จม
ม.ก

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4)

ปริญญานิพนธ์

ของ

มงคล บุญประเสริฐ

31 พ.ค. 2535

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
เมษายน 2525

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

178741
ม.36

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา		คณะกรรมการสอบ	
.....	ประธาน	.....	ประธาน
.....	กรรมการ	.....	กรรมการ
		.....	กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ โดยผู้วิจัยได้รับคำแนะนำและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์วนิดา ตราชู ดร.ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์ และอาจารย์เบญจวรรณ จันทร์สว่าง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นแรงใจตลอดมา

มงคล บุญประเสริฐ

สารบาญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	คำนำ	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	4
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	4
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
	ความหมายของบทเรียนโมดูล	5
	ลักษณะของบทเรียนโมดูล	5
	การสร้างบทเรียนโมดูล	7
	ประโยชน์ของบทเรียนโมดูล	8
	การวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโมดูลในต่างประเทศ	9
	การวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโมดูลในประเทศไทย	10
3	วิธีดำเนินการทดลอง	12
	กลุ่มตัวอย่าง	12
	เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง	12
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	13
	วิธีดำเนินการทดลอง	14
	การวิเคราะห์ข้อมูล	15

บทที่ หน้า

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 17
การเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 17

5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 18
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า 18
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า 18
วิธีดำเนินการทดลอง 18
ผลการทดลอง 19
อภิปรายผลการทดลอง 19
ข้อเสนอแนะ 21

บรรณานุกรม 22

ภาคผนวก 27

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 17

2 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ 28

3 ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนทดสอบ 29

4 ตารางวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 30

บทที่ 1

บทนำ

คำนำ

คุณภาพการศึกษาอาจแบ่งได้เป็นสองประเภทเป็นอย่างน้อย ประเภทหนึ่ง คือ คุณภาพของผลิตผลในที่นี้คือ ตัวนักเรียนที่สำเร็จการศึกษาแต่ละระดับว่ามีความคิด สติปัญญา และความสามารถแค่ไหน มีนิสัยใจคออย่างไร มีทัศนคติค่านิยมสอดคล้องกับการพัฒนาประเทศหรือไม่ อีกประเภทหนึ่ง คือคุณภาพของกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งรวมถึงหลักสูตร ครูผู้สอน อุปกรณ์การสอน ตำรา เป็นต้น (บุญถิ่น อัตถากร 2517 : 3)

ในวงการศึกษาต่างก็ยอมรับว่า การจัดการศึกษาให้มีคุณภาพสูงขึ้นจะต้องพยายามปรับปรุงทั้งหลักการและวิธีจัดการศึกษาโดยการพัฒนาหลักสูตร กระบวนการเรียนการสอนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพในสังคมปัจจุบัน ประยูร ศรีประสาธน์ (ประยูร ศรีประสาธน์ 2521 : 14) กล่าวว่า เมื่อชีวิตต้องเปลี่ยนแปลง การศึกษาก็ต้องเปลี่ยนแปลงไปด้วย หลักสูตรเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา เมื่อการศึกษาเปลี่ยนไปหลักสูตรก็ต้องเปลี่ยนไปด้วย สิปปนนท์ เกตุทัต (สิปปนนท์ เกตุทัต 2523 : 68) กล่าวว่า งานพัฒนาหลักสูตรจำเป็นต้องดำเนินการต่อเนื่องไปเป็นลำดับ และจะต้องมีการพัฒนาอย่างไม่มีสิ้นสุดตราบใดที่สังคมและวิทยาการต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงและเจริญก้าวหน้าอย่างไม่หยุดยั้ง

วิธีการสอนของครูส่วนมากมุ่งจะสอนแต่ความรู้อยู่ภายในกรอบหรือมุ่งแต่จะหาความรู้มาถ่ายทอดต่อให้นักเรียนโดยครูเป็นผู้บรรยาย นักเรียนเป็นผู้ฟัง (กรมวิชาการ 2515 : 78) เป็นเหตุให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายไม่ตั้งใจเรียน ชูชีพ อ่อนโคกสูง (ชูชีพ อ่อนโคกสูง 2519 : 50 - 51) ได้กล่าวว่า พฤติกรรมที่นักเรียนไม่ตั้งใจเรียนมีสาเหตุมาจาก

1. สาเหตุจากเนื้อหาวิชาที่เรียน ได้แก่

1.1 บทเรียนยาวทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย

1.2 กิจกรรมที่ครูจัดให้ไม่เป็นที่สนใจของนักเรียน

1.3 บทเรียนยากเกินไปนักเรียนเรียนไม่เข้าใจ ทำให้ไม่อยากเรียน

2. สาเหตุจากครู ได้แก่

2.1 ครูอธิบายไม่ชัดเจน

2.2 น้ำเสียงของครูไม่ดี เสียงสั้นอู้อี้ เสียงอยู่ในระดับเดียวกันตลอดเวลา

2.3 ความไม่คงที่ของครู บางครั้งดีบางครั้งหย่อน นักเรียนไม่ทราบจะยึดถือมาตรฐานอะไรเป็นหลักในการปฏิบัติ

2.4 ครูมีนิสัยหรือเคร่งเครียดเกินไป ทำให้บรรยากาศของชั้นเรียนไม่ดี

3. สาเหตุจากตัวนักเรียนเอง ได้แก่

3.1 นักเรียนไม่รู้ว่าอะไรเป็นพฤติกรรมหรือการกระทำที่ถูกที่ควร

3.2 นักเรียนชอบเลียนแบบสิ่งที่ไม่ดีจากคนอื่น

3.3 นิสัยเกียจคร้านหรือความเคยชินซึ่งติดมาจากบ้าน

3.4 นักเรียนขาดความอบอุ่นจากครอบครัวทำให้จิตใจเลื่อนลอยไม่มีสมาธิในการเรียน

ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาบางประการดังกล่าวจึงมีความจำเป็นต้องปรับปรุงการเรียนการสอนใหม่ ดังเช่น ปี พ.ศ. 2514 ได้มีการจัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้น โดยมีจุดประสงค์ที่สำคัญคือ ปรับปรุงหลักสูตร แบบเรียน และวิธีสอนตามหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ลดบทบาทของครูจากการเป็นผู้บรรยายมาเป็นผู้ประสานงานการเรียน และเปิดโอกาสให้มีกิจกรรมการเรียน

สำหรับนักเรียนเป็นรายกลุ่มและรายบุคคลบ้าง

บทเรียนโมดูล เป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ เพราะบทเรียนโมดูลเป็นบทเรียนที่สำเร็จในตัวเอง ส่งเสริมการเรียนรู้ตามความสามารถของแต่ละบุคคล โดยมีวัตถุประสงค์ไว้แน่นอน มีคำบรรยาย คำแนะนำต่าง ๆ และอุปกรณ์ประกอบการเรียนรวมอยู่ด้วยอย่างสมบูรณ์ (บุญมี ก้อนทอง 2518 : 21)

ปริมาณสารสัมพันธ์ เป็นเรื่องหนึ่งในวิชาเคมี ซึ่งถือว่าเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติและชีวิตประจำวันรวมทั้งใช้เป็นพื้นฐานเบื้องต้นในการศึกษาค้นคว้าในชั้นสูงต่อไปอีกด้วย ด้วยสาเหตุดังกล่าวผู้วิจัยจึงเลือกเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ นำมาสร้างเป็นบทเรียนโมดูลขึ้นทดลองใช้สอนเปรียบเทียบกับการสอนปกติ

<u>ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า</u>

1. เพื่อสร้างบทเรียนโมดูลเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ

<u>ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า</u>

ผลจากการศึกษาค้นคว้าใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

<u>ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า</u>

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 ห้องเรียน จากโรงเรียนยานนาเวศวิทยาคม อำเภอยานนาวา จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2524

2. บทเรียนโมดูลที่ใช้ หมายถึง บทเรียนโมดูลเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น เพื่อใช้ในการทดลองสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. การทดลองกระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2524

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรอิสระ คือ วิธีสอน

4.2 ตัวแปรตาม คือ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

<u>คำนิยามศัพท์เฉพาะ</u>

1. การสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล หมายถึง การสอนที่ให้นักเรียนใช้บทเรียนโมดูลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และอาจารย์ประจำวิชาเป็นผู้ควบคุม

2. การสอนปกติ หมายถึง การสอนตามคู่มือครูวิชาเคมีของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้เนื้อหาอันเดียวกันกับที่ผู้วิจัยนำมาสร้างบทเรียนโมดูล และอาจารย์ประจำวิชาเป็นผู้สอน

3. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรพุทธศักราช 2524 โรงเรียนยานนาเวศวิทยาคม อำเภอยานนาวา จังหวัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2524

<u>สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า</u>

นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนปกติ

บทที่ 2

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมายของบทเรียนโมดูล

ได้มีผู้ให้ความหมายของบทเรียนโมดูลไว้หลายท่าน เช่น บุญมี ก้อนทอง (บุญมี ก้อนทอง 2518 : 21 - 23) กล่าวว่า บทเรียนโมดูลหมายถึงบทเรียนหรือหน่วยใดหน่วยหนึ่งที่สำเร็จในตัวเอง สร้างขึ้นสำหรับให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง โดยมีวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้แน่นอน

ชมพันธุ์ กุญชร ณ อยุธยา (ชมพันธุ์ กุญชร ณ อยุธยา 2519 : 1 - 11) กล่าวว่า บทเรียนโมดูลหมายถึงกิจกรรมการเรียนซึ่งจัดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้

สถาบันวางแผนการศึกษาและพัฒนาหลักสูตร (an APEID Regional Planning Workshop on Teacher Education and Curriculum for Development) ได้ให้ความหมายของบทเรียนโมดูลไว้ว่า บทเรียนโมดูล คือบทเรียนหน่วยหนึ่งที่สำเร็จในตัวเอง จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนหรือผู้ที่อบรมนำไปใช้เรียนด้วยตัวเอง (an APEID Regional Planning Workshop. 1975 : 6)

ลอเรนซ์ (Lawrence. 1973 : 1) กล่าวว่า โมดูลเป็นบทเรียนที่มีระเบียบแบบแผน อาจจะมีวิธีศึกษาหาความรู้ได้หลาย ๆ อย่างคือ รวมเอากิจกรรมการเรียนหลาย ๆ วิธีด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจ

อิจิ (Eiji. 1976 : 33) กล่าวว่า บทเรียนโมดูลเป็นบทเรียนที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เรียนได้อย่างอิสระ ซึ่งบทเรียนนี้ได้จัดเรียงลำดับการสอนไว้ตามลำดับอย่างมีระบบ

ลักษณะของบทเรียนโมดูล

บุญมี ก้อนทอง (บุญมี ก้อนทอง 2518 : 21 - 23) ได้กล่าวถึงลักษณะของ

บทเรียนโมดูลว่าประกอบด้วยสิ่งที่สำคัญ ๆ ดังนี้

1. วัตถุประสงค์ทั่วไปของบทเรียนโมดูล เป็นสิ่งที่บอกให้นักเรียนทราบว่าบทเรียนนั้น ๆ มีเนื้อหาสาระอะไรบ้าง

2. ความรู้และทักษะพื้นฐาน เป็นสิ่งที่บอกให้นักเรียนทราบถึงความรู้และทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับบทเรียนนั้น ๆ

3. วัตถุประสงค์ของการสอน วัตถุประสงค์ในข้อนี้เป็นวัตถุประสงค์ที่วัดพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงของนักเรียน ดังนั้นจะเป็นการระบุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้

4. การทดสอบพื้นความรู้ เป็นการทดสอบเพื่อให้นักเรียนทราบว่าตนเองมีพื้นความรู้พอที่จะศึกษาบทเรียนนี้หรือไม่ ถ้ามีไม่พออาจจะต้องศึกษาบทเรียนอื่นเป็นการสร้างพื้นฐานเสียก่อน

5. อุปกรณ์ประกอบบทเรียนโมดูล ได้แก่ แบบเรียน หนังสืออ่านประกอบ เอกสารต่าง ๆ อุปกรณ์การทดลอง และโสตทัศนอุปกรณ์ที่จำเป็นซึ่งพอจะหาได้ สิ่งเหล่านี้จะต้องให้รายการไว้ในบทเรียนตลอดจนวิธีจัดเตรียมอุปกรณ์เหล่านี้ด้วย

6. โปรแกรมการเรียน เป็นกิจกรรมที่จัดให้นักเรียนลงมือเรียนซึ่งอาจจะประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ที่นักเรียนสามารถเลือกเรียนได้ ข้อสำคัญกิจกรรมนั้น ๆ นักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการปฏิบัติมากที่สุด

สิ่งที่อาจนำมาใช้ในโปรแกรมการเรียนมีดังต่อไปนี้

6.1 หนังสือ ตำราเรียน โน้ตคำสอน ตลอดจนสิ่งตีพิมพ์ต่าง ๆ

6.2 การบรรยายที่จัดขึ้นเป็นพิเศษ

6.3 โสตทัศนอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ภาพเลื่อน ภาพนิ่ง แถบบันทึกเสียง แผนภาพ และรูปภาพต่าง ๆ ฯลฯ

6.4 การทดลองบางอย่างที่ไม่เป็นอันตราย ทำได้ง่าย

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวกับบทเรียน คือการแนะนำให้นักเรียนทำกิจกรรมอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในบทเรียน เช่น แนะนำให้ไปชมพิพิธภัณฑ์ สวนสัตว์ กำหนดให้อ่านหนังสือเพิ่มเติม ฯลฯ

8. การทดสอบผลการเรียน คือการทดสอบหลังจากนักเรียนเรียนจบตามโปรแกรมแล้ว เพื่อดูว่านักเรียนมีความสามารถดังวัตถุประสงค์ที่วางไว้หรือไม่เพียงใด

ลักษณะของบทเรียนโมดูลตามแบบของ CUEBS (The Commission on Undergraduate Education in the Biological Sciences) ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

