียนทำการทดลองที่ 9.1 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยแบ่งขั้นตอนในการสอนปฏิบัติการทดลองเป็น 3 ขั้นดังนี้

อภิปรายก่อนการทดลอง ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับ
ให้นักเรียนเขียนแผนผังรูปตัววี โดยให้ระบุองค์ประกอบของ คำถามสำคัญ หลักการและ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์ที่ศึกษา ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรที่ควบคุม และสมมุติฐาน วัตถุหรือเหตุการณ์ที่ศึกษา การบันทึกข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูลแล้วให้นักเรียนเขียนแผนผังรูปตัววีในส่วนของ คำถามสำคัญ หลักการและ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์ที่ศึกษา ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรที่ควบคุม และสมมุติฐาน วัตถุหรือเหตุการณ์ที่ศึกษา การบันทึกข้อมูลและการจัดกระทำข้อมูล

การทดลอง ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 9.1 ตามวิธีการทดลองในแบบเรียนของนักเรียน แล้วบันทึกผลการทดลองรวมทั้งจัดกระทำข้อมูลตามที่ระบุไว้

การอภิปรายหลังการทดลอง ครูใช้ผลการทดลองของนักเรียนอภิปรายร่วมกับนักเรียนเพื่อแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป แล้วให้นักเรียนระบุการแปลความหมายข้อมูลและการสรุปผลการทดลองรวมทั้งระบุความรู้ที่ได้และคุณค่าที่ได้จากการทดลองนี้

4.ขั้นสรุป ครูให้นักเรียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เรื่อง การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามลำดับขั้นดังนี้

4.1 ให้นักเรียนระบุมโนทัศน์ที่สำคัญของเรื่องที่ได้เรียนในแผ่นกระดาษ

4.2 ให้นักเรียนจัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่แคบ

4.3 ลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ทุกมโนทัศน์

4.4 หาคำมาเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์โดยเขียนกำกับไว้ที่แต่ละเส้นที่ลาก

4.5 ปรับปรุงแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นแล้วคัดลอกลงสมุดแล้วส่งครู

5.ขั้นประเมินผล ครูประเมินความเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้โดยพิจารณาจาก

1.แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่นักเรียนสร้างขึ้น

2.ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 9.1 ข้อ 1-4

จากนั้นครูให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่นักเรียนสร้างขึ้นแล้วให้นักเรียนดูแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่ครูสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบรวมทั้งเฉลยแบบฝึกหัดให้นักเรียนทราบคำตอบที่ถูกต้องด้วย

สำหรับแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่ครูสร้างขึ้นเป็นดังนี้

แผนผังรูปตัววี สำหรับ การทดลองที่ 9.1 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา

ด้านความคิด

ทฤษฎี ——

หลักการ อัตราการเกิดปฏิกิริยาสามารถความสัมพันธ์ดังนี้

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยา = $\frac{\text{ปริมาณสารทั้งที่ลดลง}}{\text{เวลาที่ใช้เกิดปฏิกิริยา}}$

2. อัตราการเกิดปฏิกิริยา = $\frac{\text{ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น}}{\text{เวลาที่ใช้เกิดปฏิกิริยา}}$

3. อัตราการเกิดปฏิกิริยาของปฏิกิริยาใด ปฏิกิริยาหนึ่ง มักไม่คงที่ตลอดระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา

มโนทัศน์ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ลวดแมกนีเซียม, HCl, Naoh, Al, H2

ข้อเท็จจริง

1. $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$
2. $2Al + 2NaOH \rightarrow 2NaAl(OH)_4 + 3H_2$

ตัวแปรที่ศึกษา อัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง Mg กับ HCl และ Al กับ NaoH

ตัวแปรที่ควบคุม - ขนาดของ Mg และ Al
- ปริมาตรและความเข้มข้นของสารละลาย HCl, NaOH

คำถามสำคัญ

อัตราการเกิดปฏิกิริยาคงที่ตลอดเวลาที่เกิดปฏิกิริยาหรือไม่

ปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

ด้านวิธีการแสวงหาความรู้

สิ่งที่ได้ 1. ด้านความรู้ อัตราการเกิดปฏิกิริยาของปฏิกิริยา ไม่คงที่ ตอนเริ่มต้นจะเร็ว ตอนช่วงหลังจะช้าลง

2. ด้านคุณค่า ปฏิกิริยาที่มีผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเป็นก๊าซ สามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้จาก

$\frac{\text{ปริมาตรก๊าซที่เกิดขึ้น}}{\text{เวลาที่ใช้เกิดปฏิกิริยา}}$

การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

1. เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปจะมี H_2 เกิดมากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงสามารถหาได้จาก

$\frac{\text{ปริมาตรของ } H_2}{\text{เวลาที่ใช้เกิดปฏิกิริยา}}$

จากตอนที่ 1

อัตราระหว่างปริมาตรของ H_2 0 - 1 cm^3 = $\frac{1}{20}$ cm^3/s

" " 5 - 9 = $\frac{1}{25}$ "

" " 8 - 9 = $\frac{1}{55}$ "

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย = $\frac{5}{250}$ "

จากตอนที่ 2

อัตราระหว่างปริมาตรของ H_2 0 - 1 cm^3 = $\frac{1}{25}$ "

" " " 5 - 6 = $\frac{1}{30}$ "

" " " 8 - 9 = $\frac{1}{55}$ "

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย = $\frac{5}{255}$ "

การจัดกระทำข้อมูล

บันทึกข้อมูลโดยจัดทำเป็นตารางและกราฟ ระหว่างปริมาตร H_2 กับเวลา (ในหน้าต่อไป)

การบันทึกข้อมูล

บันทึก ปริมาตรของ H_2 กับเวลาที่ใช้ในการเกิด H_2 ทุกๆ 1 cm^3

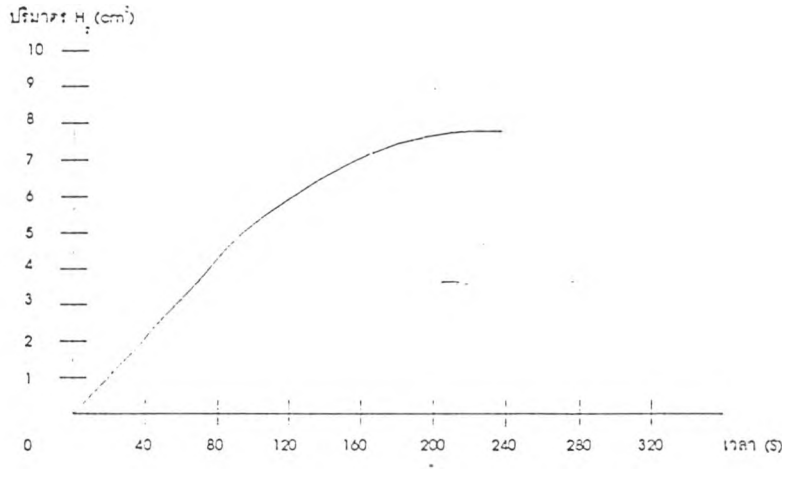
เหตุการณ์ / วัตถุที่ศึกษา

วัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากก๊าซ H_2 ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่าง Mg กับ HCl และ Al กับ NaOH ตามการทดลองที่ 9.1

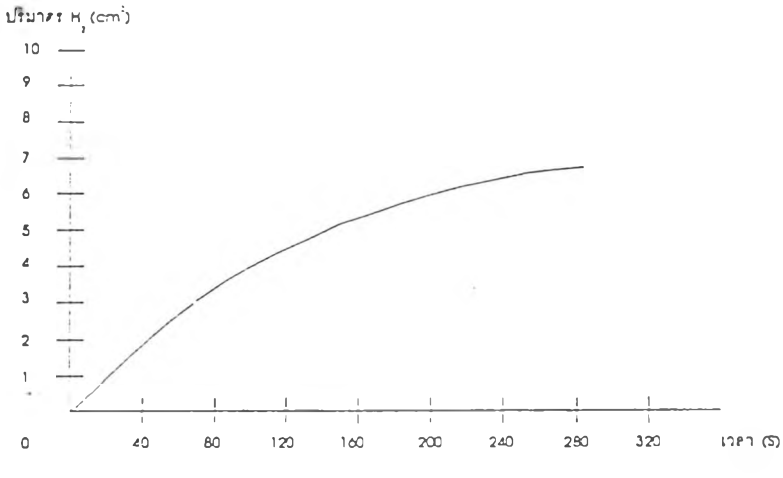
ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 9.1

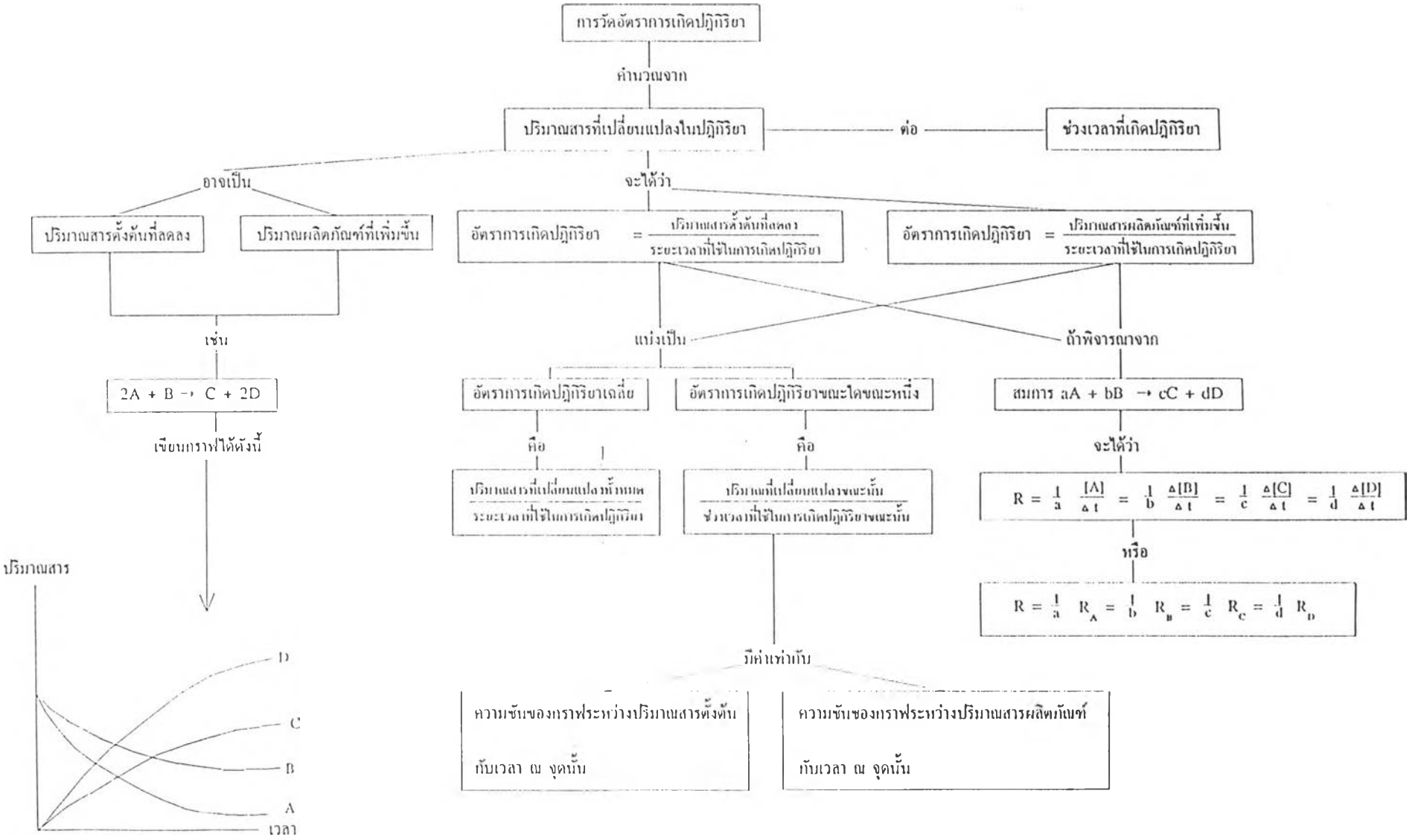
ตอนที่ 1		ตอนที่2	
ปริมาตรของ H_2 (cm^3)	เวลา(S)	ปริมาตรของ H_2 (cm^3)	เวลา (S)
1	20	1	25
2	42	2	50
3	65	3	74
4	86	4	99
5	109	5	127
6	134	6	159
7	164	7	194
8	204	8	235
9	256	9	288
10	-	10	-

ตอนที่ 1.



ตอนที่ 2.




การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยา
คำนวณจาก
ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงในปฏิกิริยา
ต่อ
ช่วงเวลาที่เกิดปฏิกิริยา
อาจเป็น
จะได้ว่า
ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง
ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น
อัตราการเกิดปฏิกิริยา = ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง / ระยะเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา
อัตราการเกิดปฏิกิริยา = ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น / ระยะเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา
เช่น
แบ่งเป็น
ถ้าพิจารณาจาก
2A + B → C + 2D
อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย
อัตราการเกิดปฏิกิริยาขณะใดขณะหนึ่ง
สมการ aA + bB → cC + dD
เขียนกราฟได้ดังนี้
คือ
คือ
จะได้ว่า
ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงทั้งหมด / ระยะเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา
ปริมาณที่เปลี่ยนแปลงขณะนั้น / ช่วงเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาขณะนั้น
R = 1/a [A]/Δt = 1/b Δ[B]/Δt = 1/c Δ[C]/Δt = 1/d Δ[D]/Δt
หรือ
R = 1/a R_A = 1/b R_B = 1/c R_C = 1/d R_D
ปริมาณสาร
D
C
B
A
เวลา
มีค่าเท่ากับ
ความชันของกราฟระหว่างปริมาณสารตั้งต้น กับเวลา ณ จุดนั้น
ความชันของกราฟระหว่างปริมาณสารผลิตภัณฑ์ กับเวลา ณ จุดนั้น

คาบที่ 23-24 เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

จุดประสงค์การเรียนรู้ หลังจากที่นักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารถ

1. ระบุปัจจัยต่างๆ ที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้
2. ใช้ทฤษฎีจลน์อธิบายการชนกันของอนุภาคที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้
3. ระบุปัจจัยที่ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงหรือต่ำได้
4. บอกความหมายของพลังงานก่อกัมมันต์ได้
5. เปรียบเทียบได้ว่าปฏิกิริยาเคมีใดเกิดได้เร็วกว่ากันเมื่อทราบค่าพลังงานก่อกัมมันต์
6. บอกความแตกต่างระหว่างพลังงานของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีประเภทคายพลังงานและดูดพลังงานได้
7. แปลความหมายของกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานในปฏิกิริยาเคมีได้
8. บอกความหมายของค่าพลังงานของปฏิกิริยาและหาค่าพลังงานของปฏิกิริยาได้

เนื้อหา

เมื่อสารตั้งต้นมาอยู่รวมกันในภาชนะเดียวกัน โมเลกุลของสารซึ่งมีพลังงานจลน์จะเคลื่อนที่แล้วเกิดการชนกันแต่การชนกันนั้นจะมีปฏิกิริยาเคมีขึ้นหรือไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้

1. อนุภาคของสารต้องมีการชนกัน
2. อนุภาคที่ชนกันจะต้องจัดตัวในทิศทางที่เหมาะสม
3. อนุภาคที่ชนกันจะต้องมีพลังงานสูงพอที่จะทำให้พลังงานการชนมีค่าอย่างน้อยที่สุดเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์

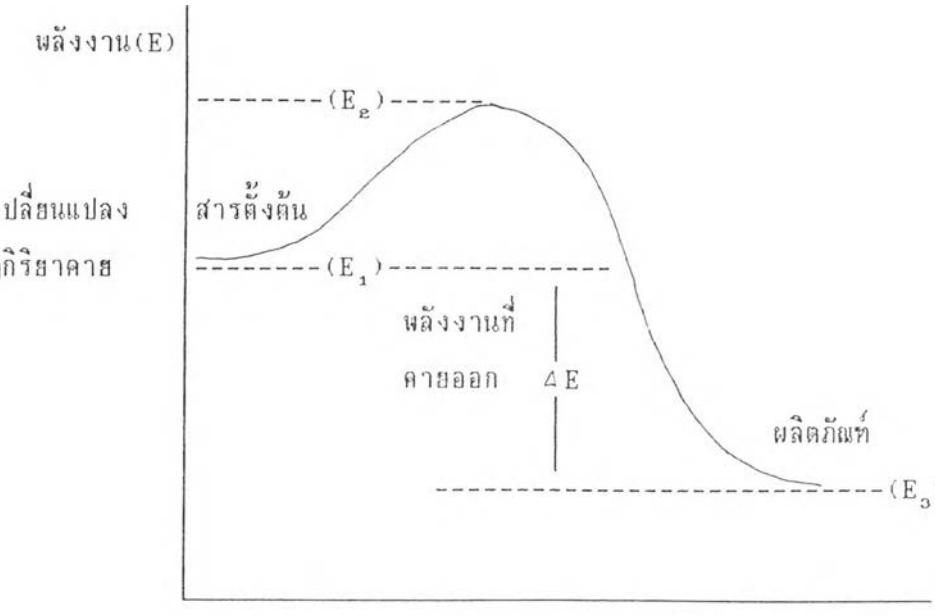
ในการที่สารตั้งต้นจะเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์นั้นจะมีการจัดเรียงตัวของอนุภาคเสียใหม่ด้วย

สำหรับปฏิกิริยาคายพลังงานสารที่เป็นผลิตภัณฑ์จะมีพลังงานต่ำกว่าสารตั้งต้น แต่สำหรับปฏิกิริยาดูดความร้อนพลังงานของผลิตภัณฑ์จะมากกว่าสารตั้งต้น โดยมีพลังงานก่อกัมมันต์เป็นค่าพลังงานที่เป็นตัวกำหนดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผลต่างระหว่างพลังงานของสารตั้งต้นกับพลังงานของผลิตภัณฑ์เรียกว่า พลังงานของปฏิกิริยา(E) ซึ่งอาจคิดได้จากความสัมพันธ์

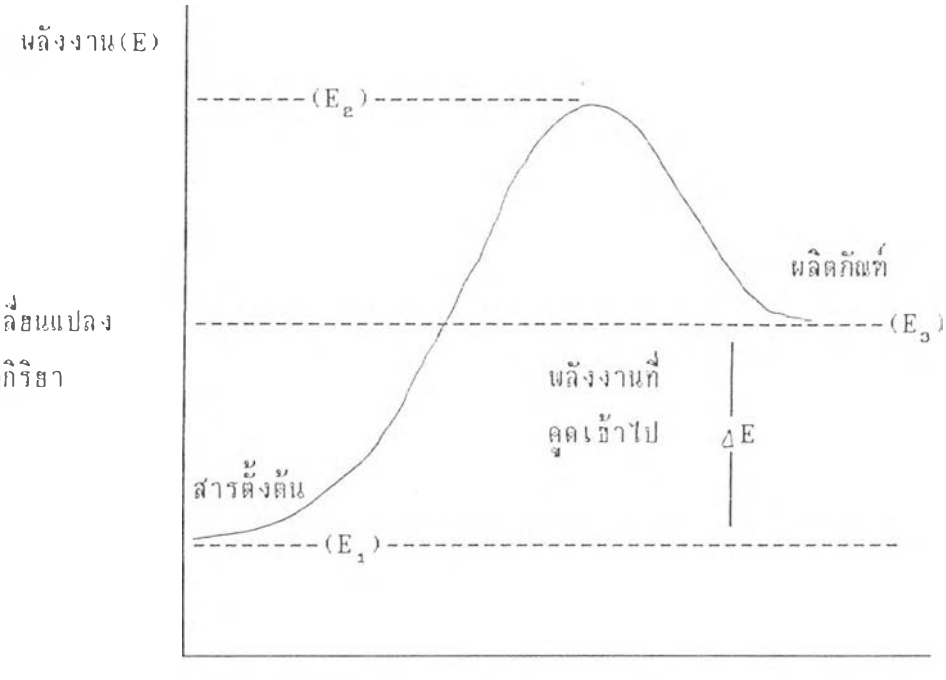
$\Delta E = E_1 - E_2$ เมื่อ E_1 เป็นพลังงานของสารตั้งต้น

E_2 เป็นพลังงานของผลิตภัณฑ์

ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของสารตั้งต้น พลังงานของผลิตภัณฑ์ และพลังงานก่อกัมมันต์ กับการดำเนินไปของปฏิกิริยาสามารถแสดงด้วยกราฟได้ดังนี้



รูปแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานในปฏิกิริยาคายพลังงาน



รูปแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานของปฏิกิริยาดูดพลังงาน

ขั้นตอนการสอน

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูทบทวนความรู้เดิมเรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมีว่าปฏิกิริยาเคมี คือ กระบวนการสารตั้งต้นเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสารใหม่ซึ่งเรียกว่าผลิตภัณฑ์ จากนั้นครูถามนักเรียนว่า ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้อย่างไร (นักเรียนอาจตอบไม่ได้) ครูบอกให้นักเรียนทราบว่าในการเรียนครั้งนี้เราจะศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา แล้วแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

2. ขั้นเสริมมโนทัศน์ที่นักเรียนขาด ครูใช้ข้อมูลจากแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานซึ่งได้ทดสอบก่อนการเรียนบทเรียนนี้ มาพิจารณาพบว่านักเรียนมีมโนทัศน์พื้นฐานสำหรับการเรียนหัวข้อนี้ไม่ถึงร้อยละ 80 เกี่ยวกับทฤษฎีจลน์ และลักษณะของปฏิกิริยาดูดพลังงานและปฏิกิริยาคายพลังงาน ซึ่งครูสอนเสริมโดยให้ความรู้เพิ่มเติมดังนี้

1. ในขณะที่โมเลกุลของสารเคลื่อนที่ โมเลกุลเหล่านั้นจะมีพลังงานจลน์ และพลังงานจลน์ของสารจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เนื่องจากโมเลกุลจะเคลื่อนที่เร็วขึ้น สำหรับสารที่มีสถานะเป็นก๊าซถ้าอยู่ภายใต้อุณหภูมิเท่ากันพลังงานจลน์เฉลี่ยจะเท่ากัน

2. ในขณะที่สารเกิดปฏิกิริยาเคมี จะมีการใช้พลังงานจำนวนหนึ่งเพื่อทำลายพันธะระหว่างอะตอมในสารตั้งต้น และมีการคายพลังงานออกมาจำนวนหนึ่งเมื่ออะตอมมารวมตัวกันเป็นสารชนิดใหม่เสมอ

ถ้าพลังงานที่ใช้ในการทำลายพันธะระหว่างอะตอมในสารตั้งต้นมากกว่าพลังงานที่มีการคายออกมาเมื่ออะตอมมารวมตัวกันเป็นสารชนิดใหม่ปฏิกิริยานั้นจัดเป็นปฏิกิริยาดูดพลังงาน

ถ้าพลังงานที่ใช้ในการทำลายพันธะระหว่างอะตอมในสารตั้งต้นน้อยกว่าพลังงานที่มีการคายออกมาเมื่ออะตอมมารวมตัวกันเป็นสารชนิดใหม่ปฏิกิริยานั้นจัดเป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน

3. ขั้นสอน

3.1 ครูเสนอมโนทัศน์ล่วงหน้าแก่นักเรียนโดยกล่าวว่า ก่อนที่จะเรียนเรื่องปริมาณสัมพันธ์ของก๊าซครูจะให้แนวความคิดบางอย่างที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเรื่องนี้ได้ดีขึ้น แนวความคิดดังกล่าวมีดังนี้

> "การที่จะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้นั้นอนุภาคของสารตั้งต้นต้องมีการสะสมพลังงานอย่างน้อยปริมาณหนึ่งที่เรียกว่า พลังงานก่อกัมมันต์ ซึ่งปฏิกิริยานั้นอาจเป็นแบบดูดพลังงานหรือคายพลังงานก็ได้ขึ้นกับว่าพลังงานของสารตั้งต้นกับพลังงานของผลิตภัณฑ์อย่างไหนมากกว่าและผลต่างระหว่างพลังงานของสารตั้งต้นและพลังงานของสารผลิตภัณฑ์ก็คือพลังงานของปฏิกิริยาเคมีนั้นนั่นเอง "

3.2 ครูสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์โดยการอธิบายให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับ แนวคิดในการอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ทฤษฎีจลน์มาเป็นพื้นฐาน พร้อมอภิปรายถึงเงื่อนไขที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ต่อจากนั้นครูจึงอธิบายการเปลี่ยนแปลงพลังงานของปฏิกิริยาโดยชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของสารตั้งต้น พลังงานของผลิตภัณฑ์ และพลังงานก่อกัมมันต์กับการดำเนินไปของปฏิกิริยา ตามรายละเอียดตามบทเรียนและยกตัวอย่างประกอบ

4. ขั้นสรุป ครูให้นักเรียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เรื่อง การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามลำดับขั้นดังนี้