1. วัตถุประสงค์ทั่วไปของโมดูล
2. ความรู้พื้นฐานและทักษะ
3. วัตถุประสงค์ของการสอน
4. อุปกรณ์ประกอบการเรียนโมดูล
5. โปรแกรมการเรียนโมดูล
6. การทดสอบผลการเรียน

<u>การสร้างบทเรียนโมดูล</u>

ฮุสตัน (Houston. 1972 : 69 - 70) ได้แนะนำว่าก่อนดำเนินการสร้างบทเรียนโมดูล ควรคำนึงถึงหลักสำคัญสามประการ คือ

1. หลักการและเหตุผล (Rationale) และข้อกำหนดพื้นฐาน (Basic Assumption) เกี่ยวกับหลักสูตรและบทเรียนจะต้องระบุออกมาให้ชัดเจน
2. ความมุ่งหมายขั้นสุดท้ายที่จะให้ผู้เรียนเป็นอย่างไร ต้องระบุไว้ให้ชัดเจน
3. จุดประสงค์เฉพาะสำหรับผู้จบหลักสูตรการเรียนมีอย่างไร ต้องระบุไว้ด้วย

ในการดำเนินการสร้างบทเรียนโมดูล ฮุสตัน (Houston. 1972 : 69 - 70) ได้เสนอลำดับขั้นไว้ดังนี้

1. เขียนจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
2. เขียนเค้าโครง
3. ตรวจสอบโดยผู้รู้
4. แก้ไขปรับปรุงเค้าโครง
5. เขียนบทเรียน
6. สร้างอุปกรณ์หรือจัดหาและสร้างแบบทดสอบ
7. ทดลองบทเรียน
8. ประเมินผลการทดลองบทเรียน
9. ปรับปรุงบทเรียน
10. ตรวจสอบโดยผู้รู้
11. ผลิตต้นฉบับทดลอง
12. ทดลองบทเรียนกับกลุ่มทดลอง
13. รวบรวมข้อมูลและประเมินผล

<u>ประโยชน์ของบทเรียนโมดูล</u>

บุญมี ก้อนทอง (บุญมี ก้อนทอง 2518 : 21 – 23) ธีระ จิตต์จนะ (ธีระ จิตต์จนะ 2519 : 23 – 24) เวช มงคล (เวช มงคล 2521 : 19 – 20) รวิวรรณ เทนอิสสระ (รวิวรรณ เทนอิสสระ 2522 : 24) ลอเรนซ์ (Lawrence. 1973 : 1 – 3) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนโมดูล ซึ่งสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. สนับสนุนการศึกษาด้วยตนเองตามความสามารถของแต่ละบุคคล
2. นักเรียนได้ทราบความสามารถหรือความก้าวหน้าในการเรียนของตนทุกระยะ
3. ทำให้ครูมีเวลาว่างในการพบปะกับนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนไม่ทันในเนื้อหาวิชา

4. เกิดความสะดวกในการใช้ทั้งผู้เรียนและผู้สอน

5. นักเรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความสนใจและความถนัด เพราะบทเรียนโมดูลรวมเอาแบบการสอนหลาย ๆ อย่างเข้าไว้ด้วยกัน

<u>การวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโมดูลในต่างประเทศ</u>

คอกกี้ (Caucci. 1971 : 3000 – A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบบรรยายและอภิปราย ผลการทดลองปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ซาสเซอร์ (Sasscer. 1974 : 6957 – 6958 – A) ได้สร้างบทเรียนโมดูลวิชาชีววิทยา โดยแยกเป็นหน่วยย่อย แล้วนำไปทดลองสอนกับนักศึกษาเพื่อเปรียบเทียบกับวิธีสอนปกติ ผลการทดลองปรากฏว่านักศึกษาที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนปกติ

ไรส์ (Rice. 1977 : 4298 – A) ศึกษาผลของบทเรียนโมดูลในวิชาการสอนอ่านสำหรับครูประจำการ โดยสร้างบทเรียนโมดูลการอ่านขึ้นแล้วนำไปทดลองสอนครูประจำการโรงเรียนประถมศึกษา มีอาสาสมัครเป็นกลุ่มตัวอย่าง 20 คน สอนเป็นเวลา 11 สัปดาห์ ผลการทดลอง ปรากฏว่า ผู้เข้ารับการอบรมได้คะแนนสูงเป็นที่น่าพอใจ และผู้เข้ารับการอบรมพอใจต่อบทเรียนโมดูลนี้มากกว่าวิธีสอนแบบอื่น ๆ ที่เคยได้รับมา

ชาปิโร (Shapiro. 1977 : 5004 – A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนเรื่องการสื่อสารโดยไม่ใช้การพูด โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน กลุ่มควบคุม 30 คน ใช้เวลาทดลอง 2 สัปดาห์ ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโมดูลได้รับความรู้มากกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนปกติ

มัสโกรฟว์ (Musgrove. 1977 : 4297 – A) ได้ศึกษาผลของบทเรียนโมดูลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเทคนิคการสอนในระดับมัธยมศึกษา ของนักศึกษาฝึกหัดครู โดยเปรียบเทียบกับการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักศึกษาฝึกหัดครู 136 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ ผลการทดลองปรากฏว่า

1. นักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำให้ผลเหมือนกัน คือ เมื่อเรียนด้วยบทเรียนโมดูลกับการสอนปกติให้ผลไม่แตกต่างกัน

2. นักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางสามารถเรียนบทเรียนโมดูลได้ดี

3. ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการอ่านกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนโมดูลกับการสอนปกติไม่มีความแตกต่างกัน

กิไดซ์ (Guidice. 1977 : 2377 – A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาสังคมศึกษาจากการเรียนเป็นกลุ่มกับการเรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้บทเรียนโมดูลทั้ง 2 วิธี กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักศึกษาของวิทยาลัย เซนต์ โอลาจ (St. Olaj College) แห่งมลรัฐมินเนโซตา (Minesota) จำนวน 14 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมซึ่งเรียนเป็นรายบุคคลและกลุ่มทดลองซึ่งเรียนเป็นกลุ่ม ปรากฏว่านักศึกษาทั้ง 2 กลุ่มมีผลการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

<u>การวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโมดูลในประเทศไทย</u>

ธีระ จิตต์จนะ (ธีระ จิตต์จนะ 2519 : 42) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้าในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ผลการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน แต่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทัศนคติที่ดีต่อบทเรียนโมดูล

นิยม ทองอุดม (นิยม ทองอุดม 2520 : 28 – 30) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องบรรยากาศในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ผลการทดลองปรากฏว่า บทเรียนโมดูลช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 และนักเรียนใน

กลุ่มทดลองมีทัศนคติที่ดีต่อบทเรียนโมดูล

เบ็ญจา โสตรโยม (เบ็ญจา โสตรโยม 2520 : 28 – 30) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนสมการเชิงเส้นหนึ่งตัวแปร โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ผลการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่มีความแตกต่างกัน

สุมาลี ศรีทองกิติกุล (สุมาลี ศรีทองกิติกุล 2521 : 56 – 58) ได้ศึกษาผลการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลง โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ผลการทดลองปรากฏว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ

ไพศาล ประทุมชาติ (ไพศาล ประทุมชาติ 2522 : 38) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการนำเสนอข้อมูลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ผลการทดลองปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกัน แต่นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีทัศนคติสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05

สง่า รุ่งเรือง (สง่า รุ่งเรือง 2522 : 26) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ผลการทดลองปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกัน

สุภาลักษณ์ พงษ์สุธรรม (สุภาลักษณ์ พงษ์สุธรรม 2523 : 30 – 31) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเมตริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ผลการทดลองปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเมตริกซ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินงานเป็นขั้นตอนดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนยานนาเวศวิทยาคม อำเภอยานนาวา จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกลุ่มตัวอย่างดังนี้

ขั้นที่ 1 ใช้วิธีสุ่มธรรมดา (Simple Random Sampling) สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 89 คน

ขั้นที่ 2 ใช้วิธีสุ่มธรรมดาสุ่มแยกนักเรียนที่ได้ในขั้นที่ 1 ออกเป็น 2 ห้องเรียน ห้องเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มทดลองมีนักเรียน 44 คน และห้องเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มควบคุมมีนักเรียน 45 คน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ประกอบด้วยหัวข้อเรื่องดังนี้

2.1 ระบบปิดระบบเปิด

2.2 กฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่

2.3 ทฤษฎีอะตอมของดาลตัน มวลอะตอม

2.4 ปฏิกิริยาเคมีของกาซ

2.5 กฎของเกย์ลูสแซค กฎของอาโวกาโดร

2.6 ขนาดของโมเลกุล มวลโมเลกุล

3. <u>เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า</u>

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ

3.1.1 บทเรียนโมดูล

3.1.2 คู่มือครูสำหรับการสอนปกติ

3.1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์

3.2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าดังนี้

3.2.1 สร้างบทเรียนโมดูลตามแบบของ CUEBS ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้

3.2.1.1 วัตถุประสงค์ทั่วไปของโมดูล

3.2.1.2 ความรู้พื้นฐานและทักษะ

3.2.1.3 วัตถุประสงค์ของการสอน

3.2.1.4 อุปกรณ์ประกอบการเรียนโมดูล

3.2.1.5 โปรแกรมการเรียนโมดูล

3.2.1.6 การทดสอบผลการเรียน

3.2.2 การทดลองใช้บทเรียนโมดูล ผู้วิจัยทดลองใช้บทเรียนโมดูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามลำดับดังนี้

ครั้งที่ 1 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-to-One Try Out) กับนักเรียน 1 คน ซึ่งไม่เคยเรียนบทเรียนนี้มาก่อน ผู้วิจัยคอยสังเกตบันทึกเวลาที่ใช้ในการเรียน ซักถามปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนต่อไป

ครั้งที่ 2 ทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Try Out) นำบทเรียนที่แก้ไขแล้วมาทดลองใช้กับนักเรียน 7 คน ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มที่ไม่เคยเรียนบทเรียนนี้มาก่อน สังเกตและบันทึกเวลาที่ใช้ในการเรียน ทำการปรับปรุงบทเรียนอีกครั้งหนึ่ง

ครั้งที่ 3 ทดลองภาคสนาม (Field Try Out) นำบทเรียนที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่ 2 แล้ว ทดลองกับนักเรียน 45 คน ซึ่งไม่เคยเรียนบทเรียนนี้มาก่อน การทดลองครั้งนี้เพื่อจะได้พิจารณาปรับปรุงประสิทธิภาพของบทเรียนเป็นครั้งสุดท้ายก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.2.3 คู่มือครูสำหรับการสอนปกติเป็นคู่มือครูวิชาเคมีของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย จุดมุ่งหมาย เนื้อหา เช่นเดียวกับบทเรียนโมดูล

3.2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ผู้วิจัยศึกษาการสร้างจากหนังสือเทคนิคการวัดผลของ ชวาล แพรัตกุล (ชวาล แพรัตกุล 2516 : 110 – 273) และวิเคราะห์เนื้อหาตามหลักการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบของ วิเชียร เกตุสิงห์ (วิเชียร เกตุสิงห์ 2518 : 10 – 17) แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 90 คน และวิเคราะห์ข้อสอบตามหลักการตัดกลุ่ม 27 เปอร์เซ็นต์ เป็นกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ เปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เตห์ ฟาน (Chung Teh – Fan. 1952 : 6 – 23) เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบ ผลจากการวิเคราะห์ข้อสอบพบว่า มีค่า r ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และมีค่า p ระหว่าง 0.20 – 0.80 หลังจากนั้นนำแบบทดสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ไปหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรของ คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน 20 พบว่า r_{xx} มีค่า 0.7821 จึงจัดได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับนี้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

4. <u>วิธีดำเนินการทดลอง</u>

4.1 แบ่งกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ออกเป็น 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 44 และ 45 คน ตามลำดับดังนี้

ห้องเรียนที่ 1 สอนโดยใช้บทเรียนโมดูล อาจารย์ประจำวิชาเป็นผู้ควบคุม โดยใช้เวลาสอน 9 ชั่วโมง

ห้องเรียนที่ 2 สอนโดยใช้วิธีสอนปกติ อาจารย์ประจำวิชาเป็นผู้ดำเนินการสอน โดยใช้เวลาสอน 9 ชั่วโมง

4.2 ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 2 ห้องเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดียวกัน

5. <u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติต่าง ๆ ดังนี้

5.1 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20

$$r_{xx} = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S_x^2}\right]$$

ให้ r_{xx} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด

S_x^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนการสอบ

5.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad , \qquad df = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{(S_1^2/\, n_1)^2}{n_1 - 1} + \frac{(S_2^2/\, n_2)^2}{n_2 - 1}}$$

ให้ $\bar{X}_1$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1

$\bar{X}_2$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 2

S_1^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนของกลุ่มที่ 1

S_2^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนของกลุ่มที่ 2

n_1 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ 1

n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ 2

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

<u>การเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน</u>

การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากได้ทำการสอนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ แก่นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมสิ้นสุดลง ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนของทั้ง 2 กลุ่ม ปรากฏในตาราง 1 ดังนี้

ตาราง 1 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	ค่าสถิติพื้นฐาน		t
		$\bar{X}$	S	
กลุ่มทดลอง	44	26.880	7.550	0.492
กลุ่มควบคุม	45	26.177	5.765	

$t_{(81, .05)} = 1.658$

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้บทเรียนโมดูลไม่สูงกว่าใช้วิธีสอนปกติ หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้ไม่แตกต่างกันนั่นเอง

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างบทเรียนโมดูล เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนปกติ

วิธีดำเนินการทดลอง

1. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) โรงเรียนยานนาเวศวิทยาคม อำเภอยานนาวา จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 44 และ 45 คน โดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง มีดังนี้
   2.1 บทเรียนโมดูล เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง
   2.2 คู่มือครูสำหรับการสอนปกติ
   2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง จำนวน 50 ข้อ

3. การดำเนินการทดลอง ในการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดลองดังนี้