4.1 ให้นักเรียนระบุมโนทัศน์ที่สำคัญของเรื่องที่ได้เรียนในแผ่นกระดาษ

4.2 ให้นักเรียนจัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่แคบ

4.3 ลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ทุกมโนทัศน์

4.4 หาคำมาเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์โดยเขียนกำกับไว้ที่แต่ละเส้นที่ลาก

4.5 ปรับปรุงแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นแล้วคัดลอกลงสมุดแล้วส่งครู

5. ขั้นประเมินผล ครูประเมินความเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้โดยพิจารณาจาก

1. แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้น

2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 9.3 ข้อ 1-4

จากนั้นครูครูให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่นักเรียนสร้างขึ้นแล้วให้นักเรียนดูแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่ครูสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบรวมทั้งเฉลยแบบฝึกหัดให้นักเรียนทราบคำตอบที่ถูกต้องด้วย

คาบที่ 25-32 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาและการอธิบายผลของปัจจัยต่าง ๆ ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารถ

1. ระบุผลของความเข้มข้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและอธิบายผลของความเข้มข้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาได้
2. บอกผลของปริมาณพื้นที่ผิวต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสำหรับสารตั้งต้นที่มีสถานะต่างกันได้
3. ระบุผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และ อธิบายผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา รวมทั้งนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
4. แปลความหมายของกราฟแสดงการกระจายของพลังงานจลน์ของโมเลกุลของก๊าซได้
5. บอกความหมายและหน้าที่ของตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยา และอธิบายผลของตัวเร่งที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาได้
6. แปลความหมายของกราฟแสดงผลของตัวเร่งปฏิกิริยาต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาได้

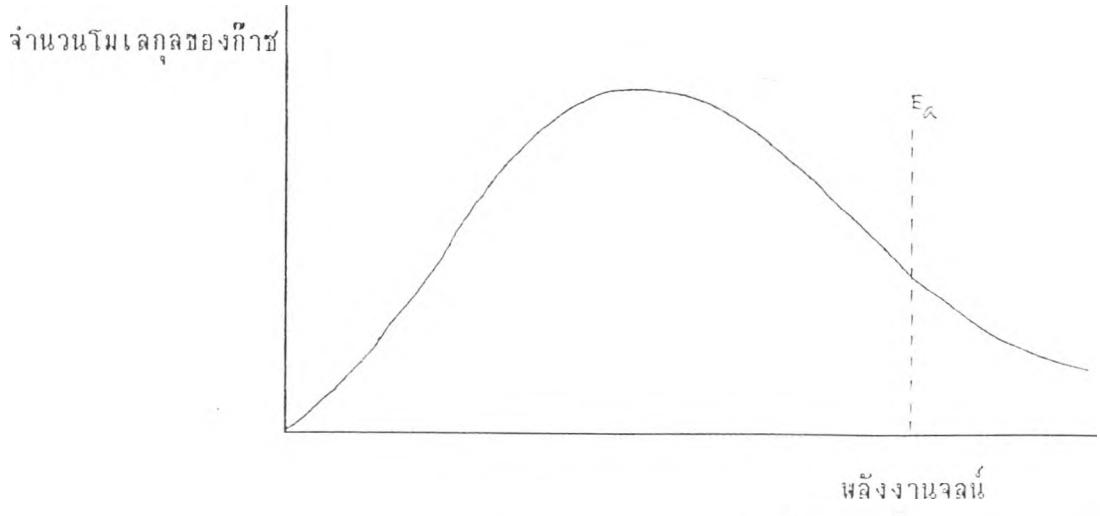
เนื้อหา

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยามีดังนี้

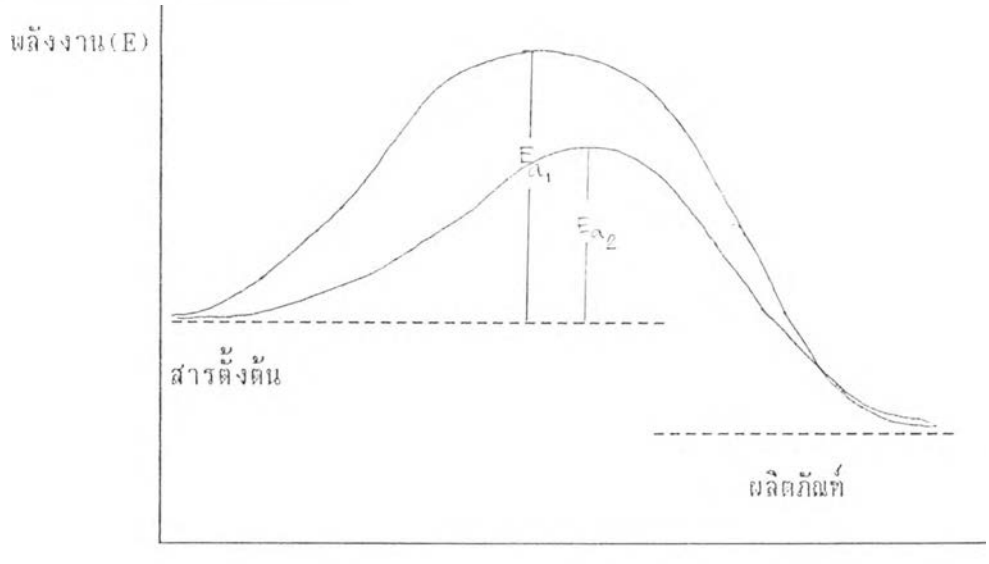
1. ความเข้มข้นของสารตั้งต้น เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะสูงขึ้น และเมื่อลดความเข้มข้นของสารตั้งต้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะช้าลง เนื่องจากการเพิ่มหรือลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นก็หมายถึงการเพิ่มหรือลดจำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นในระบบนั่นเอง เมื่อจำนวนอนุภาคมาก โอกาสที่จะเกิดการชนกันจะสูงกว่าเมื่อมีจำนวนอนุภาคน้อย และเมื่อมีจำนวนอนุภาคมากขึ้น อนุภาคที่มีพลังงานสูงก็จะมีจำนวนมากขึ้นด้วย อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงสูงขึ้น

2. พื้นที่ผิวของสาร ในกรณีที่สารตั้งต้นมีสถานะต่างกัน ถ้าสารมีพื้นที่ผิวที่จะสัมผัสกันได้มาก อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะสูงขึ้น เนื่องจากโอกาสที่อนุภาคของสารจะชนกันมีมากขึ้น ทำให้มีจำนวนอนุภาคที่มีพลังงานสูงมากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงสูงขึ้น

3. อุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิของสารตั้งต้นสูงขึ้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะสูงขึ้น สามารถอธิบายได้ดังนี้ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอนุภาคของสารจะเคลื่อนที่เร็วขึ้นและมีโอกาสชนกันบ่อยขึ้น ทำให้อนุภาคที่มีพลังงานสูงพอที่จะที่จะทำให้การชนกันนั้นเกิดพลังงานเท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ก็จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นด้วย ปฏิกิริยาจึงเกิดเร็ว ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากกราฟแสดงการกระจายของพลังงานจลน์ของโมเลกุลของก๊าซดังนี้



4. ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี ตัวเร่ง หมายถึง สารที่ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้น ส่วนตัวหน่วง เป็นสารที่ทำให้อัตราการปฏิกิริยาต่ำลง การเติมตัวเร่งลงไปในปฏิกิริยา ตัวเร่งจะไปทำให้ปฏิกิริยาดำเนินไปตามกลไกแบบใหม่ซึ่งมีพลังงานก่อกัมมันต์น้อยลงกว่าการดำเนินตามกลไกเดิม นั่นคือ ตัวเร่งช่วยลดพลังงานก่อกัมมันของปฏิกิริยานั่นเอง โดยตัวเร่งจะไปทำให้อนุภาคของสารเกิดการจัดตัวในทิศทางใหม่ จนอนุภาคของสารอยู่ในทิศทางที่เหมาะสมที่จะเกิดปฏิกิริยาได้เมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นมีการชนกัน แต่เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดตัวเร่งจะกลับคืนมาเป็นสาร,ดิม ผลของตัวเร่งต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาสามารถแสดงได้ดังกราฟต่อไปนี้



Ea_1 = พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาที่ไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา

Ea_2 = พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาที่มีตัวเร่งปฏิกิริยา

ในอุตสาหกรรมต่างๆมีการใช้ตัวเร่งกันมาก เช่น ใช้เหล็กเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาระหว่างไนโตรเจนและไฮโดรเจนในการผลิตก๊าซแอมโมเนีย ใช้นิกเกิลในกระบวนการเติมไฮโดรเจนแก่สารอินทรีย์

ขั้นตอนการสอน

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูทบทวนความรู้เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แล้วถามนักเรียนว่า ถ้าต้องการให้ปฏิกิริยาที่นักเรียนทดลองไปในการทดลอง 9.1 เกิดเร็วขึ้นปฏิกิริยาเคมีจะสามารถทำได้อย่างไร จากนั้นครูกล่าวนำว่าการที่ปฏิกิริยาจะเกิดเร็วขึ้นได้นั้นเราจะต้องจัดปัจจัยที่เกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาให้เหมาะสม ซึ่งในครั้งนี้เราจะได้เรียนถึงปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาและการอธิบายผลของปัจจัยต่างที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา จากนั้นครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

2. ขั้นเสริมมโนทัศน์ที่นักเรียนขาด ครูใช้ข้อมูลจากแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานซึ่งได้ทดสอบก่อนการเรียนบทเรียนนี้ มาพิจารณาพบว่านักเรียนมีมโนทัศน์พื้นฐานสำหรับการเรียนหัวข้อนี้ไม่ถึงร้อยละ 80 เกี่ยวกับทฤษฎีจลน์ ซึ่งครูสอนเสริมโดยให้ความรู้เพิ่มเติมดังนี้

ในขณะที่โมเลกุลของสารเคลื่อนที่ โมเลกุลเหล่านั้นจะมีพลังงานจลน์ และพลังงานจลน์ของสารจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เนื่องจากโมเลกุลจะเคลื่อนที่เร็วขึ้น สำหรับสารที่มีสถานะเป็นก๊าซถ้าอยู่ภายใต้อุณหภูมิเท่ากันพลังงานจลน์เฉลี่ยจะเท่ากัน

3. ขั้นสอน

3.1 ครูเสนอมโนทัศน์ล่วงหน้าแก่นักเรียนโดยกล่าวว่า ก่อนที่จะเรียนเรื่องปริมาณสัมพันธ์ของก๊าซครูจะให้แนวความคิดบางอย่างที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเรื่องนี้ได้ดีขึ้น แนวความคิดดังกล่าวมีดังนี้

> "การทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วสามารถทำได้โดยการหาวิธีการให้อนุภาคของสารตั้งต้นมีการชนกันให้มากขึ้นเพื่อที่จะเพิ่มจำนวนอนุภาคที่มีพลังงานเท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ให้มากขึ้น หรืออาจหาวิธีการลดพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานั้น"

3.2 ครูสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์โดยดำเนินการดังนี้

1) ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 9.2 เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาปฏิกิริยาเคมี โดยในการสอนปฏิบัติการทดลองนั้นได้แบ่งเป็น 3 ขั้นดังนี้

การอภิปรายก่อนการทดลอง ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับ คำถามสำคัญ หลักการ และ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์ที่ศึกษา ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรที่ควบคุม และสมมุติฐาน วัตถุหรือเหตุการณ์ที่ศึกษา การบันทึกข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูลและให้นักเรียนนักเรียนเขียนแผนผังรูปตัววี โดยให้ระบุ คำถามสำคัญ หลักการและ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์ที่ศึกษา ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรที่ควบคุม และสมมุติฐาน วัตถุหรือเหตุการณ์ที่ศึกษา การบันทึกข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูล

การทดลอง ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 9.2 ตามวิธีการทดลองในแบบเรียนของนักเรียน แล้วบันทึกผลการทดลองและจัดกระทำข้อมูลตามที่ระบุไว้

อภิปรายหลังการทดลอง ครูใช้ผลการทดลองของนักเรียนอภิปรายร่วมกับนักเรียนเพื่อแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปและให้นักเรียนระบุการแปลความหมายข้อมูลและการสรุปผลการทดลอง รวมทั้งระบุความรู้ที่ได้และคุณค่าที่ได้จากการทดลองนี้

2) ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 9.3 เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยในการสอนปฏิบัติการทดลองนั้นได้แบ่งเป็น 3 ขั้นดังนี้

การอภิปรายก่อนการทดลอง ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับ คำถามสำคัญ หลักการ และ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์ที่ศึกษา ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรที่ควบคุม และสมมุติฐาน วัตถุหรือเหตุการณ์ที่ศึกษา การบันทึกข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูลและให้นักเรียนนักเรียนเขียนแผนผังรูปตัววี โดยให้ระบุ คำถามสำคัญ หลักการและ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์ที่ศึกษา ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรที่ควบคุม และสมมุติฐาน วัตถุหรือเหตุการณ์ที่ศึกษา การบันทึกข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูล

การทดลอง ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 9.3 ตามวิธีการทดลองในแบบเรียนของนักเรียน แล้วบันทึกผลการทดลองและจัดกระทำข้อมูลตามที่ระบุไว้

อภิปรายหลังการทดลอง ครูใช้ผลการทดลองของนักเรียนอภิปรายร่วมกับนักเรียนเพื่อแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปและให้นักเรียนระบุการแปลความหมายข้อมูลและการสรุปผลการทดลอง รวมทั้งระบุความรู้ที่ได้และคุณค่าที่ได้จากการทดลองนี้

3) ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 9.4 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดออกซาลิกกับสารละลายโพแทสเซียมเพอร์แมงกาเนตที่อุณหภูมิต่าง ๆโดยในการสอนปฏิบัติการทดลองนั้นได้แบ่งเป็น 3 ขั้นดังนี้

การอภิปรายก่อนการทดลอง ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับ คำถามสำคัญ หลักการ และ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์ที่ศึกษา ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรที่ควบคุม และสมมุติฐาน วัตถุหรือเหตุการณ์ที่ศึกษา การบันทึกข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูลและให้นักเรียนนักเรียนเขียนแผนผังรูปตัววี โดยให้ระบุ คำถามสำคัญ หลักการและ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์ที่ศึกษา ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรที่ควบคุม และสมมุติฐาน วัตถุหรือเหตุการณ์ที่ศึกษา การบันทึกข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูล

การทดลอง ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 9.4 ตามวิธีการทดลองในแบบเรียนของนักเรียน แล้วบันทึกผลการทดลองและจัดกระทำข้อมูลตามที่ระบุไว้

อภิปรายหลังการทดลอง ครูใช้ผลการทดลองของนักเรียนอภิปรายร่วมกับนักเรียนเพื่อแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปและให้นักเรียนระบุการแปลความหมายข้อมูลและการสรุปผลการทดลอง รวมทั้งระบุความรู้ที่ได้และคุณค่าที่ได้จากการทดลองนี้

4) ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 9.5 เรื่อง ผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยในการสอนปฏิบัติการทดลองนั้นได้แบ่งเป็น 3 ขั้นดังนี้

การอภิปรายก่อนการทดลอง ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับ คำถามสำคัญ หลักการ และ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์ที่ศึกษา ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรที่ควบคุม และสมมุติฐาน วัตถุหรือเหตุการณ์ที่ศึกษา การบันทึกข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูลและให้นักเรียนนักเรียนเขียนแผนผังรูปตัววี โดยให้ระบุ คำถามสำคัญ หลักการและ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์ที่ศึกษา ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรที่ควบคุม และสมมุติฐาน วัตถุหรือเหตุการณ์ที่ศึกษา การบันทึกข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูล

การทดลอง ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 9.5 ตามวิธีการทดลองในแบบเรียนของนักเรียน แล้วบันทึกผลการทดลองและจัดกระทำข้อมูลตามที่ระบุไว้

อภิปรายหลังการทดลอง ครูใช้ผลการทดลองของนักเรียนอภิปรายร่วมกับนักเรียนเพื่อแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปและให้นักเรียนระบุการแปลความหมายข้อมูลและการสรุปผลการทดลอง รวมทั้งระบุความรู้ที่ได้และคุณค่าที่ได้จากการทดลองนี้

5) ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 9.6 เรื่อง สมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยาโดยในการสอนปฏิบัติการทดลองนั้นได้แบ่งเป็น 3 ขั้นดังนี้

การอภิปรายก่อนการทดลอง ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับ คำถามสำคัญ หลักการ และ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์ที่ศึกษา ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรที่ควบคุม และสมมุติฐาน วัตถุหรือเหตุการณ์ที่ศึกษา การบันทึกข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูลและให้นักเรียนนักเรียนเขียนแผนผังรูปตัววี โดยให้ระบุ คำถามสำคัญ หลักการและ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์ที่ศึกษา ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรที่ควบคุม และสมมุติฐาน วัตถุหรือเหตุการณ์ที่ศึกษา การบันทึกข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูล

การทดลอง ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 9.6 ตามวิธีการทดลองตามรายละเอียดในแบบเรียนของนักเรียนแล้วบันทึกผลการทดลองและจัดกระทำข้อมูลตามที่ระบุไว้

อภิปรายหลังการทดลอง ครูใช้ผลการทดลองของนักเรียนอภิปรายร่วมกับนักเรียนเพื่อแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปและให้นักเรียนระบุการแปลความหมายข้อมูลและการสรุปผลการทดลอง รวมทั้งระบุความรู้ที่ได้และคุณค่าที่ได้จากการทดลองนี้

6) ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนถึงผลของตัวเร่งต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาและอธิบายกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานของปฏิกิริยาที่มีตัวเร่งและไม่มีตัวเร่ง

4. ขั้นสรุป ครูให้นักเรียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและผลของปัจจัยเหล่านั้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา ตามลำดับขั้นดังนี้

4.1 ให้นักเรียนระบุมโนทัศน์ที่สำคัญของเรื่องที่ได้เรียนในแผ่นกระดาษ

4.2 ให้นักเรียนจัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่แคบ

4.3 ลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ทุกมโนทัศน์

4.4 หาคำมาเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์โดยเขียนกำกับไว้ที่แต่ละเส้นที่ลาก

4.5 ปรับปรุงแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นแล้วคัดลอกลงสมุดแล้วส่งครู

5. ขั้นประเมินผล ครูประเมินความเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้โดยพิจารณาจาก

1. แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่นักเรียนสร้างขึ้น

2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 9.2 ข้อ 1-3 ,แบบฝึกหัดท้ายบทข้อ 1-9

จากนั้นครูให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่นักเรียนสร้างขึ้นแล้วให้นักเรียนดูแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่ครูสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบรวมทั้งเฉลยแบบฝึกหัดให้นักเรียนทราบคำตอบที่ถูกต้องด้วย

สำหรับแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่ครูสร้างขึ้นเป็นดังนี้

แผนผังรูปตัววี สำหรับการทดลองที่ 9.2 เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา

ด้านความคิด

<u>ทฤษฎี</u> ทฤษฎีการชน (Collision Theory) ซึ่งกล่าวว่าปฏิกิริยาจะเกิดขึ้น เมื่ออนุภาคของสารมีการชนกัน แล้วสะสมพลังงานจำนวนหนึ่ง อย่างน้อยที่สุดเท่ากับ พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานั้น

<u>หลักการ</u>

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยา = $\frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{เวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}$

$= \frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่ม}}{\text{เวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}$

2. ในการเปรียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาของปฏิกิริยาเดียวกันซึ่งทำการทดลอง 2 ครั้ง โดยที่รอให้เกิดผลผลิตภัณฑ์ เท่ากัน ทำได้ดังนี้ $\frac{R_1}{R_2} = \frac{t_1}{t_2}$

3. สารละลายที่มีความเข้มข้นมากขึ้น อนุภาคของตัวถูกละลาย มีโอกาสจะชนกันมากขึ้น

<u>มโนทัศน์</u> ความเข้มข้น, อัตราการเกิดปฏิกิริยา, $Na_2S_2O_3$, HCl

<u>ข้อเท็จจริง</u>

$Na_2S_2O_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + SO_2 + S + H_2O$

<u>ตัวแปรที่ศึกษา</u>

ตัวแปรต้น ความเข้มข้นของสารละลาย

ตัวแปรตาม อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งพิจารณาจากเวลาในการเกิดปฏิกิริยา

ตัวแปรควบคุม ลักษณะการผสมสารละลาย และปริมาตรของสารที่ใช้

ก้างปลาสำคัญ

ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาหรือไม่

ปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

ด้านวิธีการแสวงหาความรู้

<u>สิ่งที่ได้</u>

ด้านความรู้ 1. อัตราการเกิปฏิกิริยาขึ้นกับความเข้มข้นของสารตั้งต้น

2. เมื่อลดความเข้มข้นเป็นของสารตั้งต้น ปฏิกิริยาจะเกิดช้าลง

ด้านคุณค่า ถ้าต้องการให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นสามารถทำได้โดยเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น

<u>การแปลความหมายและข้อสรุป</u>

จากผลการทดลองจะเห็นว่า เมื่อ ($Na_2S_2O_3$) และ (HCl) ลดลง (เติมH_2Oมากขึ้น) เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาซึ่งทำให้ ปริมาณตะกอนกำมะถันเท่ากันนานขึ้น แสดงว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาลดลง นั่นคือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง $Na_2S_2O_3$ และ HCl ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_3$ และ HCl โดยที่สารละลายที่เข้มข้นมากกว่า จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วกว่า

<u>การจัดกระทำข้อมูล</u>

การทดลองที่	ตอนที่1.				ตอนที่2.			
	(HCl)	ปริมาตร $Na_2S_2O_3$ 0.3mol/dm³	ปริมาตร H_2O ที่เติม	เวลา (S)	($Na_2S_2O_3$)	ปริมาตรของ HCl 2mol/dm³	ปริมาตร H_2O ที่เติม	เวลา (S)
1	2	10	0	11.3	0.3	10	0	11.5
2	2	8	2	14.7	0.3	8	2	15.3
3	2	6	4	20.2	0.3	6	4	16.1
4	2	4	6	30.6	0.3	4	6	17.2
5	2	2	8	69.0	0.3	2	8	22.5

<u>การบันทึกข้อมูล</u>บันทึกความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_3$ และ HCl และเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีผลิตภัณฑ์ เกิดเท่ากัน

<u>เหตุการณ์/วัตถุที่ศึกษา</u>

ศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา จากปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย $Na_2S_2O_3$ กับสารละลาย HCl ตามการทดลอง 9.2

แผนผังรปตัววี สำหรับการทดลองที่ 9.3 เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา

ทฤษฎี ทฤษฎีการชน (Collision Theory)

หลักการ

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยา $= \frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{เวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}$

$= \frac{\text{ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เพิ่ม}}{\text{เวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}$

2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น เมื่ออนุภาคของสารชนกันมากขึ้น

มโนทัศน์ อัตราการเกิดปฏิกิริยา พื้นที่ผิว แมกนีเซียม กรดไฮโดรคลอริก และก๊าซไฮโดรเจน

ข้อเท็จจริง

- $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$
- การพันลวดแมกนีเซียมทบไปมาจะทำให้พื้นที่ผิวลดลง

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น พื้นที่ผิวของสาร

ตัวแปรตาม อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวแปรที่ควบคุม ความเข้มข้นของ HCl ขนาดของลวด Mg

คำถามสำคัญ

พื้นที่ผิวมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

ปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

สิ่งที่ได้ 1. ด้านความรู้ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวของสารโดยสารที่มีพื้นที่ ผิวมากกว่าจะเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่า

2. ด้านคุณค่า สารที่เป็นของแข็งควรบดให้เป็นผงละเอียดก่อนนำไปทำปฏิกิริยา เพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น

การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

จากการทดลองจะเห็นว่าในการใช้สารละลาย HCl เข้มข้นเท่ากัน ลวด Mg ยาวเท่ากัน จะพบว่า ลวด Mg ที่พับไปมาใช้เวลามากกว่า ใช้ลวด Mg เหยียดตรง ในการเกิด H_2 $5cm^3$ เท่ากัน แสดงว่าลวด Mg ที่พื้นผิวน้อยกว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะช้ากว่า ส่วนลวด Mg ที่มีพื้นที่มากกว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วกว่า

การจัดกระทำข้อมูล

ลักษณะของลวด Mg	ปริมาตร H_2 (cm^3)	เวลา (S)
เหยียด	5	109
พับไปมา	5	191

การบันทึกข้อมูล บันทึกลักษณะของลวด Mg, ปริมาตรของ H_2 และเวลา

เหตุการณ์ / วัตถุที่ศึกษา

ทดลองวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง สารละลาย HCl กับลวด Mg เมื่อใช้ลวด Mg ไม่พับ กับ ลวด Mg พับไปมา ตามการทดลอง 9.3

แผนผังรูปตัววี สำหรับการทดลองที่ 9.4 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง $H_2C_2O_4$ กับ $KMnO_4$ ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ด้านความคิด

ทฤษฎี ทฤษฎีการชน (Collision Theory)