3.1 นำบทเรียนโมดูลไปทดลองใช้สอนกับนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 44 คน เป็นเวลา 9 ชั่วโมง โดยอาจารย์ประจำวิชาเป็นผู้ควบคุม

3.2 ให้อาจารย์ประจำวิชาเป็นผู้ดำเนินการสอนวิธีสอนปกติในกลุ่มควบคุม จำนวน 45 คน เป็นเวลา 9 ชั่วโมง

3.3 ทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 2 กลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดียวกัน

ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า กลุ่มทดลองได้ค่าเฉลี่ยของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 26.880 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.550 สำหรับในกลุ่มควบคุมได้ค่าเฉลี่ยของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 26.177 และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.765 ผลจากการทดสอบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าค่า $t = 0.492$ และ

$t_{(81, .05)} = 1.658$

ดังนั้นผลจากการวิเคราะห์สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลไม่สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามวิธีสอนปกติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาเปรียบเทียบการสอน เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้วิธีสอน 2 วิธีคือ การสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล กับการสอนปกติ ปรากฏว่าคะแนน

เฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองไม่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองไม่คุ้นเคยกับการเรียนโดยใช้บทเรียนโมดูล ซึ่งนักเรียนจะต้องศึกษาด้วยตนเอง โดยครูเป็นเพียงผู้แนะนำเท่านั้น

2. นักเรียนไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัด ขาดความรับผิดชอบและความซื่อสัตย์ นักเรียนบางส่วนเปิดดูเฉลยคำตอบก่อนแล้วจึงตอบคำถาม ทำให้การเรียนไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร

3. นักเรียนขาดทักษะในการอ่านและจับใจความสำคัญ ซึ่งถือว่าเป็นหัวใจสำคัญในการเรียนจากบทเรียนโมดูล

4. อาจารย์ประจำวิชาสอนนักเรียนกลุ่มควบคุมเป็นอย่างดี เนื่องจากทราบว่าจะมีการเปรียบเทียบผลการสอนของนักเรียน จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองไม่สูงกว่ากลุ่มควบคุม

5. บทเรียนโมดูลที่จัดทำขึ้นมีขีดจำกัดในการจัดกิจกรรม ไม่สามารถจัดกิจกรรมให้นักเรียนเลือกเรียนตามความสนใจได้เพราะเนื้อหาวิชาไม่อำนวย

ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ไพศาล ประทุมชาติ (ไพศาล ประทุมชาติ 2522 : 38) ซึ่งได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการนำเสนอข้อมูลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) และผลการวิจัยของ สง่า รุ่งเรือง (สง่า รุ่งเรือง 2522 : 26) ซึ่งได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง และสอดคล้องกับการวิจัยในต่างประเทศของคอกกี้ (Caucci. 1971 : 3000 - A) ซึ่งได้ทดลองเปรียบเทียบการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบบรรยายและอภิปราย

ผู้วิจัยมีความเห็นเกี่ยวกับผลการวิจัยดังนี้ ถึงแม้ว่าผลการทดลองใช้บทเรียนโมดูลจะให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่สูงกว่าการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญก็ตาม แต่บทเรียนโมดูลก็มีประโยชน์สามารถนำไปใช้สอนแทนครูได้ ซึ่งจะก่อให้เกิดผลดียิ่ง สำหรับโรงเรียนที่ขาดครูผู้สอนหรือครูผู้สอนไม่เพียงพอ และยังสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องช่วยสอนของครูได้ ซึ่งจะช่วยแบ่งเบาภาระของครู ทำให้ครูได้มีเวลาในการเตรียมกิจกรรม

ห้องสมุดบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ต่าง ๆ สำหรับนักเรียนมากขึ้น และยังเป็นการฝึกให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในตัวเอง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากผลการวิจัยนี้พบว่า บทเรียนโมดูลทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีเท่ากับการสอนปกติ ผู้วิจัยมีความเห็นว่าควรจะได้ส่งเสริมการสร้างบทเรียนโมดูลในหัวข้อเรื่องต่าง ๆ ให้แพร่หลาย เพราะสามารถนำบทเรียนโมดูลไปใช้สอนแทนครูหรือเป็นเครื่องช่วยสอนของครูได้ ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านการสอน อย่างไรก็ดีการสร้างบทเรียนโมดูลนั้นจะต้องมีการวางเค้าโครงเรื่องไว้ล่วงหน้าเป็นอย่างดี มีหนังสือค้นคว้า วัสดุอุปกรณ์เหมาะสม รวมทั้งการได้รับความร่วมมือจากผู้รู้ในด้านต่าง ๆ ด้วย

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

ผู้วิจัยมีความเห็นว่าควรจะมีการวิจัยเกี่ยวกับการใช้บทเรียนโมดูลกับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่าง ๆ กัน ว่าระดับใดที่จะสนองในเชิงผลสัมฤทธิ์ต่อบทเรียนโมดูลมากที่สุด

178744

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ชวาล แพรัตกุล เทคนิคการวัดผล พิมพ์ครั้งที่ 5 วัฒนาพานิช 2516, 452 หน้า

ชูชีพ อ่อนโคกสูง "ปฏิบัติการสอน : อาการของเด็กไม่ตั้งใจเรียน" วิทยาสาร 36 : 50 – 51 ตุลาคม 2519

ธีระ จิตต์จนะ การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาไฟฟ้า ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามปกติ ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2519, 38 หน้า อัดสำเนา

นิยม ทองอุดม การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง บรรยากาศโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามปกติ ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 140 หน้า อัดสำเนา

บุญถิ่น อัตถากร "การพัฒนาการศึกษา" วิทยาจารย์ 1 : 3 – 11 มกราคม 2517

บุญมี ก้อนทอง "บทเรียนโมดูล" วิทยาสาร 1 : 21 – 23 มกราคม 2518

เบ็ญจา โสตรโยม การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนสมการเชิงเส้นหนึ่งตัวแปรโดยใช้หน่วยการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติ ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 136 หน้า อัดสำเนา

ประยูร ศรีประสาธน์ "การเปลี่ยนแปลงระบบโรงเรียนและหลักสูตร" สภาการศึกษาแห่งชาติ 3 : 9 – 18 กุมภาพันธ์ – มีนาคม 2521

ไพศาล ประทุมชาติ การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) เรื่องการนำเสนอข้อมูลโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามปกติ ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2522, 167 หน้า อัดสำเนา

รวิวรรณ เทนอิสสระ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องเวคเตอร์ซึ่งสอนโดยใช้หน่วยการเรียนการสอนกับการสอนปกติ ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2522, 180 หน้า อัดสำเนา

วิเชียร เกตุสิงห์ หลักการสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบ โอเดียนการพิมพ์ 2518, 161 หน้า

เวช มงคล การเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการหาปริมาตรของรูปทรงเรขาคณิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามปกติ ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2521, 166 หน้า อัดสำเนา

ศึกษาธิการ, กระทรวง กรมวิชาการ ประมวลบทความเกี่ยวกับนวกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา โรงพิมพ์คุรุสภา 2515, 242 หน้า

สง่า รุ่งเรือง การศึกษาเปรียบเทียบการสอนเรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันในระดับชั้น ป.กศ.สูง โดยการใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามปกติ ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2522, 187 หน้า อัดสำเนา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คู่มือการสอนวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โครงการดำเนินการสอนวิชาเคมี มัธยมศึกษาตอนปลาย 2517 โรงพิมพ์คุรุสภา 2517, 328 หน้า

สิปปนนท์ เกตุทัต "ความจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาหลักสูตร" สามัญศึกษา 5 : 68 – 69 สิงหาคม – กันยายน 2523

สุภาลักษณ์ พงษ์สุธรรม การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเมตริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบหน่วยการเรียนการสอนกับการสอนปกติ ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 193 หน้า อัดสำเนา

สุมาลี ศรีทองกิติกุล การเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2521, 61 หน้า อัดสำเนา

อาเรนด์, โรเบิรท แอล และคนอื่น ๆ หน่วยการเรียนการสอน แปลโดย ชมพันธุ์ กุญชร ณ อยุธยา 2519, 12 หน้า อัดสำเนา

ธุสตัน, โรเบิรท คับเบิลยู การสร้างหน่วยการเรียนการสอน แปลโดย วิศิษฏ์ ชุมวรฐายี 2519, 4 หน้า อัดสำเนา

APEID. Modules on the Construction of Modules for Teacher Education Curriculum for Development. Bangkok, Unesco Regional Office for Education in Asia, 19 - 31 May 1975. 48 p.

Caucci, David John. "A Summative Education of A Module Method of Instruction," Dissertation Abstracts International. 32(6) : 3000 - A, December, 1971.

Creager, Joan G. and Others. The Use of Module in College Biology Teaching. Commission on Undergraduated Education in the Biological Sciences, 1971. 184 p.

Eiji, Pierre Van. "A Concise Building Scheme for Instructional Modules," Educational Technology. February, 1976. 64 p.

Fan, Chug - Teh. Item Analysis Table. Education Testing Service, New York, 1952. 32 p.

Guidice, Thomas Lo. "A Comparison of Modular/Peer and Self-Training Instruction as Approaches to Teacher Training in Confluent Education," Dissertation Abstracts International. 38(4) : 2377 - A, October, 1977.

Lawrence, Gordon. Florida Modules on Generic Competencies : Module on Modules. Florida, University of Florida Tallahassee, 1973. 27 p.

Musgrove, Phyllis Poague, "Effects of the Use of Modular Instruction on Pre-Service Achievement in Secondary Education Methods Classes," Dissertation Abstracts International. 37(7) : 4297 - A, January, 1977.

Rice, Charles Duane. "Competency - Based Instructional Modules for In - Service Education in Reading," Dissertation Abstracts International. 37(7) : 4298 - A, January, 1977.

Sasscer, John Clarence. "The Development, Implementation and Evaluation of a Modularized, Student - Centered. General Biology Curriculum at the College Level," Dissertation Abstract Internation. 34(11) : 6957 - 6958 - A, May, 1974.

Shapiro, Joan Novakowski. "Modular Instruction in Nonverbal Communication," Dissertation Abstracts International. 37(8) : 5044 - A, February, 1977.

The Florida Department of Education. The Florida Modules. University of Florida, 1970. 148 p.

ภาคผนวก

ตาราง 2 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

ข้อ	P_H	P_L	p	r	ข้อ	P_H	P_L	p	r
1	.66	.40	.53	.26	26	.93	.53	.75	.51
2	.53	.26	.39	.28	27	.46	.26	.36	.22
3	.93	.53	.75	.51	28	.93	.66	.80	.41
4	.86	.26	.57	.60	29	.60	.26	.43	.35
5	.93	.60	.76	.46	30	.26	.06	.25	.35
6	.99	.66	.87	.64	31	.60	.20	.39	.42
7	.80	.46	.64	.36	32	.60	.13	.35	.31
8	.93	.66	.80	.41	33	.99	.66	.77	.64
9	.73	.46	.60	.28	34	.93	.73	.74	.34
10	.66	.46	.56	.21	35	.53	.33	.43	.21
11	.93	.53	.75	.51	36	.99	.66	.87	.64
12	.99	.26	.43	.35	37	.93	.73	.74	.34
13	.93	.60	.79	.46	38	.66	.46	.56	.21
14	.46	.20	.32	.29	39	.86	.26	.57	.60
15	.80	.60	.70	.24	40	.73	.46	.60	.28
16	.66	.40	.53	.26	41	.86	.46	.67	.45
17	.93	.66	.80	.41	42	.60	.26	.43	.35
18	.46	.20	.32	.29	43	.99	.33	.74	.79
19	.86	.53	.71	.39	44	.80	.46	.64	.36
20	.53	.33	.43	.21	45	.46	.20	.32	.29
21	.80	.13	.45	.66	46	.93	.53	.75	.51
22	.86	.40	.65	.49	47	.99	.73	.89	.59
23	.99	.40	.77	.76	48	.93	.60	.79	.46
24	.66	.20	.42	.47	49	.80	.40	.65	.49
25	.46	.20	.32	.29	50	.53	.26	.39	.28

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนทดสอบ

X	f	fX	X^2	fX^2	X	f	fX	X^2	fX^2
10	1	10	100	100	32	5	160	1024	5120
12	1	12	144	144	33	5	165	1089	5445
14	1	14	196	196	34	6	204	1156	6936
15	1	15	225	225	35	2	70	1225	2450
16	3	48	256	768	36	1	36	1296	1296
17	3	51	289	867	38	2	76	1444	2888
18	2	36	324	648	40	2	80	1600	3200
19	2	38	361	722	41	1	41	1681	1681
20	4	80	400	1600					
21	2	42	441	882		90	2388	Σ	67282
22	3	66	484	1452					
23	5	115	529	2645					
24	4	96	576	2304					
25	4	100	625	2500					
26	10	260	676	6760					
27	5	135	729	3645					
28	5	140	784	3920					
29	5	149	841	4205					
30	2	60	900	1800					
31	3	93	961	2883					

$$\bar{X} = \frac{\Sigma fX}{N}$$

$$= \frac{2388}{90}$$

$$= 26.533$$

$$S_x^2 = \frac{N\Sigma fX^2 - (\Sigma fX)^2}{N(N-1)}$$

$$= \frac{90(67282) - (2388)^2}{90(89)}$$

$$= \frac{6055380 - 5702544}{8010}$$

$$= \frac{352836}{8010}$$

$$= 44.049$$

ตาราง 4 ตารางวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ข้อ	p	q	pq	ข้อ	p	q	pq
1	0.62	0.38	0.236	26	0.47	0.53	0.249
2	0.48	0.52	0.249	27	0.48	0.52	0.249
3	0.17	0.83	0.141	28	0.34	0.66	0.224
4	0.56	0.44	0.246	29	0.83	0.17	0.141
5	0.85	0.15	0.128	30	0.37	0.63	0.233
6	0.80	0.20	0.160	31	0.17	0.83	0.141
7	0.72	0.28	0.201	32	0.26	0.74	0.240
8	0.47	0.53	0.249	33	0.60	0.40	0.240
9	0.18	0.82	0.148	34	0.34	0.66	0.224
10	0.84	0.16	0.134	35	0.45	0.55	0.248
11	0.21	0.79	0.166	36	0.34	0.66	0.224
12	0.48	0.52	0.249	37	0.50	0.50	0.250
13	0.73	0.27	0.197	38	0.41	0.59	0.242
14	0.51	0.49	0.249	39	0.70	0.30	0.210
15	0.73	0.27	0.197	40	0.66	0.34	0.224
16	0.80	0.20	0.160	41	0.50	0.50	0.250
17	0.61	0.39	0.238	42	0.52	0.48	0.249
18	0.82	0.18	0.148	43	0.24	0.76	0.182
19	0.67	0.33	0.221	44	0.71	0.29	0.206
20	0.50	0.50	0.250	45	0.41	0.59	0.242
21	0.57	0.43	0.245	46	0.50	0.50	0.250
22	0.34	0.66	0.224	47	0.74	0.26	0.192
23	0.34	0.66	0.224	48	0.52	0.48	0.249
24	0.74	0.26	0.192	49	0.16	0.84	0.134
25	0.25	0.75	0.188	50	0.37	0.63	0.233

$\sum pq = 10.294$

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n	Σpq	S_x^2
50	10.294	44.049

จากสูตร $r_{xx} = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\Sigma pq}{S_x^2}\right]$

$= \frac{50}{49}\left[1 - \frac{10.294}{44.049}\right]$

$= (1.0204)(0.7664)$

$= 0.782$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ $= 0.782$

บทเรียนโมดูล
หน่วยที่ 1

เรื่อง ระบบปิด ระบบเปิด และกฎทรงมวล

คำชี้แจง

1. บทเรียนนี้มีการทดลอง 2 ตอน
2. ให้นักเรียนทดลองทั้ง 2 ตอนให้เสร็จก่อน แล้วจึงตอบคำถาม
3. ถ้านักเรียนตอบคำถามในชั่วโมงที่เรียนไม่ทัน นักเรียนสามารถนำไปตอบนอกชั่วโมงที่เรียนได้
4. ให้นักเรียนใช้กระดาษปิดคำตอบไว้ในขณะที่ตอบคำถาม เมื่อตอบคำถามเสร็จแล้วจึงเปิดดูคำตอบ นักเรียนจะระลึกไว้เสมอว่า การที่นักเรียนตอบถูกโดยที่เปิดคำตอบนั้น จะไม่เกิดประโยชน์แก่นักเรียนเลย

เรื่อง ระบบปิด ระบบเปิด และกฎทรงมวล

วัตถุประสงค์ของบทเรียน

บทเรียนนี้กล่าวถึงความคิดรวบยอดของระบบปิด ระบบเปิด และกฎทรงมวล

ความรู้พื้นฐาน

1. มวลของสารคือ ปริมาณของเนื้อสารที่มีค่าคงที่เสมอ ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดก็ตาม

2. น้ำหนักของสารคือ แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อสารนั้น ซึ่งมีค่าต่างกันไปตามตำแหน่งต่าง ๆ บนพื้นโลก

3. ระบบคือ สิ่งที่เราต้องการศึกษา

4. สิ่งแวดล้อมคือ สิ่งอื่น ๆ ที่อยู่นอกเหนือจากสิ่งที่เราต้องการศึกษา

วัตถุประสงค์ของการเรียน

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วสามารถ

1. บอกความหมายของระบบปิด และระบบเปิดได้

2. บอกความหมายของกฎทรงมวลได้

บทเรียน

เนื้อหา

ระบบปิด คือ ระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยที่ไม่มีการถ่ายเทมวลระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม

ระบบเปิด คือ ระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยที่มีการถ่ายเทมวลระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม

การทดลอง (ตอนที่ 1)

อุปกรณ์และสารเคมี

1.	เครื่องชั่ง	
2.	หลอดพลาสติกขนาดเล็ก	1 หลอด
3.	บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3	1 ใบ
4.	สารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์	5 cm^3
5.	สารละลายเลด (II) ไนเตรต	10 cm^3
6.	กระบอกตวงขนาด 10 cm^3	1 อัน
7.	หลอดหยด	1 หลอด

วิธีทดลอง

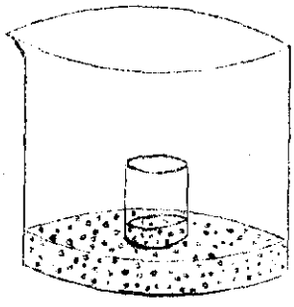
1. รินสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ประมาณ 5 cm^3 ใส่ในหลอดพลาสติกขนาดเล็ก

2. วางหลอดพลาสติกในข้อ 1 ลงในบีกเกอร์ซึ่งมีสารละลายเลด (II) ไนเตรตประมาณ 10 cm^3 บรรจุอยู่แล้ว โดยไม่ให้สารละลายทั้งสองรวมกัน

3. ชั่งมวลของภาชนะและสารในข้อ 2 ทั้งหมดรวมกัน

4. เอียงบีกเกอร์ให้สารละลายทั้งสองผสมกันโดยให้สารในหลอดออกมาจนหมด และอย่าเอาหลอดพลาสติกออกวางข้างนอก สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นให้ละเอียด (ตา, จมูก, อวัยวะสัมผัส)

5. เมื่อเห็นว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดต่อไป ชั่งมวลของสารทั้งหมดอีกครั้งหนึ่ง



ภาพแสดงการจัดอุปกรณ์

คำถาม

1. เมื่อสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ผสมกับสารละลายเลด (II) ไนเตรตแล้วมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร .....

.....

.....

2. จากผลการทดลองมวลทั้งหมดของสารก่อนการเปลี่ยนแปลงเท่ากับมวลทั้งหมดของสารหลังการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

.....

3. ในปฏิกิริยานี้มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานหรือไม่

.....

4. ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงพลังงานเกิดขึ้นจะมีการถ่ายเทพลังงานกับสิ่งแวดล้อมได้หรือไม่

.....

5. ปฏิกิริยาเคมีของสารคู่ดังกล่าวจัดเป็นระบบปิดหรือระบบเปิด จงให้เหตุผล

.....

.....

คำตอบ

1. มี มีสารใหม่เกิดขึ้นเป็นตะกอนสีเหลือง
2. เท่ากัน
3. ไม่มี
4. ได้
5. ระบบปิด เพราะเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีโดยที่ไม่มีการถ่ายเทมวลระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม

การทดลอง (ตอนที่ 2)

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ตาชั่ง
2. บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3 1 ใบ
3. หลอดพลาสติกขนาดเล็ก 1 หลอด
4. คัลเซียมคาร์บอเนตประมาณ 3 กรัม
5. กรดไฮโดรคลอริกเจือจางประมาณ 10 cm^3
6. กระบอกตวงขนาด 10 cm^3 1 อัน

วิธีทดลอง

1. ชั่งมวลของกล่องพลาสติก บันทึกมวลไว้
2. ใส่คัลเซียมคาร์บอเนตในกล่องพลาสติก แล้วชั่งให้ได้มวลของคัลเซียมคาร์บอเนตประมาณ 3 กรัม
3. วางหลอดพลาสติกในข้อ 1 ลงในบีกเกอร์ที่มีกรดไฮโดรคลอริกเจือจางประมาณ 10 cm^3 บรรจุอยู่แล้ว โดยไม่ให้สารทั้งสองรวมกัน
4. ชั่งมวลของภาชนะและสารในข้อ 2

5. เอียงบีกเกอร์ให้กัลเซียมคาร์บอเนตผสมกับกรด เขย่าบีกเกอร์เล็กน้อย สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นให้ละเอียด

6. เมื่อเห็นว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้นต่อไปชั่งมวลทั้งหมดอีกครั้งหนึ่ง

คำถาม

1. เมื่อกรดไฮโดรคลอริกเจือจางผสมกับกัลเซียมคาร์บอเนตแล้วมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร

.....

2. จากผลการทดลองมวลทั้งหมดของสารก่อนการเปลี่ยนแปลงเท่ากับมวลของสารหลังการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

.....

3. นอกจากมีการเปลี่ยนแปลงมวลแล้วยังมีการเปลี่ยนแปลงอื่นเกิดขึ้นหรือไม่ คืออะไร .....

4. มีการถ่ายเทพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมหรือไม่

.....

5. ปฏิกิริยาเคมีของสารคู่ดังกล่าวจัดเป็นระบบปิดหรือระบบเปิด จงให้เหตุผลด้วย

.....

คำตอบ

1. มี มีฟองก๊าซเกิดขึ้น

2. ไม่เท่ากัน

3. มี พลังงาน

4. มี

5. ระบบเปิด เพราะเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีโดยที่มีการถ่ายเทมวลระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม

อ่าน

จากการทดลองทั้ง 2 ตอน จะเห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงไม่เหมือนกัน ในตอนที่ 1 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมวลและพลังงานในระบบ แต่ตอนที่ 2 มีการเปลี่ยนทั้งมวลและพลังงานระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรนั้นอาจจะเป็นสมบัติเฉพาะของระบบ นอกจากนั้นยังอาจขึ้นกับวิธีการทดลอง เช่นในตอนที่ 2 ถ้าเราป้องกันกาซไม่ให้หนีออกไปจากระบบมวลของระบบก็จะไม่เปลี่ยนแปลง ในการทดลองต่าง ๆ ถ้าควบคุมให้เป็นระบบปิดจะพบว่ามวลก่อนและหลังเกิดปฏิกิริยาเท่ากันเสมอ เรียกว่ากฎทรงมวลซึ่งกล่าวว่า "มวลของสารทั้งหมดก่อนทำปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังทำปฏิกิริยา"

คำถามเพื่อสรุปบทเรียน

1. ระบบปิดคือ .....

.....

2. ระบบเปิดคือ .....

.....

3. การเปลี่ยนแปลงของระบบต่าง ๆ จะเป็นไปตามกฎทรงมวลเมื่อใด

.....

4. เราจะจัดการทดลองอย่างไร เพื่อยืนยันว่าที่จริงแล้วปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดไฮโดรคลอริกเจือจางกับคัลเซียมคาร์บอเนตก็สนับสนุนกฎทรงมวล

.....

5. จงบอกถึงสิ่งที่เหมือนกันและแตกต่างกันในแง่ของมวลและพลังงานของระบบปิด และระบบเปิด .....

.....

6. ในการจัดว่าระบบใดเป็นระบบปิดนั้นขึ้นอยู่กับภาชนะที่ใช้หรือไม่ จงให้เหตุผล .....

7. สูตรเคมีของโปตัสเซียมไอโอไดด์คือ KI เลด (II) ไนเตรตคือ $Pb(NO_3)_2$ สารที่เกิดขึ้นหลังปฏิกิริยาเคมีตะกอนสีเหลืองคือเลด (II) ไอโอไดด์ และโปตัสเซียมไนเตรต ซึ่งมีสูตรเคมีเป็น PbI_2 และ KNO_3 ตามลำดับ จงเขียนสมการแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร

.....

8. สูตรเคมีของกรดไฮโดรคลอริกคือ HCl คัลเซียมคาร์บอเนตคือ $CaCO_3$ สารที่เกิดขึ้นหลังปฏิกิริยาเคมี คือกาซคาร์บอนไดออกไซด์ คัลเซียมคลอไรด์ และน้ำ ซึ่งมีสูตรเคมีเป็น CO_2, $CaCl_2$ และ H_2O ตามลำดับ จงเขียนสมการแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร

.....

9. จากผลการทดลองในตอนที่ 1 และ 2 จงเขียนผลการทดลองในรูปของตารางบันทึกผลโดยบันทึกในตารางเดียวกัน

<u>คำตอบ</u>

1. ระบบปิด คือระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยที่ไม่มีการถ่ายเทมวลระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม

2. ระบบเปิด คือระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยที่มีการถ่ายเทมวลระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม

3. เมื่อมวลของสารทั้งหมดก่อนการเปลี่ยนแปลงเท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังการเปลี่ยนแปลง

4. ให้สารทั้งคู่ทำปฏิกิริยากันในภาชนะที่ปิดฝาสนิท

5. แตกต่างกันในแง่ของมวล คือ ระบบปิดไม่มีการถ่ายเทมวลระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมแต่ระบบเปิดมีการถ่ายเทมวลระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม เหมือนกันในแง่ของพลังงาน คือมีการถ่ายเทพลังงานทั้งระบบปิดและระบบเปิด .....

.....

6. ไม่ขึ้น เพราะในการพิจารณาว่าระบบใดเป็นระบบปิดนั้นพิจารณาที่มวลของระบบก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลง

7. $KI + Pb(NO_3)_2 \longrightarrow PbI_2 + KNO_3$

8. $CaCO_3 + HCI \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

9.