หลักการ

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยา = $\frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{เวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}$

   = $\frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น}}{\text{เวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}$

2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็ว เมื่ออนุภาคของสารมีการชนกันมากขึ้น
3. เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โมเลกุลของสารละลายเคลื่อนที่เร็วขึ้นและมีพลังงานจลน์สูงขึ้น

มโนทัศน์ อัตราการเกิดปฏิกิริยา อุณหภูมิ $H_2C_2O_4$, $KMnO_4$, H_2SO_4

ข้อเท็จจริง

$5H_2C_2O_4 + 2MnO_4^- + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 10CO_2$

สีชมพู ไม่มีสี

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น อุณหภูมิ

ตัวแปรตาม อัตราการเกิดปฏิกิริยา

ตัวแปรที่ควบคุม ความเข้มข้นของ $KMnO_4$, $H_2C_2O_4$, H_2SO_4 และปริมาตรของสาร

บันดาลใจ

อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาอย่างไร

ปฏิสัมพันธ์ ซึ่งกันและกัน

ด้านวิธีการแสวงหาความรู้

สิ่งที่ได้ 1. ด้านความรู้ อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารโดย เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะสูงขึ้น

2. ด้านคุณค่า ถ้าต้องการให้ปฏิกิริยาเกิดเร็ว ควรเพิ่มอุณหภูมิให้แก่สารตั้นตันที่ทำปฏิกิริยากัน

การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

จากผลการทดลองจะเห็นว่า ที่อุณหภูมิต่างกันอัตราการเกิดปฏิกิริยาต่างกันโดยที่อุณหภูมิต่ำ ๆ ปฏิกิริยาจะเกิดช้ากว่าที่อุณหภูมิสูง แสดงว่า อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง $H_2C_2O_4$ กับ $KMnO_4$ โดยอุณหภูมิสูงจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็ว

การจัดกระทำข้อมูล

อุณหภูมิที่ทดลอง (°c)	เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา (S)
20	237
อุณหภูมิห้อง	134
40	55
60	21

การบันทึกข้อมูล บันทึก อุณหภูมิ เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งสังเกตจากการเปลี่ยนสีของสารละลาย จากสีม่วง เป็นไม่มีสี

เหตุการณ์ / วัตถุที่ศึกษา

ทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง $H_2C_2O_4$ กับ $KMnO_4$ ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ตามการทดลอง 9.4

แผนผังรูปตัววี สำหรับการทดลองที่ 9.5 เรื่อง สารบางชนิดกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา

ด้านความคิด

ทฤษฎี ทฤษฎีการชน (Collision Theory)

หลักการ

1. ตัวเร่ง เป็นสารที่ช่วยทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น
2. ตัวหน่วง เป็นสารที่ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาช้าลง

มโนทัศน์ ตัวเร่ง ตัวหน่วง แมงกานีสซัลเฟต โซเดียมฟลูออไรด์

ข้อเท็จจริง

1. $5H_2C_2O_4 + 2MnO_4^- + 6H^+ \rightarrow 10CO_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$
   สีม่วง ไม่มีสี
2. เปลือกไข่มี $CaCO_3$ เป็นองค์ประกอบเป็นส่วนใหญ่
   $CaCO_3 + 2CH_3COOH \rightarrow (CH_3COO)_2Ca + H_2O + CO_2$

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ชนิดของสารที่เติมลงในปฏิกิริยา

ตัวแปรตาม อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวแปรที่ควบคุม $[KMnO_4]$, $[H_2C_2O_4]$, $[CH_3COOH]$, $[MnSO_4]$, ปริมาณของเปลือกไข่, ปริมาณNaF และชนิดของเปลือกไข่ อุณหภูมิ

คำถามสำคัญ

ตัวเร่งและตัวหน่วงมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาอย่างไร

ปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

ด้านวิธีการแสวงหาความรู้

สิ่งที่ได้ ด้านความรู้

1. สารที่เป็นตัวเร่ง เมื่อใส่ลงในปฏิกิริยาจะช่วยให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น
2. สารที่เป็นตัวหน่วง จะทำให้ปฏิกิริยาเกิดช้าลง

ด้านคุณค่า ถ้าต้องการให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้นสามารถทำได้โดยหาตัวเร่งมาใส่เพิ่มลงไปในสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยา แต่ถ้าต้องการให้ปฏิกิริยาเกิดช้า สามารถทำได้โดยใส่สารที่เป็นตัวหน่วงในสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยากัน

การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ตอนที่1 : เมื่อใส่ $MnSO_4$ ลงในปฏิกิริยาระหว่าง $KMnO_4$ กับ $H_2C_2O_4$ พบว่าเวลาที่ใช้ในการทำให้สีม่วงจางหายไป น้อยกว่า เมื่อไม่ได้ใส่ $MnSO_4$ แสดงว่า $MnSO_4$ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาระหว่าง $KMnO_4$ กับ $H_2C_2O_4$

ตอนที่2 : เมื่อเติมNaF ลงในปฏิกิริยาระหว่าง เปลือกไข่ กับ CH_3COOH พบว่า การเกิดฟองก๊าซช้าลง แสดงว่า NaF เป็นตัวหน่วงปฏิกิริยาระหว่างเปลือกไข่กับ CH_3COOH

การจัดกระทำข้อมูล

ตอนที่ 1 ปฏิกิริยาระหว่าง $H_2C_2O_4$ กับ $KMnO_4$

หลอดที่	จำนวนหยด $MnSo_4$	เวลาที่ใช้เกิดปฏิกิริยา (S)
1	-	201
2	5	36

ตอนที่ 2 ปฏิกิริยาระหว่างเปลือกไข่กับ CH_3COOH

หลอดที่	สารที่เข้าทำปฏิกิริยา	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้
1	เปลือกไข่ + CH_3COOH	เกิดฟองก๊าซอย่างรวดเร็ว
2	เปลือกไข่ + CH_3COOH + NaF	เกิดฟองก๊าซอย่างช้า ๆ

การบันทึกผลการทดลอง

บันทึกเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาของแต่ละปฏิกิริยา และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

เหตุการณ์ / วัตถุที่ศึกษา

ศึกษาผลของ $MnSO_4$ ต่อปฏิกิริยาระหว่าง $KMnO_4$ กับ $H_2C_2O_4$ และ
ผลของ NaF ต่อปฏิกิริยาระหว่างเปลือกไข่ กับ CH_3COOH ตามการทดลองที่ 9.5

แผนผังรูปตัววี สำหรับการทดลองที่ 9.6 เรื่อง สมบัติของตัวเร่ง

ด้านความคิด

ทฤษฎี ทฤษฎีการชน (Collision Theory)

หลักการ ตัวเร่ง เป็นสารที่ช่วยทำให้ ปฏิกิริยาเกิดขึ้นเร็ว

มโนทัศน์ ตัวเร่ง สมบัติของตัวเร่ง โคบอลต์ (II) คลอไรด์ ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ โซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทต

ข้อเท็จจริง

- $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$
- โคบอลต์ (II) คลอไรด์ มีสีชมพูในสภาวะปกติ

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น การเติมโคบอลต์ (II) คลอไรด์ ลงในปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทตกับ H_2O_2

ตัวแปรตาม อัตราการเกิดปฏิกิริยา, การเปลี่ยนแปลงของสารในระบบ

ตัวแปรที่ควบคุม ความเข้มข้นของ H_2O_2 และ โคบอลต์ (II) คลอไรด์ ปริมาตรของ H_2O_2, มวลของโซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทต ปริมาตรของโคบอลต์ (II) คลอไรด์

คำถามสำคัญ

1. ตัวเร่งมีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างเกิดปฏิกิริยา
2. ตัวเร่งมีสมบัติอย่างไร เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุด

ปฏิสัมพันธ์ชิ้นงานและมือ

ด้านวิธีการแสวงหาความรู้

สิ่งที่ได้ 1. ด้านความรู้ ตัวเร่งเป็นสารช่วยเร่งปฏิกิริยา โดยมีการเปลี่ยนแปลงขณะเกิดปฏิกิริยา แต่เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดจะกลับมาเป็นสารเดิมมีสมบัติเหมือนเดิม

2. ด้านคุณค่า ตัวเร่งเมื่อใช้เร่งปฏิกิริยาจน ปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์แล้วอาจนำมาเร่งปฏิกิริยาได้ใหม่อีก

การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

เมื่อใส่ $CoCl_2$ ลงในหลอดที่บรรจุโซเดียมโพแทสเซียมทาร์แทต และ H_2O_2 จะทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้น และสีของ $CoCl_2$ เปลี่ยนจากสีชมพู เป็นสีเขียวชั่วขณะและกลับมาเป็นสีชมพู ที่มีความเข้มเท่าเดิมแสดงว่า $CoCl_2$ ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและในขณะที่เกิดปฏิกิริยาจะมีการเปลี่ยนแปลง แต่เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดจะกลับมาเป็นสารเดิมและมีสมบัติเหมือนเดิม

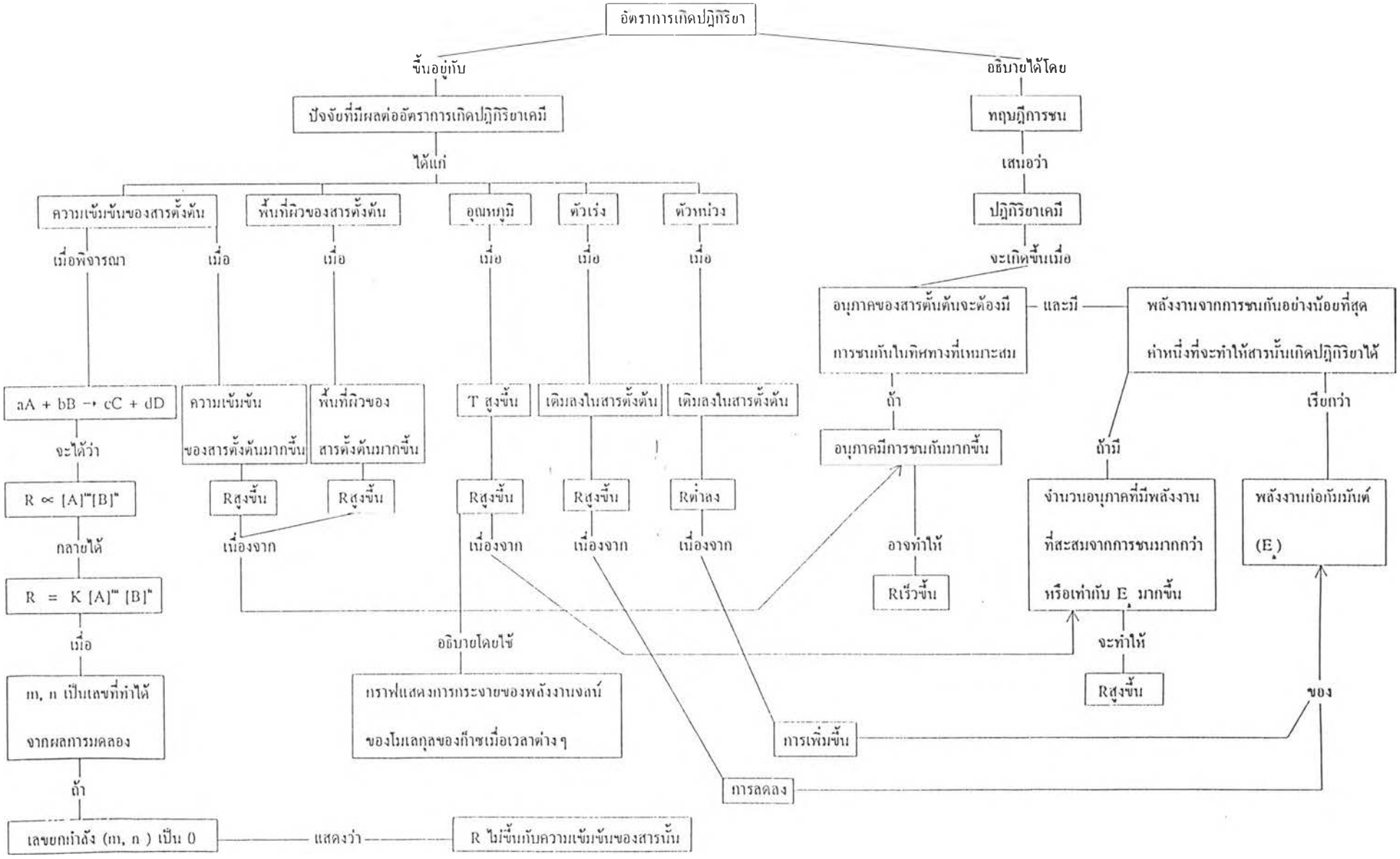
การจัดกระทำข้อมูล

	หลอดที่ 1	หลอดที่ 2
สาร	โซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทต กับ H_2O_2	โซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทต + H_2O_2 + $CoCl_2$
การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	เกิดฟองก๊าซอย่างช้า ๆ สารละลายไม่มีสี	เกิดฟองก๊าซอย่างรวดเร็ว สีของ $CoCl_2$ ซึ่งมีสีชมพูเปลี่ยนเป็นสีเขียวชั่วขณะ แล้วเปลี่ยนกลับเป็นสีชมพูที่มีความเข้มเท่าเดิม

การบันทึกผล บันทึกอัตราการเกิดปฏิกิริยาของปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทตกับ H_2O_2 เมื่อใส่ $CoCl_2$ และไม่ใส่ $CoCl_2$ และการเปลี่ยนแปลงของ $CoCl_2$ ตั้งแต่เริ่มทำปฏิกิริยา จนกระทั่งปฏิกิริยาสิ้นสุด

เหตุการณ์ / วัตถุที่ศึกษา

ศึกษาผลโคบอลต์ (II) คลอไรด์ต่อปฏิกิริยาของโซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทต กับ H_2O_2 และการเปลี่ยนแปลงของโคบอลต์ (II) คลอไรด์ ตามการทดลองที่ 9.6


อัตราการเกิดปฏิกิริยา
ขึ้นอยู่กับ
อธิบายได้โดย
ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
ทฤษฎีการชน
ได้แก่
เสนอว่า
ความเข้มข้นของสารตั้งต้น
พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น
อุณหภูมิ
ตัวเร่ง
ตัวหน่วง
ปฏิกิริยาเคมี
เมื่อพิจารณา
เมื่อ
เมื่อ
เมื่อ
เมื่อ
เมื่อ
จะเกิดขึ้นเมื่อ
อนุภาคของสารตั้นต้นจะต้องมี
การชนกันในทิศทางที่เหมาะสม
และมี
พลังงานจากการชนกันอย่างน้อยที่สุด
ค่าหนึ่งที่จะทำให้สารนั้นเกิดปฏิกิริยาได้
aA + bB → cC + dD
ความเข้มข้น
ของสารตั้งต้นมากขึ้น
พื้นที่ผิวของ
สารตั้งต้นมากขึ้น
T สูงขึ้น
เติมลงในสารตั้งต้น
เติมลงในสารตั้งต้น
ถ้า
เรียกว่า
จะได้ว่า
อนุภาคมีการชนกันมากขึ้น
ถ้ามี
R ∝ [A]ᵐ[B]ⁿ
Rสูงขึ้น
Rสูงขึ้น
Rสูงขึ้น
Rสูงขึ้น
Rต่ำลง
จำนวนอนุภาคที่มีพลังงาน
ที่สะสมจากการชนมากกว่า
หรือเท่ากับ E มากขึ้น
พลังงานก่อกัมมันต์
(E)
กลายได้
เนื่องจาก
เนื่องจาก
เนื่องจาก
เนื่องจาก
อาจทำให้
R = K [A]ᵐ [B]ⁿ
Rเร็วขึ้น
เมื่อ
อธิบายโดยใช้
จะทำให้
m, n เป็นเลขที่ทำได้
จากผลการทดลอง
กราฟแสดงการกระจายของพลังงานจลน์
ของโมเลกุลของก๊าซเมื่อเวลาต่างๆ
Rสูงขึ้น
ของ
การเพิ่มขึ้น
ถ้า
การลดลง
เลขยกกำลัง (m, n) เป็น 0
แสดงว่า
R ไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของสารนั้น

ภาคผนวก ฌ

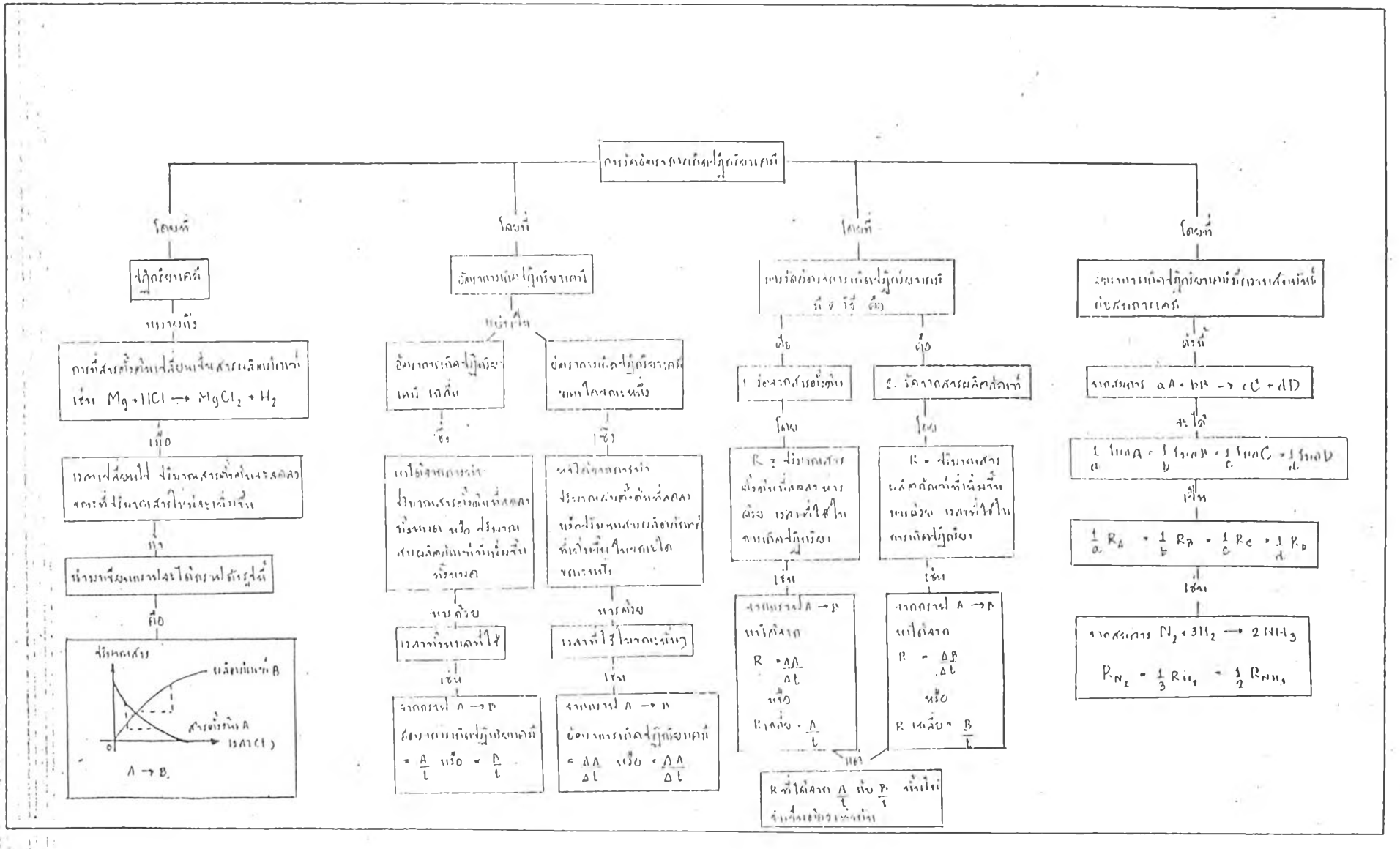
ตัวอย่างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

และ

แผนผังรูปตัววีที่นักเรียนสร้าง

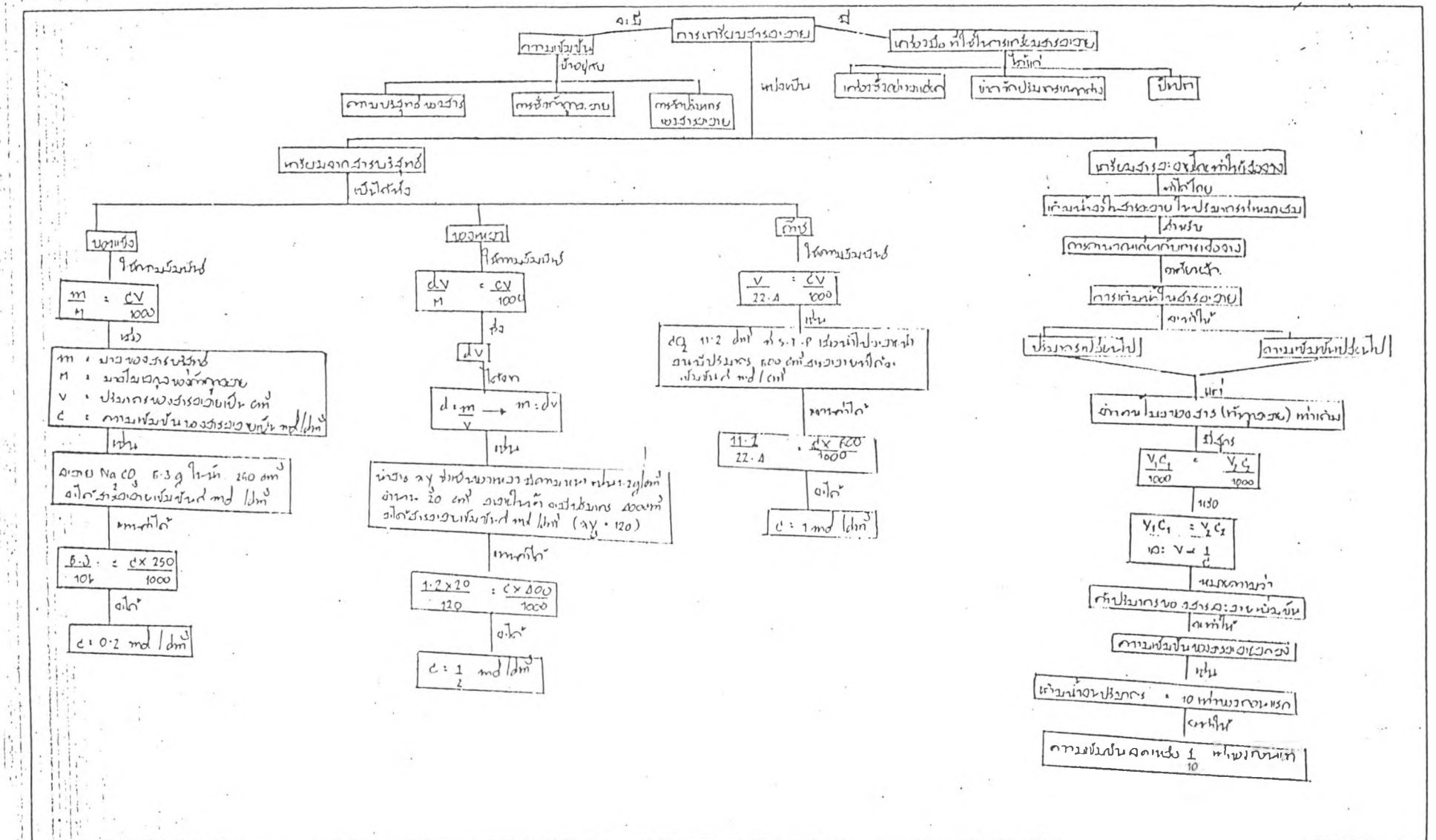
แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เรื่อง การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