การทดลองตอนที่	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้	มวลของสารก่อนทำปฏิกิริยา(g)	มวลของสารหลังทำปฏิกิริยา(g)

บทเรียนโมดูล
หน่วยที่ 2
เรื่อง กฎสัดส่วนคงที่

<u>คำชี้แจง</u>

1. บทเรียนหน่วยนี้ประกอบด้วยการทดลอง 2 การทดลอง
2. ให้นักเรียนทำการทดลองทั้ง 2 การทดลองก่อน แล้วจึงตอบคำถาม
3. นักเรียนสามารถจะนำบทเรียนนี้ไปตอบคำถามต่อนอกชั่วโมงที่เรียนได้

เรื่อง กฎสัดส่วนคงที่

วัตถุประสงค์ของบทเรียน

บทเรียนนี้กล่าวถึงความคิดรวบยอดของกฎสัดส่วนคงที่

ความรู้พื้นฐาน

วัตถุประสงค์ของการเรียน

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วสามารถเขียนใจความของกฎสัดส่วนคงที่ได้

บทเรียน

บทเรียนประกอบด้วยการทดลอง 2 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1

เรื่องปฏิกิริยาระหว่างทองแดงกับกำมะถัน

อุปกรณ์และสารเคมี (ต่อ 1 กลุ่ม)

1.	ทองแดงขนาด 0.5 cm x 5 cm	6	ชิ้น
2.	กำมะถันผง	1	กรัม
3.	ช้อนอลูมิเนียมขนาดจิ๋ว	1	อัน
4.	หลอดทดลองขนาดกลาง	6	หลอด
5.	คีมโลหะ	1	อัน
6.	ตะเกียงอัลกอฮอล์และที่กั้นลม	1	ชุด
7.	พายโลหะ	1	อัน
8.	ที่จับหลอดทดลอง	1	อัน
9.	กระดาษกราฟ	1	แผ่น

10. ที่วางหลอดทดลอง 1 อัน

<u>สิ่งสำคัญก่อนการทดลอง</u>

1. ควรขัดทองแดงด้วยกระดาษทรายให้สะอาดก่อนการทดลอง

2. วิธีตักกำมะถันใช้ช้อนอลูมิเนียมขนาดจิ๋วตักกำมะถันปาดให้พอดี แล้วใส่ลงในหลอดทดลองให้กำมะถันอยู่ที่ก้นหลอด

<u>วิธีทดลอง</u>

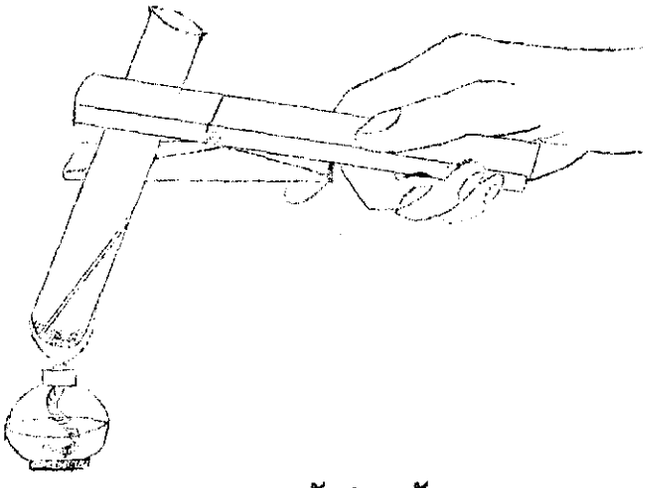
1. นำแผ่นทองแดงขนาด 0.5 x 5 cm มากลุ่มละ 6 ชิ้น

2. ตวงกำมะถันผงโดยใช้ช้อนอลูมิเนียมขนาดจิ๋วตักกำมะถันผงใส่ไว้ในก้นหลอดทดลองขนาดกลาง 6 หลอด หลอดที่ 1 ใส่ 1 ช้อน หลอดที่ 2 ใส่ 2 ช้อน หลอดที่ 3 ใส่ 3 ช้อน หลอดที่ 4 ใส่ 4 ช้อน หลอดที่ 5 ใส่ 5 ช้อน และหลอดที่ 6 ใส่ 6 ช้อน

3. ใช้คีมโลหะจับชิ้นทองแดงเผาบนเปลวไฟของตะเกียงโดยตรงจนร้อนแดง แล้วใส่ลงในหลอดทดลองที่มีกำมะถันทันที (หลอดทดลองนั้นเราจับด้วย**ที่จับหลอดรอไว้**ก่อนแล้ว) เผาหลอดทดลองดังรูปจนสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น (ส่วนล่างของชิ้นทองแดงจะวาบแดงขึ้น) เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุด เทสิ่งที่อยู่ในหลอดลงบนกระดาษที่เตรียมไว้ ทำการทดลองซ้ำจนครบ 6 หลอด

4. ใช้คีมโลหะเคาะทองแดงส่วนที่เกิดปฏิกิริยา วัดความยาวของทองแดงที่เหลือจากแต่ละหลอด

5. เขียนกราฟระหว่างความยาวของทองแดงที่เหลือในแต่ละหลอดกับปริมาณของกำมะถันผงที่ใส่ลงไป



ภาพแสดงการเผาทองแดงกับกำมะถัน

ตารางบันทึกผลการทดลอง

หลอดที่	ปริมาณของกำมะถันผง (ช้อน)	ความยาวของทองแดงที่เหลือ (cm)	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้
1	1		
2	2		
3	3		
4	4		
5	5		
6	6		

คำถาม

1. เมื่อลากเส้นกราฟที่ได้ให้ผ่านจุดต่าง ๆ ให้มากที่สุดจนตัดแกนตั้งและแกนนอน ณ จุดใดในกราฟที่ไม่มีทองแดงเหลืออยู่เลย .....

2. ทำไมบางหลอดจึงมีทองแดงเหลืออยู่ .....

.....

3. เมื่อเพิ่มปริมาณของกำมะถันปริมาณของทองแดงที่ใช้ไปและคอปเปอร์ (II) ซัลไฟด์ที่ได้จะเปลี่ยนไปอย่างไร .....

.....

4. ถ้าเพิ่มกำมะถันจนเหลือเฟือ ผลที่น่าจะเกิดตามมาหลังจากปฏิกิริยาเคมีสิ้นสุดแล้วคือ .....

.....

5. ทองแดงแทนด้วย Cu

กำมะถันแทนด้วย S

คอปเปอร์ (II) ซัลไฟด์แทนด้วย CuS

สมการแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ .....

.....

6. จากผลการทดลองพอจะประมาณได้หรือไม่ว่าทองแดงรวมตัวกับกำมะถันมีอัตราส่วนโดยมวลอย่างไร .....

.....

คำตอบ

2. เพราะมีปริมาณทองแดงมากเกินพอ

3. ปริมาณของทองแดงลดลง ปริมาณของคอปเปอร์ (II) ซัลไฟด์เพิ่มขึ้น

4. มีปริมาณกำมะถันเหลืออยู่

5. $Cu + S \longrightarrow CuS$

6. คงที่

การทดลองที่ 2 เรื่องอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบในเลด (II)ไอโอไดด์

อุปกรณ์และสารเคมี (ต่อ 1 กลุ่ม)

ตอนที่ 1

1.	หลอดทดลองขนาดเล็ก	7 หลอด
2.	กระบอกฉีดยาขนาดเล็ก	1 อัน
3.	ไม้โปรแทรกเตอร์	1 อัน
4.	ที่วางหลอดทดลอง	1 อัน
5.	สารละลายเลด (II)ไนเตรต	
6.	สารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์	
7.	น้ำกลั่น	
8.	บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3	1 ใบ

ตอนที่ 2

1.	หลอดทดลองขนาดเล็ก	8 หลอด
2.	ที่วางหลอดทดลอง	1 อัน
3.	หลอดหยด	1 อัน
4.	บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3	1 ใบ
5.	สารละลายเลด (II)ไนเตรต	
6.	สารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์	
7.	น้ำกลั่น	

ข้อเสนอแนะก่อนการทดลอง

1. การล้างกระบอกฉีดยาให้นักเรียนใช้หลอดฉีดยาดูดน้ำกลั่นในบีกเกอร์แล้วฉีดทิ้งไปโดยทำ 2 ครั้ง

2. การล้างหลอดหยด ให้นักเรียนทำเช่นเดียวกับการล้างกระบอกฉีดยา

วิธีทดลอง

ตอนที่ 1

1. นำหลอดทดลองขนาดเล็กมาตั้งเรียงกัน 7 หลอดใช้กระบอกฉีดยาขนาดเล็กดูดสารละลายเลด (II) ไนเตรต ใส่ลงในหลอดทดลองทั้ง 7 หลอด หลอดละ 2 cm^3

2. ใช้กระบอกฉีดยาอันเดิมที่ล้างสะอาดแล้ว (ดูที่ข้อเสนอแนะ) ดูดสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ ใส่ลงในหลอดทดลองที่บรรจุสารละลายตามข้อ 1 โดยใส่หลอดที่หนึ่ง 0.5 cm^3 หลอดที่สอง 1.0 cm^3 หลอดที่สาม 1.5 cm^3 และเพิ่มปริมาตรหลอดละ 0.5 cm^3 ไปเรื่อย ๆ จนครบทั้ง 7 หลอด

3. เติมน้ำกลั่นลงในหลอดที่ 1 – 6 ให้ระดับของเหลวในแต่ละหลอดมีความสูงเท่ากับระดับของเหลวในหลอดที่ 7 แล้วเขย่าให้เข้ากัน

4. ตั้งหลอดทดลองทั้งหมดทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที แล้วเคาะข้างหลอดเพื่อให้ตะกอนนอนก้นและอัดตัวดีขึ้นเมื่อผิวหน้าของตะกอนเรียบวัดส่วนสูงของตะกอนในแต่ละหลอดและบันทึกผล

5. เขียนกราฟระหว่างความสูงของตะกอนกับปริมาตรของสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ที่ใช้ในแต่ละหลอดให้แกนตั้งเป็นความสูงของตะกอนและแกนนอนเป็นปริมาตรของสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์

ตอนที่ 2

1. หลังจากวัดส่วนสูงของตะกอนแล้วใช้หลอดหยดที่สะอาดดูดสารละลายใสจากหลอดที่ 1, 2, 3 และ 4 หลอดละ 5 หยด (ต้องล้างหลอดหยดทุกครั้งเมื่อเปลี่ยนหลอด) ใส่ลงในหลอดทดลองอีก 4 หลอดแยกกัน แล้วเติมสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ลงไปหลอดละ 3 หยด สังเกตผล

2. ใช้หลอดหยดที่สะอาดดูดสารละลายใสจากหลอดที่ 4, 5, 6 และ 7 มาหลอดละ 5 หลอด (ต้องล้างหลอดหยดทุกครั้งเมื่อเปลี่ยนหลอด) ใส่หลอดทดลองอีก

4 หลอดแยกกัน เติมสารละลายเลด (II) ไนเตรตลงไปหลอดละ 3 หยด สังเกตผล

<u>คำถาม</u> (ตอนที่ 1)

1. เพราะเหตุใดจึงต้องเติมน้ำกลั่นในหลอดทดลองให้มีระดับความสูงเท่ากันทุกหลอด

.....

2. ในการทดลอง สารใดที่เราควบคุมให้มีปริมาณคงที่

.....

3. เมื่อเพิ่มปริมาณของโปตัสเซียมไอโอไดด์ขึ้นเรื่อย ๆ ส่วนสูงของตะกอนที่ได้จากผลการทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

.....

4. เพราะเหตุใดส่วนสูงของตะกอนในหลอดที่ 5, 6, 7 จึงไม่เพิ่มขึ้นทั้งที่มีปริมาณของโปตัสเซียมไอโอไดด์มากขึ้นตามลำดับ

.....

.....

5. ให้นักเรียนสรุปผลเกี่ยวกับการรวมตัวระหว่างเลด (II) ไนเตรตกับโปตัสเซียมไอโอไดด์

.....

6. จากกราฟให้นักเรียนหาปริมาณของโปตัสเซียมไอโอไดด์ที่รวมตัวพอดีกับเลด (II) ไนเตรตจำนวนคงที่นั้น โดยนักเรียนปฏิบัติดังนี้ ลากเส้นตรง 2 เส้น ให้ผ่านจุดต่าง ๆ ให้มากที่สุด คือเส้นที่หนึ่งเป็นเส้นเอียงผ่านจุดที่ส่วนสูงของตะกอนเพิ่มขึ้น เส้นที่สองเป็นเส้นขนานกับแกนนอนผ่านจุดที่ส่วนสูงของตะกอนเกือบคงที่ แล้วต่อเส้นตรงทั้งสองให้ตัดกัน จากจุดตัดลากเส้นตรงให้ตั้งฉากกับแกนนอน พบแกนนอนที่จุดใด จุดนั้นคือปริมาตรของสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ที่รวมตัวพอดีกับเลด (II)

ไนเตรตจำนวนคงที่นั้น

.....

<u>คำถาม</u> (ตอนที่ 2)

1. หลังจากเติมสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ลงในสารละลายใส ที่ดูดมาจากหลอดที่ 1, 2, 3 และ 4 แล้วมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

2. จากข้อ 1 นักเรียนจะอธิบายผลที่เกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

3. หลังจากเติมสารละลายเลด (II) ไนเตรตลงในสารละลายใส ที่ดูดมาจากหลอดที่ 4, 5, 6 และ 7 แล้ว มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

4. จากข้อ 3 นักเรียนจะอธิบายผลที่เกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

5. ปริมาณของโปตัสเซียมไอโอไดด์และเลด (II) ไนเตรตในหลอดใด ที่ทำปฏิกิริยากันได้พอดี .....

6. นักเรียนสามารถสรุปผลการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโปตัสเซียมไอโอไดด์ กับเลด (II) ไนเตรต แล้วเกิดสารใหม่ได้อย่างไร

.....

.....