วันที่ 29 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2536



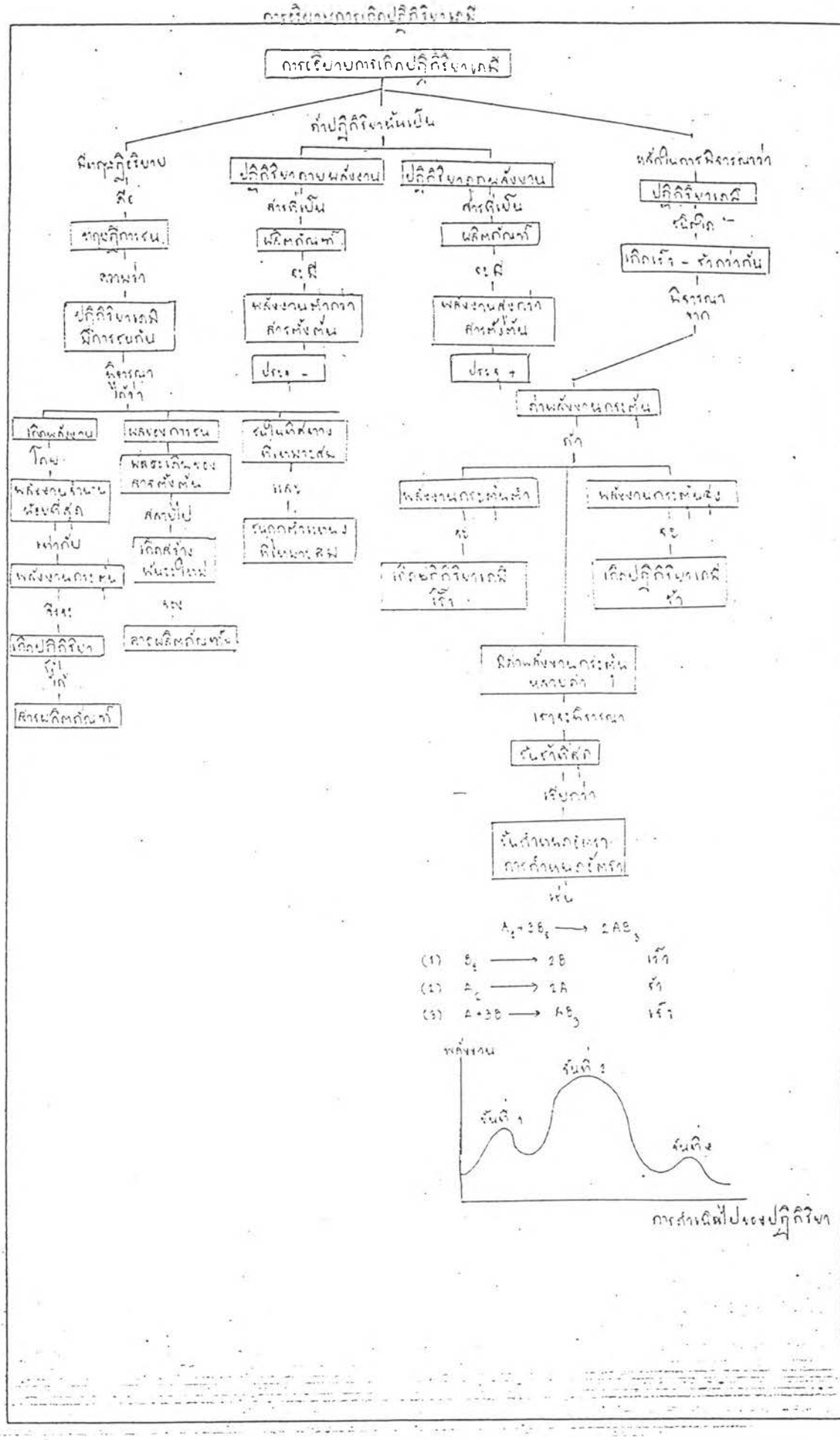
แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เรื่อง การเตรียมสารละลาย

วันที่ 5 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2518



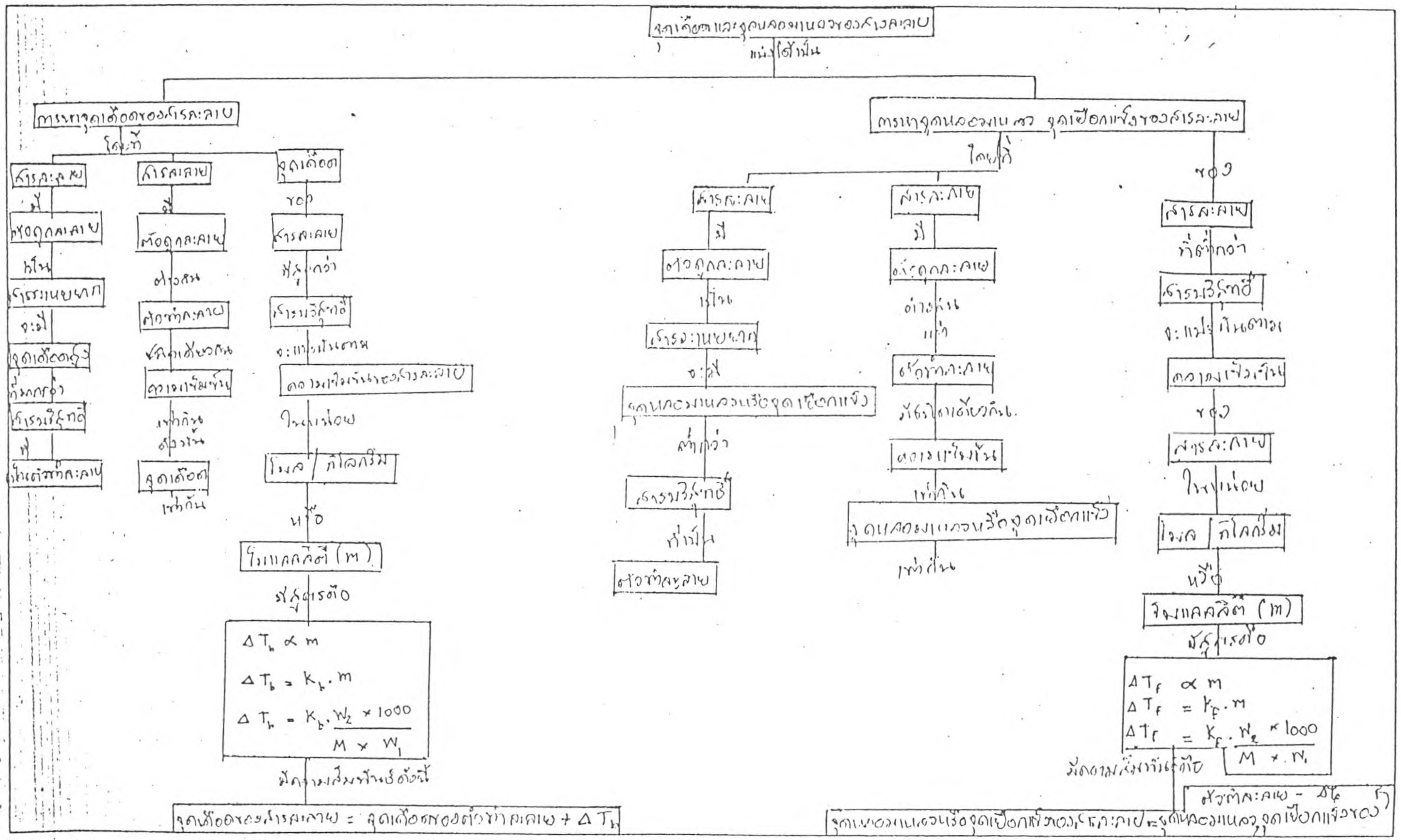
แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยา

วันที่ 1 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551



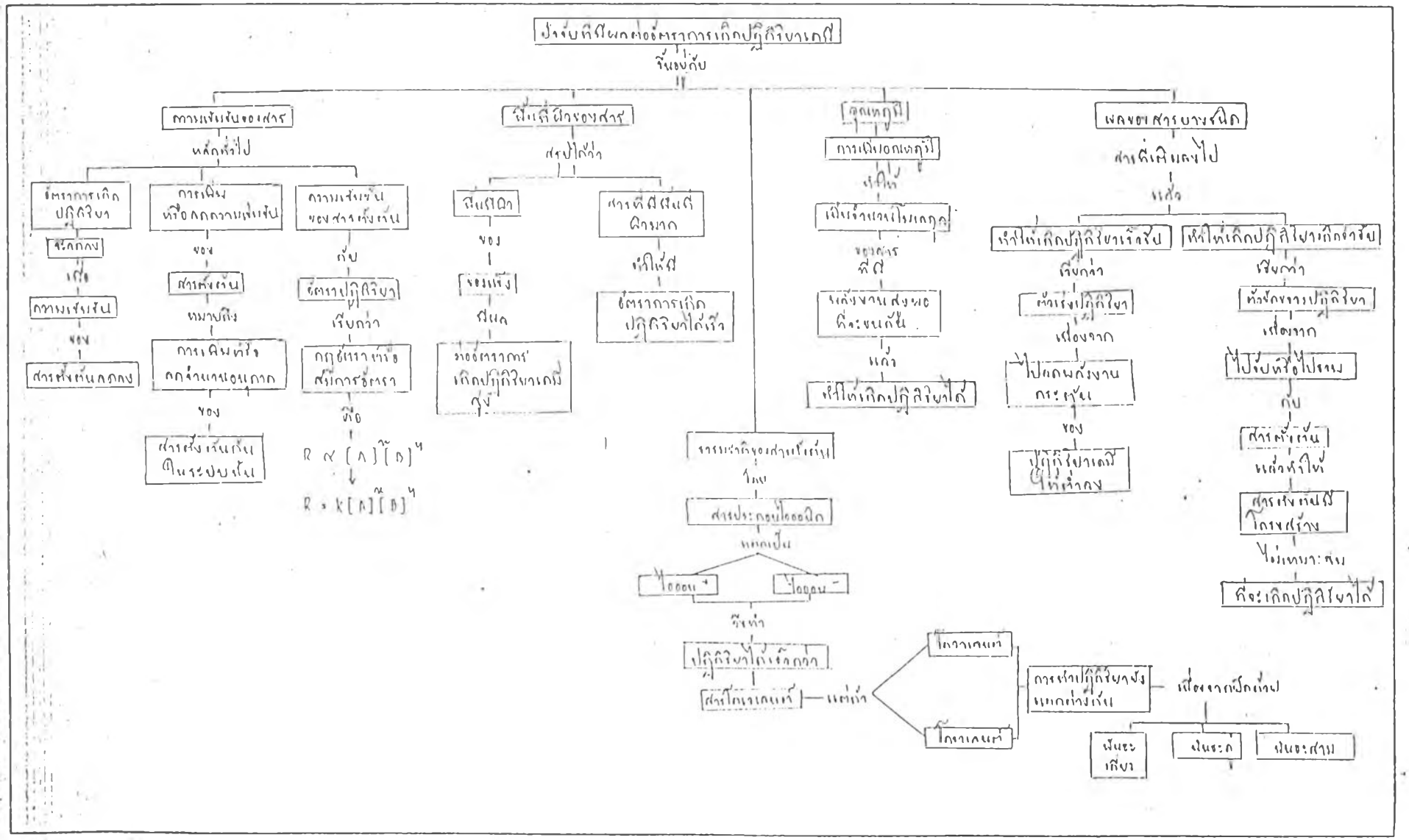
แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เรื่อง จุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารละลาย

วันที่ 31 **เดือน** สิงหาคม **พ.ศ.** 2536



แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

วันที่ 1 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544



แผนผังรูปตัววีสำหรับการทดลองที่ 5.3 เรื่อง ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการหลอมเหลวของสารชนิดต่างๆ

วันที่ 7 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2536

ด้านความคิด

ทฤษฎี (ถ้ามี) –

หลักการที่เกี่ยวข้อง

1. สารบริสุทธิ์จะมีจุดหลอมเหลวคงที่ สารละลายหรือสารผสมจะมีจุดหลอมเหลวไม่คงที่ ขึ้นกับปริมาณของสารที่ผสมอยู่
2. สารแต่ละชนิดมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าสารบริสุทธิ์
3. จุดหลอมเหลวของสารละลายที่ผสมจากสารชนิดเดียวกันที่ความเข้มข้นต่างกัน ความเข้มข้นของสารมีหน่วย กรัม/กิโลกรัม
4. สารละลายที่มีความเข้มข้นเท่ากัน จุดหลอมเหลวจะเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน

มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง

จุดหลอมเหลว สารละลาย สารบริสุทธิ์ ผลต่างของจุดหลอมเหลว กรดไขมันโซ่ตรง แผ่นทดลอง ความเข้มข้น

ข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้อง

จุดหลอมเหลวของแผ่นทดลองจะสูงกว่ากรดไขมันโซ่ตรงและมีจุดหลอมเหลวต่างกัน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น ความเข้มข้นของสารละลาย
2. ตัวแปรตาม จุดหลอมเหลวของสาร
3. ตัวแปรที่ควบคุม ปริมาตรของสารที่ใช้ในการทดลอง

สมมติฐานของการทดลอง (ถ้ามี) –

คำถามสำคัญ

1. จุดหลอมเหลว ของสารละลายและสารบริสุทธิ์ต่างกันอย่างไร
2. สารละลายที่มีความเข้มข้นต่างกันมีจุดหลอมเหลวต่างกันอย่างไร
3. สารละลายที่มีความเข้มข้นเท่ากันมีจุดหลอมเหลวเท่ากันหรือไม่

ปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

–

ด้านวิธีการแสวงหาความรู้

สิ่งที่ได้

1. ด้านความรู้
   1. สารละลายจะมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าสารบริสุทธิ์
   2. สารละลายที่มีความเข้มข้นมากกว่าจุดหลอมเหลวจะต่ำกว่า
   3. สารละลายที่มีความเข้มข้นเท่ากันจุดหลอมเหลวจะเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน
2. ด้านคุณค่า สามารถนำความรู้บริสุทธิ์ไปแก้ปัญหาสารละลายได้ สามารถหาจุดหลอมเหลวได้

การแปลความหมายข้อมูลและข้อสรุป

1. แผ่นทดลองที่มีจุดหลอมเหลว 50.5 °C คือแผ่นไขมันโซ่ตรง แผ่นทดลองที่มีจุดหลอมเหลว 41 °C แสดงว่าสารละลายจะมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าสารบริสุทธิ์
2. แผ่นไขมันโซ่ตรงและแผ่นทดลองที่มีความเข้มข้น 0.5 กรัม/กิโลกรัม มีจุดหลอมเหลว 77 °C คือแผ่นไขมันโซ่ตรงและแผ่นทดลองที่มีความเข้มข้น 2 กรัม/กิโลกรัม มีจุดหลอมเหลว 66 °C แสดงว่าสารละลายที่มีความเข้มข้นมากกว่าจุดหลอมเหลวจะต่ำกว่า

การจัดกระทำข้อมูล (ต่อด้านหลัง)

สาร	ความเข้มข้น (กรัม/กิโลกรัม)	จุดหลอมเหลว: เริ่มหลอม	จุดหลอมเหลว: หลอมหมด	ช่วงที่หลอม (°C)	จุดหลอมเหลวเฉลี่ย	ΔT_f
แผ่นทดลอง	–	50	31	1	50.5	–
แผ่นไขมันโซ่ตรง + ความเข้มข้น	0.5	74.5	79.5	5.0	77	3.5
แผ่นไขมันโซ่ตรง + ความเข้มข้น	2.0	63.0	69	4	66	17.5
แผ่นทดลอง + ความเข้มข้น	0.5	75.5	79	4.5	77.25	3.25
แผ่นทดลอง + ความเข้มข้น	2.0	64	70	6	67	13.5

การบันทึกข้อมูล

บันทึก จุดหลอมเหลวของแผ่นทดลอง และจุดหลอมเหลวของสารที่ผสมอยู่ในแผ่นทดลอง

เหตุการณ์/วัตถุที่ศึกษา

จุดหลอมเหลวของแผ่นทดลอง และสารละลายกรดไขมันโซ่ตรง

ในแผ่นทดลองที่ 5.3

แผนผังรูปตัววีสำหรับการทดลองที่ 9.3 เรื่อง พื้นที่ผิวและการถ่ายโอนความร้อนของการเกิดปฏิกิริยาเคมี

วันที่ 1 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2536

ด้านความคิด

ทฤษฎี (ถ้ามี)

การ ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดได้ดีเมื่อ
อนุภาคของสารมีการชนกันอย่างมีทิศทาง และมีพลังงานเพียงพอ

ไม่ดีนัก 1. ชิ้นส่วนการชนต้องเหมาะสม
2. ต้องมีการชนกันอย่างน้อยบางส่วน
ที่มีพลังงานก่อกัมมันต์

หลักการที่เกี่ยวข้อง

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยา = ปริมาณการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น / เวลาที่ใช้
= ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น / เวลาที่ใช้

2. ปฏิกิริยาดูดความร้อนจะเกิดขึ้นได้ดีเมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนมากขึ้น

มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง

อัตราการเกิดปฏิกิริยา พื้นที่ผิว

ข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้อง

— $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$

— การเพิ่มพื้นที่ผิวให้แก่ Mg ทำได้โดยการ

ตัวแปรที่ศึกษา

1.ตัวแปรต้น พื้นที่ผิวของ Mg

2.ตัวแปรตาม อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3.ตัวแปรที่ควบคุม ความเข้มข้น HCl ของผลลัพธ์ Mg

สมมุติฐานของการทดลอง (ถ้ามี)

คำถามสำคัญ

1. พื้นที่ผิวของสารมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาหรือไม่

ปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

ด้านวิธีการแสวงหาความรู้

สิ่งที่ได้

1.ด้านความรู้ พ.ท. มีพื้นผิวต่ำอัตราการเกิดปฏิกิริยาโดย พ.ท. มีพื้นผิวมากจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วกว่า พ.ท. มีพื้นผิวน้อยที่ให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาช้ากว่า

2.ด้านคุณค่า ให้ทักษะการปฏิบัติการทดลอง พ.ท. มีความรับผิดชอบที่จะเกิดปฏิกิริยาได้ดีกว่า

การแปลความหมายข้อมูลและข้อสรุป

ผลที่ได้จากการทดลองที่ให้นักเรียนของคุณทดลองแล้วผลที่ได้ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีนั้นที่ให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ดีกว่า พ.ท. มีพื้นผิวต่ำกว่า ดังนั้น พ.ท. มีพื้นผิวมากที่ให้การชนของอนุภาคมากทำให้เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาได้น้อยกว่า พ.ท. มีพื้นผิวต่ำอัตราการเกิดปฏิกิริยา

การจัดกระทำข้อมูล

ชนิดของ Mg	ปริมาตร H_2 (cm³)	เวลาที่ใช้
พื้นที่ผิวมาก	5	150
พื้นที่ผิวน้อย	5	85

การสื่อความหมายข้อมูล

บันทึก สังเกตของลวด Mg, ปริมาตรของ H_2, ฯลฯ

เหตุการณ์/วัตถุที่ศึกษา

อัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง Mg กับ HCl ตาม
การทดลองที่ 9.3

แผนผังรูปตัววีสำหรับการทดลองที่ ๑/๑ เรื่อง ศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดออกซาลิก กับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ อุณหภูมิต่างๆ

วันที่ ๑ เดือน ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๑

ด้านความคิด

ทฤษฎี (ถ้ามี)

ทฤษฎีการชน คือ ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกัน ซึ่งเป็นการชนกันอย่างมีพลัง

หลักการที่เกี่ยวข้อง

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยา = ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง / เวลาที่ใช้
   หรือ = ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น / เวลาที่ใช้
2. ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้เมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกัน
3. เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นโมเลกุลจะมีการเคลื่อนที่เร็วขึ้น และเพิ่มพลังงานจลน์สูงขึ้น

มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง

อัตราการเกิดปฏิกิริยา อุณหภูมิ

ข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้อง

$H_2C_2O_4 + MnO_4^- + H^+ \longrightarrow Mn^{2+} + H_2O + CO_2$

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น อุณหภูมิ
2. ตัวแปรตาม อัตราการเกิดปฏิกิริยา
3. ตัวแปรที่ควบคุม ความเข้มข้นของ $KMnO_4$ $H_2C_2O_4$ H_2SO_4 ปริมาตรของสารทดลอง

สมมุติฐานของการทดลอง (ถ้ามี)

คำถามสำคัญ

1. อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาหรือไม่ ?

ปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

ด้านวิธีการแสวงหาความรู้

สิ่งที่ได้

1. ด้านความรู้ เพื่อเพิ่มอุณหภูมิด้านหนึ่งของการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารตั้งต้นเท่ากันแล้วเกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้น เมื่อให้ความร้อนเพิ่มขึ้น
2. ด้านคุณค่า ช่วยให้เกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น ในการทดลองต่างๆ ที่ต้องการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น

การแปลกความหมายข้อมูลและข้อสรุป

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่าง $KMnO_4$ โดยการเพิ่มอุณหภูมิขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่ ๓๐ - ๕๐ °C ปฏิกิริยาจะเกิดเร็วขึ้นตามลำดับ

การจัดกระทำข้อมูล

อุณหภูมิ	เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา
๓๐	๒๐๐
อุณหภูมิห้อง	๒๑๐
๔๐	๑๐๐
๕๐	๖๐

การบันทึกข้อมูล

บันทึกเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิต่างๆ

เหตุการณ์/วัตถุที่ศึกษา

อัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง $H_2C_2O_4$ กับ $KMnO_4$ ที่อุณหภูมิต่างกัน

แผนผังรูปตัววีสำหรับการทดลองที่ 9.5 เรื่อง [illegible]

วันที่ 1 เดือน [illegible] พ.ศ. 2536

ด้านความคิด | ด้านสำคัญ | ด้านวิธีการแสวงหาความรู้

ทฤษฎี (ถ้ามี)

หลักการที่เกี่ยวข้อง

มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง

ข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้อง

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น
2. ตัวแปรตาม
3. ตัวแปรที่ควบคุม

สมมติฐานของการทดลอง (ถ้ามี)

ปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

สิ่งที่ได้

1. ด้านความรู้
2. ด้านคุณค่า

การแปลความหมายข้อมูลและข้อสรุป

การจัดกระทำข้อมูล

ครั้งที่	[illegible]	[illegible]
1	0	300 ง.
2	5	15 ง.

ครั้งที่	[illegible]	[illegible]
1	[illegible]	[illegible]
2	[illegible]	[illegible]

การบันทึกข้อมูล

บันทึก

เหตุการณ์/วัตถุที่ศึกษา

แผนผังรูปตัววีสำหรับการทดลองที่ 9.6 เรื่อง สมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยา

วันที่ 4 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2536

ด้านความคิด

ทฤษฎี (ถ้ามี)

การใช้ปฏิกิริยาของสารเปลี่ยนไป ก็ต่อเมื่อมีการปะทะกันของอนุภาคที่มีพลังงานเพียงพอ

1. ทิศทางของการชน
2. การจัดเรียงตัวของอนุภาค

หลักการที่เกี่ยวข้อง

1. สารที่ทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น แต่ตัวมันเองไม่เปลี่ยนแปลง
2. ตัวอย่างของสารที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น
3. ตัวเร่งปฏิกิริยาจะร่วมในปฏิกิริยาระยะหนึ่ง แต่จะได้กลับคืนมาในสภาพเดิม

มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง

ตัวเร่งปฏิกิริยา

ข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้อง

$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น ชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยา
2. ตัวแปรตาม อัตราการเกิดฟองแก๊ส
3. ตัวแปรที่ควบคุม ปริมาตรของ H_2O_2

สมมติฐานของการทดลอง (ถ้ามี)

คำถามสำคัญ

1. ในหลอดทดลองที่ 1 และ 2 มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

ปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

ด้านวิธีการแสวงหาความรู้

สิ่งที่ได้

1. ด้านความรู้ ได้ทราบว่าเปอร์ออกไซด์ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในธรรมชาติ
2. ด้านคุณค่า สามารถนำตัวเร่งปฏิกิริยาไปใช้ในการผลิตได้

การแปลความหมายข้อมูลและข้อสรุป

การทดลองหลอดที่ 1 สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ ทำปฏิกิริยากับ H_2O_2 ได้ผลการทดลองไม่มีฟองก๊าซ หลอดที่ 2 โซเดียมไฮดรอกไซด์ + H_2O_2 + $CoCl_2$ มีฟองก๊าซ สารละลายไม่มีสี เมื่อทิ้งไว้นานๆ สีเขียว จะกลับเป็นสีชมพู เช่นเดิม แสดงว่าตัวเร่งปฏิกิริยาจะไม่สูญสลายหรือเปลี่ยนแปลง

การจัดกระทำข้อมูล

หลอดที่	สาร	ผลที่เกิด
1	โซเดียมไฮดรอกไซด์ + H_2O_2	สารละลายไม่มีสี ไม่มีฟองก๊าซ
2	โซเดียมไฮดรอกไซด์ + H_2O_2 + $CoCl_2$	สารละลายเปลี่ยนสีจากชมพูเป็นสีเขียว เมื่อทิ้งไว้นานๆ จะกลับเป็นสีชมพูเช่นเดิม

การบันทึกข้อมูล

บันทึกผลที่เกิดขึ้นในแต่ละการทดลองที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ กับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่มีโซเดียมไฮดรอกไซด์ กับ

เหตุการณ์/วัตถุที่ศึกษา โซเดียมไฮดรอกไซด์ กับ

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่มีการเปลี่ยนแปลงของโซเดียมไฮดรอกไซด์ กับ

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่มีโซเดียมไฮดรอกไซด์ กับ

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ กับโคบอลท์ (II) คลอไรด์ ตามการทดลองที่ 9.6

ประวัติผู้เขียน

นายไสว ฝักขาว เกิดเมื่อวันที่ 4 กันยายน พ.ศ.2502 ที่จังหวัดชัยนาท จบการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี เกียรตินิยมอันดับสอง จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อปีการศึกษา 2524 สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (เคมี) จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2527 เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2532 ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 5 โรงเรียนบางมดวิทยา กรุงเทพมหานคร