<u>คำตอบ</u> (ตอนที่ 1)

1. เพื่อควบคุมปริมาตรของสารละลายให้เท่ากันหมด

2. เลด (II) ไนเตรต

3. ส่วนสูงของตะกอนจะเพิ่มขึ้นและจะได้ตะกอนสูงสุดประมาณหลอดที่ 4 และจะมีค่าคงที่ในหลอดที่ 5, 6 และ 7

4. เพราะเลด (II) ไนเตรตทำปฏิกิริยาหมดแล้ว

5. จะต้องมีโปตัสเซียมไอโอไดด์จำนวนหนึ่งที่รวมพอดีกับเลด (II) ไนเตรตจำนวนคงที่นั้น

(ตอนที่ 2)

1. สารละลายใสที่ดูดมาจากหลอดที่ 1, 2 และ 3 จะได้ตะกอนสีเหลือง ส่วนหลอดที่ 4 ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

2. หลอดที่ 1, 2 และ 3 ยังมีปริมาณของเลด (II) ไนเตรตเหลืออยู่ ส่วนหลอดที่ 4 ไม่มีปริมาณของเลด (II) ไนเตรตเหลืออยู่เลย

3. สารละลายใสที่ดูดมาจากหลอดที่ 5, 6 และ 7 จะได้ตะกอนสีเหลือง ส่วนหลอดที่ 4 ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

4. หลอดที่ 5, 6 และ 7 ยังมีปริมาณของโปตัสเซียมไอโอไดด์เหลืออยู่ ส่วนหลอดที่ 4 ไม่มีปริมาณของโปตัสเซียมไอโอไดด์เหลืออยู่เลย

5. หลอดที่ 4

6. สารประกอบทั้งสองชนิดทำปฏิกิริยาพอดีกันด้วยอัตราส่วนของมวลคงที่ ได้สารประกอบใหม่ขึ้นอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งมีอัตราส่วนของมวลของธาตุที่เป็นองค์ประกอบคงที่ด้วย

สรุป

จากการทดลองในตอนที่ 1 พบว่า ปฏิกิริยาการรวมตัวระหว่างธาตุทองแดงกับกำมะถันเป็นสารประกอบคอปเปอร์ (II) ซัลไฟด์นั้นอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบจะมีค่าคงที่ และในการทดลองตอนที่ 2 พบว่า ปฏิกิริยาการรวมตัวระหว่างโปตัสเซียมไอโอไดด์กับเลด (II) ไนเตรต ได้สารประกอบเลด (II) ไอโอไดด์ อัตราส่วนโดยมวลของสารประกอบทั้งสองชนิดที่รวมกันพอดีคงที่ และสารประกอบที่ได้ก็มีอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่เป็นองค์ประกอบคงที่ด้วย

โจเซฟ เพราสต์ นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสได้ทำการทดลองและศึกษาปฏิกิริยาเคมีเกี่ยวกับการรวมตัวของธาตุเป็นสารประกอบได้ พบความสัมพันธ์ดังกล่าวจึงได้ตั้งเป็นกฎเรียกว่า กฎสัดส่วนคงที่ มีใจความว่า อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบชนิดหนึ่ง ๆ จะมีค่าคงที่

<u>คำถามสรุป</u>

1. ให้นักเรียนเขียนใจความของกฎสัดส่วนคงที่ตามที่นักเรียนเข้าใจ .....

.....

2. จงคำนวณมวลของออกซิเจนที่รวมพอดีกับมักนีเซียม 0.6 กรัม แล้วเกิดสารประกอบมักนีเซียมออกไซด์ 1.0 กรัม .....

.....

3. เมื่อเผาคัลเซียมคาร์บอเนต จะสลายตัวได้คัลเซียมออกไซด์และกาซคาร์บอนไดออกไซด์ 2.8 กรัม จงหาว่าจะมีกาซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นเท่าใด .....

4. เมื่อเผามักนีเซียม 1.5 กรัม จะรวมตัวพอดีกับออกซิเจน 1.0 กรัม ถ้าต้องการเผามักนีเซียม 7.6 กรัม ให้หมดพอดีจะต้องใช้ออกซิเจนอย่างน้อยที่สุดเท่าใด

.....

5. กาซอัมโมเนียประกอบด้วยไนโตรเจน 82% กับไฮโดรเจน 18% ถ้าใช้ไนโตรเจน 10 กรัม ทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจน 10 กรัม จะได้กาซอัมโมเนียกี่กรัม.....

.....

6. คาร์บอน 1.2 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับออกซิเจน 3.2 กรัม ได้กาซไม่มีสีชนิดหนึ่ง จากการวิเคราะห์กาซชนิดเดียวกันนี้ ซึ่งได้เตรียมจากปฏิกิริยาระหว่างกรดไฮโดรคลอริกกับคัลเซียมคาร์บอเนตพบว่า ประกอบด้วยคาร์บอน 27.3% โดยมวล ข้อมูลเหล่านี้สนับสนุนกฎทรงมวลหรือกฎสัดส่วนคงที่หรือไม่เพราะเหตุใด

.....

.....

<u>เฉลย</u>

1. กฎสัดส่วนคงที่มีใจความว่า "อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบชนิดหนึ่ง ๆ จะมีค่าคงที่"

2. ใช้ออกซิเจนไป = 1.0 – 0.6 กรัม = 0.4 กรัม

3. ได้กาซคาร์บอนไดออกไซด์ = 5 – 2.8 = 2.2 กรัม

4. มักนีเซียม 1.52 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับออกซิเจน 1.0 กรัม

มักนีเซียม 7.60 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับออกซิเจน $\frac{1.0 \times 7.60}{1.52}$ กรัม

= 5 กรัม

5. วิธีที่ 1

กาซไนโตรเจน 82 กรัม ทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนได้กาซอัมโมเนีย

= 82 + 18 = 100 กรัม

กาซไนโตรเจน 10 กรัม ทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนได้กาซอัมโมเนีย

$$= \frac{100 \times 10}{82} \text{ กรัม}$$

= 12.2 กรัม

วิธีที่ 2

กาซไนโตรเจน 82 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับกาซไฮโดรเจน = 18 กรัม

กาซไนโตรเจน 10 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับกาซไฮโดรเจน

$$= \frac{18 \times 10}{82} \text{ กรัม}$$

= 2.2 กรัม

มวลของอัมโมเนียที่ได้ = มวลของไนโตรเจน + มวลของไฮโดรเจน

ที่รวมพอดีกัน = 10 + 2.2 = 12.2 กรัม

หมายเหตุ

ในการทำโจทย์ข้อนี้ นักเรียนจะต้องพิจารณาว่าปริมาณของธาตุใดควรจะเป็นปริมาณจำกัดซึ่งถูกใช้หมด โจทย์ข้อนี้จะเห็นว่าปริมาณของไนโตรเจนเป็นปริมาณจำกัด ซึ่งจะถูกใช้หมดไปดังเห็นได้จากในการคำนวณวิธีที่ 2 เมื่อใช้ไนโตรเจน 10 กรัม จะใช้ไฮโดรเจนเพียง 2.2 กรัม เท่านั้น ดังนั้นถึงแม้ว่าจะใส่ปริมาณของไฮโดรเจนมากกว่า 2.2 กรัม ส่วนที่เกินก็จะไม่ได้ทำปฏิกิริยาเพราะไนโตรเจนถูกใช้หมดไปแล้ว ถ้านักเรียนเทียบโดยใช้ปริมาณของไฮโดรเจนเป็นหลักก็จะได้ผลว่าต้องใช้ไนโตรเจนมากกว่าปริมาณที่กำหนดให้ซึ่งเป็นไปไม่ได้

6. กาซไม่มีสีประกอบด้วยอัตราส่วนของมวลระหว่างคาร์บอน : ออกซิเจน

= 1.2 : 3.2

= 3 : 8

กาซไม่มีสีที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกรดไฮโดรคลอริกกับคัลเซียมคาร์บอเนต ประกอบด้วยอัตราส่วนของมวลระหว่างคาร์บอน : ออกซิเจน

= 27.3 : 72.7

= 1 : 2 .65

= 3 : 8

ข้อมูลนี้สนับสนุนกฎสัดส่วนคงที่เพราะพิสูจน์ได้ว่า สารประกอบมีอัตราส่วนของมวลขององค์ประกอบคงที่ไม่ว่าจะเกิดโดยวิธีใด

บทเรียนโมดูล

หน่วยที่ 3

เรื่อง ทฤษฎีอะตอมของดาลตัน และมวลอะตอม

<u>คำชี้แจง</u>

1. บทเรียนนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือเนื้อหากับถาม – ตอบ
2. ให้นักเรียนศึกษาส่วนที่เป็นเนื้อหาก่อนแล้วจึงตอบคำถาม
3. นักเรียนจะทราบทันทีว่าคำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด เพราะจะมีคำเฉลยคำตอบไว้ในหน้าถัดไป
4. ถาม – ตอบ จะแบ่งเป็นขั้น ๆ เรียกว่า <u>กรอบ</u>
5. ในแต่ละกรอบแบ่งเป็น 3 ช่อง ดังนี้
   (1) ช่องขวามือด้านบน เป็นคำถามให้นักเรียนตอบ
   (2) ช่องขวามือด้านล่าง เป็นช่องที่เว้นไว้ให้นักเรียนเขียนคำตอบ
   (3) ช่องซ้ายมือเป็นคำเฉลยของแต่ละกรอบในหน้าที่แล้วมา

<u>ตัวอย่าง</u>

	(1) คำถาม
(3) คำเฉลย	(2) เขียนคำตอบ

<u>วิธีเรียน</u>

ขั้นที่ 1 อ่านคำถามในช่องที่ (1)

ขั้นที่ 2 ตอบคำถามโดยเขียนคำตอบลงในช่องที่ (2)

ขั้นที่ 3 เมื่อเขียนคำตอบเสร็จแล้วให้เปิดดูคำเฉลยในช่องที่ (3) ของหน้าถัดไป

6. เมื่อนักเรียนเปิดดูคำเฉลยแล้วให้เปรียบเทียบกับคำตอบของนักเรียนถ้าตรงกันหรือไปในทำนองเดียวกันก็ทำรอบต่อไปได้ แต่ถ้าผิดหรือไม่ไปในทำนองเดียวกันให้กลับไปอ่านเนื้อหาทำความเข้าใจใหม่แล้วตอบใหม่

7. นักเรียนจะต้องซื่อสัตย์ คือจะต้องไม่เปิดดูคำเฉลยก่อนที่จะตอบคำถามเสร็จ เพราะถ้าเปิดดูคำเฉลยที่ให้ไว้เสียก่อนก็เท่ากับนักเรียนลอกคำตอบและจะไม่เกิดผลดีกับตัวนักเรียนเลย

เรื่อง ทฤษฎีอะตอมของดาลตันและมวลอะตอม

วัตถุประสงค์ของบทเรียน

บทเรียนนี้กล่าวถึงความคิดรวบยอดของทฤษฎีอะตอมของดาลตันและมวลอะตอม

ความรู้พื้นฐาน

มวลของสาร คือปริมาณเนื้อสารทั้งหมด

วัตถุประสงค์ของการเรียน

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วสามารถ

1. บอกใจความของทฤษฎีอะตอมของดาลตันได้
2. นำทฤษฎีอะตอมของดาลตันไปอธิบายกฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ได้
3. บอกความหมายและความแตกต่างของมวลอะตอมและมวลของ 1 อะตอมได้

บทเรียน

บทเรียนแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. เนื้อหา
2. ถาม – ตอบ

เนื้อหา

ดาลตันได้เสนอทฤษฎีอะตอมขึ้นในปี ค.ศ. 1808 (พ.ศ. 2351) ซึ่งมีใจความสำคัญดังนี้

1. อะตอมเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของสาร

2. อะตอมเป็นอนุภาคที่ไม่สามารถแบ่งแยกได้อีก

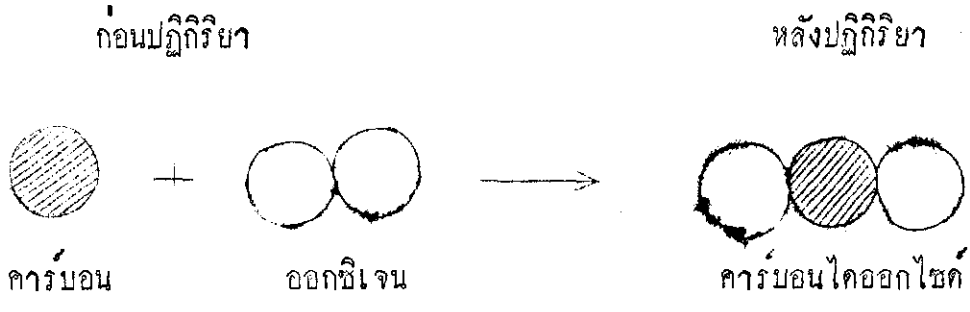
3. เราไม่สามารถสร้างอะตอมขึ้นใหม่ได้

4. เราไม่สามารถทำให้อะตอมสูญหายได้

5. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีสมบัติเหมือนกันและแตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่น

ความสำคัญของทฤษฎีอะตอมของดาลตัน คือนำไปใช้อธิบายกฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ ดังนี้

1. การที่ผลรวมของมวลทั้งหมดของสารก่อนและหลังปฏิกิริยาเท่ากัน เพราะจำนวนอะตอมไม่ได้สูญหายหรือเกิดขึ้นใหม่ อะตอมอาจเปลี่ยนที่กันเมื่อเกิดปฏิกิริยา เช่น ปฏิกิริยาระหว่างคาร์บอนกับออกซิเจน ได้กาซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังรูป



2. การที่อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันในสารประกอบคงที่นั้น เพราะเมื่ออะตอมของธาตุต่างชนิดมารวมกันเป็นสารประกอบ จะรวมกันด้วยอัตราส่วนของจำนวนอะตอมคงที่ และเนื่องจากอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีสมบัติเหมือนกัน มีมวลเท่ากัน อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบจะคงที่ด้วย เช่นในปฏิกิริยาที่คาร์บอนรวมกับออกซิเจนได้กาซคาร์บอนไดออกไซด์ในข้อ 1 ไม่ว่าจะมีกาซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นกี่โมเลกุลก็ตาม จะพบว่าแต่ละโมเลกุลนั้นประกอบด้วยคาร์บอน 1 อะตอม และออกซิเจน 2 อะตอม ดังรูปในข้อ 1 ดังนั้นอัตราส่วนโดยมวลของคาร์บอนและออกซิเจนจึงมีค่าคงที่

เนื่องจากทฤษฎีอะตอมของดาลตันใช้อธิบายกฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ ได้กล่าวมาแล้ว จึงเป็นที่ยอมรับกันในสมัยนั้นและทำให้นักวิทยาศาสตร์สนใจศึกษาเกี่ยวกับอะตอมอย่างกว้างขวางในเวลาต่อมาจนได้ทราบความจริงดังนี้

1. อะตอมมิใช่อนุภาคที่เล็กที่สุดซึ่งไม่สามารถแบ่งแยกได้

2. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันยังอาจมีมวลต่างกันเล็กน้อย เช่น พบว่า มวลของคาร์บอนมี 3 ค่า 12, 13 และ 14

3. เราสามารถสังเคราะห์อะตอมของธาตุบางชนิดได้และยังสามารถที่จะทำให้อะตอมของธาตุบางชนิดสูญหายได้

อย่างไรก็ตาม ทฤษฎีอะตอมของดาลตันก็ได้รับยกย่องว่าเป็นรากฐานวิชาเคมีปัจจุบัน

ทฤษฎีอาจเปลี่ยนแปลงได้ เพราะทฤษฎีเป็นข้อความที่เสนอความคิดที่จะใช้อธิบายผลการทดลอง เมื่อมีผลการทดลองใหม่ ๆ ซึ่งทฤษฎีที่มีอยู่อธิบายไม่ได้ จำเป็นต้องหาคำอธิบายใหม่ที่มีเหตุผลดีกว่าหรือแก้ไขทฤษฎีเก่าเพื่อให้ใช้ได้เช่นเดิม มีผู้สังเกตว่าเวลาเผาไหม้สารแล้วจะเหลือเถ้าและมวลของสารจะน้อยลง เรื่องนี้เคยอธิบายได้ด้วยทฤษฎีฟลอจิสตันว่า เมื่อเผาสารในอากาศจะมีฟลอจิสตันหลุดหายไปตอนที่ลุกไหม้ หรือเขียนย่อ ๆ ได้ดังนี้

$$\text{สาร} \xrightarrow{\text{เผา}} \text{เถ้า} + \text{ฟลอจิสตัน}$$

ต่อมาลาวัวซิเยร์ได้ทำการทดลองชั่งมวลของสารก่อนและหลังการทดลองพบว่าหลังจากการเผาไหม้มวลของสารเพิ่มขึ้น ซึ่งไม่เป็นไปตามทฤษฎีของฟลอจิสตัน เขายังได้พิสูจน์ด้วยการทดลองว่ามวลที่เพิ่มจากเดิมนั้นเนื่องจากออกซิเจนทำปฏิกิริยากับธาตุเป็นสารประกอบ ดังนี้

$$\text{ธาตุ} + \text{ออกซิเจน} \longrightarrow \text{เถ้า (ต่อมาทราบว่าเป็นสารประกอบออกไซด์)}$$

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ทฤษฎีของฟลอจิสตันจึงถูกล้มเลิกไปและคำอธิบายของลาวัวซิเยร์ ก็เป็นที่ยอมรับกันจนถึงปัจจุบันนี้

มวลอะตอม

ดาลตันเชื่อว่าอะตอมของธาตุต่างชนิดกันมีมวลไม่เท่ากัน จึงได้พยายามที่จะหามวลของอะตอมของแต่ละธาตุ แต่เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กมาก และมวลก็น้อยมากจนชั่งไม่ได้ จึงใช้วิธีเปรียบเทียบว่าอะตอมของธาตุหนึ่งมีมวลมากหรือน้อยกว่าอะตอมของอีกธาตุหนึ่งกี่เท่า ดาลตันพบว่า ไฮโดรเจนเป็นธาตุที่เบาที่สุด จึงเสนอให้ใช้ธาตุไฮโดรเจนเป็นธาตุมาตรฐานในการเปรียบเทียบเพื่อหามวลอะตอมของธาตุอื่น ๆ โดยกำหนดไฮโดรเจน 1 อะตอม มีมวล 1 หน่วย

ค่าตัวเลขที่คิดได้จากการเปรียบเทียบมวลของธาตุ 1 อะตอมกับมวลของไฮโดรเจน 1 อะตอม เรียกว่า มวลอะตอมของธาตุ ซึ่งเขียนเป็นความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\text{มวลของไฮโดรเจน 1 อะตอม}}$$

จากความสัมพันธ์นี้ เราจึงใช้ค่ามวลอะตอมของธาตุบอกได้ว่าอะตอมของธาตุใดมีมวลมากหรือน้อยกว่ากัน และใช้คำนวณหามวลของธาตุ 1 อะตอมได้เมื่อมีข้อมูลเพียงพอ

นักวิทยาศาสตร์สมัยนั้นใช้วิธีเปรียบเทียบมวลของธาตุกับมวลของไฮโดรเจนที่มีจำนวนอะตอมเท่ากัน ซึ่งเขียนเป็นความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ a อะตอม}}{\text{มวลของไฮโดรเจน a อะตอม}}$$

ดาลตันคำนวณมวลอะตอมของออกซิเจนจากปฏิกิริยาที่ไฮโดรเจนรวมตัวกับออกซิเจนเป็นน้ำ เขาทดลองได้ผลว่า อัตราส่วนของมวลของออกซิเจนที่รวมตัวพอดีกับไฮโดรเจนมีค่าเท่ากับ 8 : 1 ซึ่งเขียนเป็นความสัมพันธ์ดังนี้

$$\frac{\text{มวลของออกซิเจน}}{\text{มวลของไฮโดรเจน}} = \frac{8}{1}$$

ดาลตันเชื่อว่าน้ำเกิดจากออกซิเจน 1 อะตอม ทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจน 1 อะตอม จึงคำนวณได้ผลว่า มวลอะตอมของออกซิเจนมีค่าเท่ากับ 8 ต่อมามีผู้พิสูจน์ได้ว่า น้ำเกิดจากไฮโดรเจนรวมกับออกซิเจนด้วยอัตราส่วนของจำนวนอะตอมเป็น 2 : 1 ดังนั้นตามข้อมูลใหม่ มวลอะตอมของออกซิเจนจึงมีค่าเท่ากับ 16

โดยวิธีการเช่นนี้ ดาลตันหามวลของธาตุอื่น ๆ ได้อีกหลายธาตุ แต่ไม่ได้ค่าที่ถูกต้องนัก เนื่องจากไม่มีเครื่องชั่งที่ละเอียดพอรวมทั้งเทคนิคในการทดลองยังไม่พัฒนา นอกจากนี้ดาลตันยังเข้าใจผิดว่าสารประกอบบางอย่างเช่น แบไรต์ (แบเรียมซัลเฟต) และไลม์ (คัลเซียมออกไซด์) เป็นธาตุเพราะเขาทำให้สลายเป็นสารอื่นไม่ได้อีก อย่างไรก็ตามการริเริ่มของดาลตันทำให้นักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ เกิดความสนใจและได้พยายามหาวิธีหาค่ามวลอะตอมของธาตุให้ถูกต้องยิ่งขึ้น

ต่อมาในปี ค.ศ. 1961 (พ.ศ. 2504) นักวิทยาศาสตร์ได้ตกลงใช้คาร์บอนที่มีมวลอะตอมเท่ากับ 12 เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบและคิดมวลอะตอมของธาตุจากความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\frac{1}{12}\text{ มวลของคาร์บอน} - 12 \quad 1 \text{ อะตอม}}$$

ถาม – ตอบ

	1 อนุภาคที่เล็กที่สุดของสารในทัศนะของดาลตันมีชื่ออะไร.....
	2 ในทัศนะของนักวิทยาศาสตร์ปัจจุบันอะตอมยังคงเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุด ซึ่งไม่สามารถแบ่งแยกต่อไปได้อีก ใช่หรือไม่ จงให้เหตุผล ....
	3 สาร A รวมตัวกับสาร B ได้สาร C กับสาร D จากการทดลองพบว่า มวลทั้งหมดของสารก่อนทำปฏิกิริยาเท่ากับมวลทั้งหมดของสารหลังทำปฏิกิริยา จงใช้ทฤษฎีอะตอมของดาลตันอธิบายผลการทดลองดังกล่าว ....

1 อะตอม	4 ถ้าการทดลองของนักเรียนพบว่า มวลทั้งหมดของสารก่อนและหลังการทดลองไม่เท่ากัน นักเรียนจะตั้งสมมติฐานอย่างไร และพิสูจน์สมมติฐานอย่างไร เพื่อให้สอดคล้องกับทฤษฎีอะตอมของดาลตันที่ว่ามวลของสารไม่สูญหายหรือไม่เกิดขึ้นใหม่ ....
2 ไม่ใช่ เพราะปัจจุบันพบว่าอะตอมสามารถแบ่งแยกต่อไปได้อีก คือ อะตอมยังประกอบด้วยอนุภาคที่สำคัญ 3 ชนิดได้แก่ นิวตรอน โปรตอน และอิเลคตรอน	5 การเตรียมสารประกอบชนิดหนึ่ง โดยใช้ธาตุ A กับ B จากการเตรียม 3 ครั้ง พบว่าอัตราส่วนโดยมวลของธาตุ A ต่อธาตุ B เป็น 2 : 1 ทั้ง 3 ครั้ง จงใช้ทฤษฎีอะตอมของดาลตันอธิบายผลการทดลองดังกล่าว ....
3 การที่ผลรวมของมวลของสาร A กับสาร B เท่ากับมวลของสาร C กับสาร D นั้น เพราะว่าจำนวนอะตอมของสารไม่ได้สูญหายหรือเกิดขึ้นใหม่	6 ในการเตรียมสารประกอบ XY ครั้งแรกใช้ธาตุ X 3กรัม Y 9 กรัม ถ้าครั้งที่สองใช้ธาตุ Y 6 กรัม จะต้องใช้ธาตุ X กี่กรัม เพื่อให้ได้สารประกอบ XY ที่สนับสนุนการใช้คำอธิบาย โดยทฤษฎีอะตอมของดาลตัน .....

	....
4 ตัวอย่าง ปฏิกิริยาที่ทดลองมีสารบางอย่างที่เกิดขึ้นแล้วออกนอกระบบได้ พิสูจน์โดยการกระทำในภาชนะที่ปิดสนิท	7 ทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ จงให้เหตุผล ....
5	8 นาย ก ได้ตั้งทฤษฎี A ซึ่งมีใจความว่า น้ำหนักของวัตถุจะมีค่าคงที่เสมอ ไม่ว่าจะชั่งที่ใดบนผิวโลกก็ตาม นักเรียนจะยอมรับทฤษฎี A หรือไม่ จงให้เหตุผล ....

6 2 กรัม	9 สาเหตุสำคัญที่ทำให้ทฤษฎีฟลอจิสตันล้มเลิกไป คือสิ่งใด ....
7 ทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้ถ้ามีผลการทดลองใหม่ ๆ ที่ทฤษฎีเดิมอธิบายไม่ได้ และขณะเดียวกันก็สามารถหาคำอธิบายสำหรับผลการทดลองใหม่ซึ่งสามารถพิสูจน์คำอธิบายใหม่ได้	10 มวลอะตอมของธาตุกับมวลของธาตุ 1 อะตอม มีความหมายต่างกันอย่างไร ....
8	11 เพราะเหตุใดมวลอะตอมจึงเป็นตัวเลขที่ไม่มีหน่วย ....

	12 สาเหตุที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์ไม่นิยมหามวลของธาตุ 1 อะตอม คือสิ่งใด ....
9 มีผลการทดลองใหม่ซึ่งทฤษฎีฟลอจิสตันอธิบายไม่ได้และขณะเดียวกันก็มีตัวอย่างที่พิสูจน์ได้อธิบายผลการทดลองใหม่ได้	13 ถ้า $\frac{1}{12}$ ของมวลของคาร์บอน – 12 1 อะตอม มีค่าเท่ากับ $1.66 + 10^{-24}$ กรัม จงหาค่ามวลของ 1 อะตอมของธาตุต่อไปนี้ ก. ออกซิเจน (มวลอะตอม = 16) ข. ไฮโดรเจน (มวลอะตอม= 1) ค. คาร์บอน (มวลอะตอม = 12) ....
10 มวลของธาตุ 1 อะตอม เป็นปริมาณเนื้อของธาตุ 1 อะตอม มวลอะตอมเป็นตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบมวลของอะตอมหนึ่ง ๆ กับมวลของอะตอมที่ใช้เป็นมาตรฐาน	
11 เพราะเป็นตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างมวลของ 1 อะตอมของธาตุ	

12 อะตอมมีขนาดเล็กมากและมวลก็น้อยมากจนชั่งไม่ได้	
13 ก. 2.66×10^{-23} กรัม ข. 1.66×10^{-24} กรัม ค. 1.99×10^{-23} กรัม	

บทเรียนโมดูล

หน่วยที่ 4

เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีของกาซ

<u>คำชี้แจง</u>

1. บทเรียนนี้มีการทดลอง 1 ตอน
2. ให้นักเรียนทำการทดลองก่อนแล้วจึงตอบคำถาม
3. ถ้านักเรียนตอบคำถามไม่ทันในชั่วโมงที่เรียน นักเรียนสามารถนำไปตอบนอกชั่วโมงเรียนได้
4. นักเรียนจะต้องไม่เปิดดูคำตอบก่อนที่จะตอบคำถามเสร็จ ถ้านักเรียนเปิดดูคำตอบก่อนจะไม่เกิดประโยชน์แก่นักเรียนเลย

เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีของกาซ

วัตถุประสงค์ของบทเรียน

บทเรียนนี้กล่าวถึงความคิดรวบยอดของอัตราส่วนของปริมาตรของกาซที่รวมตัวพอดีกันในปฏิกิริยาเคมีของกาซ

ความรู้พื้นฐาน

อัตราส่วนคือตัวเลขที่แสดงการเปรียบเทียบสิ่งของตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไป โดยบอกให้ทราบว่าสิ่งหนึ่งเป็นกี่เท่าของอีกสิ่งหนึ่ง เช่น ห้องเรียนห้องหนึ่งมีนักเรียนชาย 20 คน นักเรียนหญิง 10 คน อัตราส่วนจำนวนชายต่อจำนวนนักเรียนหญิง 20 ต่อ 10 ทำเป็นอัตราส่วนอย่างต่ำได้ 2 ต่อ 1 เขียนแทนด้วยสัญญลักษณ์เป็น 2 : 1 เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการเรียน

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วกระทำสิ่งต่อไปนี้ได้

1. เตรียมกาซไนโตรเจนมอนอกไซด์ และกาซออกซิเจนพร้อมทั้งรู้จักเก็บกาซทั้งสอง
2. บอกสมบัติบางประการของกาซไนโตรเจนมอนอกไซด์ กาซออกซิเจน และกาซไนโตรเจนไดออกไซด์ เช่น สี และการละลายน้ำ
3. วัดปริมาตรของกาซไนโตรเจนมอนอกไซด์และกาซออกซิเจนที่เตรียมขึ้นและปริมาตรของกาซที่เหลือจากปฏิกิริยาได้
4. หาอัตราส่วนของปริมาตรของกาซไนโตรเจนมอนอกไซด์และกาซออกซิเจนที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันได้

บทเรียน

กาซออกซิเจน (O_2)

เป็นกาซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ช่วยให้ไฟติด แต่ตัวเองไม่ติดไฟ สามารถเตรียมได้ดังนี้

เผาโปตัสเซียมเปอร์มังกาเนต ($KMnO_4$)

$$2\ KMnO_4 \longrightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$$

กาซไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO)

เป็นกาซไม่มีสี ละลายน้ำได้เล็กน้อย เมื่อรวมตัวกับกาซออกซิเจน จะให้กาซสีน้ำตาลแดง สามารถเตรียมได้หลายวิธี เช่น

1. ใช้ทองแดงทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไนตริก (HNO_3)

$$3\ Cu + 8\ HNO_3 \longrightarrow 3\ Cu(NO_3)_2 + 2\ NO + 4\ H_2O$$

2. ใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น ทำปฏิกิริยากับเกลือของไอร์รอน (II)และโซเดียมไนเตรท ($NaNO_3$) ซึ่งเผาให้ร้อน

$$4\ HCl + 3\ FeCl_2 + NaNO_3 \longrightarrow 3\ FeCl_3 + NaCl + 2\ H_2O + NO$$

3. เผากรดไนตริก (HNO_3) ไอร์รอน (II) ซัลเฟต ($FeSO_4$) กับกรดซัลฟูริกเจือจาง

$$6\ FeSO_4 + 2\ HNO_3 + 3\ H_2SO_4 \longrightarrow 3\ Fe_2(SO_4)_3 + 2\ NO + 4\ H_2O$$

กาซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)

เป็นกาซสีน้ำตาลแดง ทำให้เป็นของแข็งจะมีสีเหลือง หนักกว่าอากาศ กลิ่นฉุนเป็นพิษ ละลายน้ำได้ดี สามารถเตรียมได้จาก

1. จาก NO และ O_2 ดังสมการเคมี

$$2\ NO + O_2 \longrightarrow 2\ NO_2$$

2. จากการเผาไนเตรตของโลหะหนัก เช่น พวกไนเตรตของตะกั่ว

$$2\ Pb(NO_3)_2 \longrightarrow 2\ PbO + 4\ NO_2 + O_2$$

<u>การทดลอง</u>

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u> (ต่อ 1 กลุ่ม)

1. หลอดทดลองขนาดใหญ่ 2 หลอด
2. จุกยางเสียบหลอดนำกาซพร้อมสายพลาสติกสำหรับปิดหลอดทดลองขนาดใหญ่ 1 ชุด
3. หลอดทดลองขนาดกลาง 8 หลอด
4. ตะเกียงอัลกอฮอล์ 1 ดวง
5. กระบอกตวงขนาด 100 cm^3 1 ใบ
6. อ่างน้ำ 1 ใบ
7. ดินน้ำมัน 1 ก้อน
8. ชิ้นทองแดงเล็ก ๆ 1 กรัม
9. สารละลายกรดไนตริก 10 cm^3
10. โปตัสเซียมเปอร์มังกาเนต 3 กรัม
11. ชูป และไม้ขีดไฟ

<u>ข้อควรระมัดระวังขณะทดลอง</u>

1. การตวงกรดไนตริกต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง เมื่อกรดถูกส่วนใดของร่างกายให้รีบล้างด้วยน้ำทันที

2. ในการเตรียมกาซโดยวิธีแทนที่น้ำนั้น หลังจากที่กาซเข้าไปแทนที่น้ำในหลอดทดลองจนเต็มแล้ว และได้กาซครบทั้ง 4 หลอด ให้นักเรียนยกสายพลาสติกออกจากน้ำก่อนสักครู่ แล้วจึงดับตะเกียง อย่าดับตะเกียงก่อนยกสายพลาสติกเป็นอันขาด เพราะน้ำจะไหลเข้าไปยังหลอดทดลองทำให้หลอดแตกได้

<u>วิธีทดลอง</u>

1. เตรียมกาซไนโตรเจนมอนอกไซด์ โดยใส่ชิ้นทองแดงประมาณ 1 กรัม ลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ แล้วเติมสารละลายกรดไนตริกประมาณ 10 cm^3 ปิดจุกซึ่งมีหลอดนำกาซเสียบอยู่ และมีสายพลาสติกต่อไปยังอ่างใส่น้ำที่มีน้ำประมาณครึ่งอ่าง อุ่นหลอดทดลองด้วยตะเกียงอัลกอฮอล์ รอจนเห็นฟองกาซสักครู่ ขณะที่รอฟองกาซนี้ ให้นักเรียนเอาหลอดทดลองขนาดกลางทั้ง 4 หลอดจุ่มลงในอ่างน้ำให้น้ำเข้าไปจนเต็มหลอด ยกด้านก้นหลอดขึ้นให้ปากหลอดยังคงอยู่ในน้ำ อย่าให้มีฟองอากาศในหลอดทดลอง แล้วเคลื่อนหลอดที่มีน้ำเต็มดังกล่าวไปครอบที่ปลายสายพลาสติก เมื่อเก็บกาซได้เต็มหลอดแล้ว (เวลากาซเต็มหลอดแล้วฟองกาซจะปุดขึ้นนอกหลอดทดลอง) ให้ใช้ดินน้ำมันปิดหลอดเก็บกาซให้คงคว่ำอยู่ในอ่างน้ำเช่นเดิม นักเรียนจะต้องเก็บกาซไว้จนครบทั้ง 4 หลอด การจัดเครื่องมือดูภาพที่ 1 ประกอบ

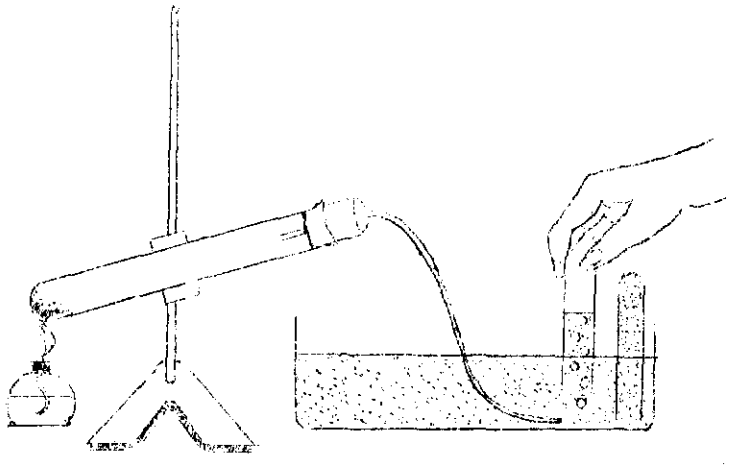
2. เตรียมกาซออกซิเจนโดยเผาโปตัสเซียมเปอร์มังกาเนต 2 กรัม ในหลอดทดลองขนาดใหญ่อีกหลอดหนึ่ง จัดเครื่องมือและเก็บกาซเช่นเดียวกับการเตรียมกาซไนโตรเจนมอนอกไซด์ เก็บกาซออกซิเจนจำนวน 4 หลอด เมื่อได้กาซครบแล้วให้ดึงสายยางขึ้นจากอ่างน้ำแล้วจึงดับตะเกียง

3. ใช้กระบอกตวงขนาด 100 cm^3 บรรจุน้ำให้เต็มแล้วคว่ำลงในอ่างน้ำใบเดียวกับที่ใช้เตรียมกาซ ปากกระบอกตวงอยู่ใต้ผิวน้ำประมาณ 1 cm

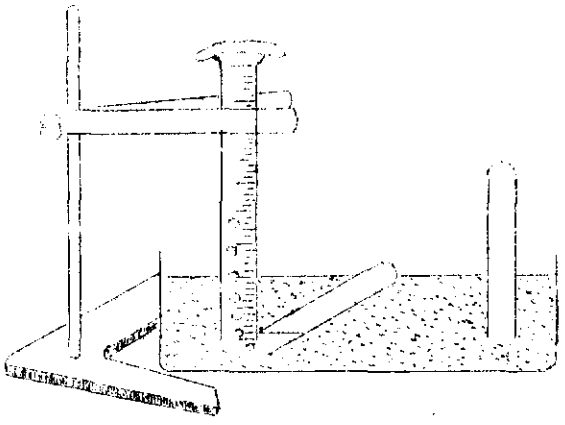
4. นำกาซออกซิเจนที่บรรจุไว้ในหลอดทดลองมา 1 หลอด ถ่ายเข้าสู่กระบอกตวง ดังภาพที่ 2 อ่านปริมาตรของกาซออกซิเจนที่อยู่เหนือน้ำ

5. นำหลอดทดลองที่บรรจุกาซไนโตรเจนมอนอกไซด์มา 1 หลอด ถ่ายเข้าสู่กระบอกตวงที่บรรจุกาซออกซิเจนไว้แล้ว โดยทำเช่นเดียวกับข้อ 4 สังเกตการเปลี่ยนแปลง และบันทึกปริมาตรของกาซเหนือระดับน้ำเมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดแล้ว ให้นักเรียนทดสอบกาซที่อยู่เหนือระดับน้ำหลังปฏิกิริยาสิ้นสุดแล้วดังนี้ ใช้แผ่นกระดาษสอดลงไปปิดปากกระบอกตวง ยกขึ้นจากอ่างน้ำแล้วพลิกกระบอกตวงหงายขึ้นโดยยังคงปิดปากกระบอกอยู่ น้ำจะลงไปอยู่ตอนล่างของกระบอกและดันกาซที่เหลือมาอยู่ตอนบน รีบทดสอบต่อโดยเปิดปากกระบอกตวงแล้วหย่อนธูปที่ติดไฟแดงลงไป (ถ้าธูปลุกแดงกว่าเดิมแสดงว่าเป็นกาซออกซิเจน แต่ถ้าขณะเปิดปากกระบอกตวงเกิดกาซสีน้ำตาลแดงแสดงว่าเป็นกาซไนโตรเจนมอนอกไซด์)

6. ทำการทดลองข้อ 3, 4 และ 5 ซ้ำอีกสองครั้ง โดยใช้กระบอกตวงอันเดิม



ภาพแสดงการเก็บกาซโดยการแทนที่น้ำ



ภาพแสดงการถ่ายกาซจากหลอดทดลองเข้าสู่กระบอกตวง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลองครั้งที่	ปริมาตรของกาซออกซิเจน (cm^3)	ปริมาตรของกาซเมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุด (cm^3)
1		
2		
3		

<u>คำถาม</u>

1. จากการทดลองเก็บกาซไนโตรเจนมอนอกไซด์ และกาซออกซิเจน โดยวิธีใด .....

2. การเก็บกาซโดยวิธีตามข้อ 1 ใช้ในการเก็บกาซที่ละลายน้ำได้ดีได้หรือไม่ .....

3. จงบอกสมบัติของกาซไนโตรเจนมอนอกไซด์ และกาซออกซิเจนเกี่ยวกับสี และการละลายน้ำ .....

.....

4. ขณะที่ผ่านกาซไนโตรเจนมอนอกไซด์เข้าไปรวมกับกาซออกซิเจนในกระบอกตวงมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง .....

.....

.....

.....

5. ให้นักเรียนอธิบายผลที่เกิดขึ้นตามข้อ 4 พร้อมทั้งเขียนสมการเคมีประกอบ .....

.....

.....

.....

.....

6. ผลจากการตรวจสอบกาซที่เหลือจากการเกิดปฏิกิริยาเคมีเป็นกาซชนิดใด .....

7. ปริมาตรของกาซออกซิเจน 1 หลอด = ...cm^3

ปริมาตรของกาซไนโตรเจนมอนอกไซด์ 1 หลอด =..... cm^3

ปริมาตรของกาซรวมก่อนเกิดปฏิกิริยา = ... cm^3

ปริมาตรของกาซออกซิเจนที่เหลือจากการเกิดปฏิกิริยา = ,..... cm^3

ปริมาตรของกาซออกซิเจนที่ใช้ไปในการเกิดปฏิกิริยา = ...cm^3

ปริมาตรของกาซไนโตรเจนมอนอกไซด์:กาซออกซิเจนที่รวมตัวพอดี

= .....

คิดเป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ = ...

8. เมื่อทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง ได้อัตราส่วนของการรวมตัวระหว่างกาซไนโตรเจนมอนอกไซด์และกาซออกซิเจนใกล้เคียงกับข้อ 7 หรือไม่ .....

.....

9. จากผลการทดลองกาซไนโตรเจนมอนอกไซด์รวมพอดีกับกาซออกซิเจนด้วยอัตราส่วนของปริมาตรคงที่ มีค่าเท่าไร .....

.....

10. นักเรียนสามารถหาอัตราส่วนของปริมาตรของกาซก่อนปฏิกิริยากับหลังปฏิกิริยาได้หรือไม่ เพราะเหตุใด .....

.....

.....

<u>คำตอบ</u>

1. แทนที่น้ำ

2. ไม่ได้

3. กาซทั้งสองชนิดเป็นกาซไม่มีสี ละลายน้ำได้เล็กน้อย

4. ในตอนแรกระดับน้ำในกระบอกตวงจะลดลงขณะเดียวกันจะเกิดกาซสีน้ำตาลแดงในกระบอกตวง หลังจากนั้นระดับน้ำจะกลับขึ้นไปอย่างรวดเร็ว พร้อมทั้งสีน้ำตาลแดงจะจางลง สักครู่หนึ่งจะสังเกตเห็นสีของกาซหายไป และระดับน้ำในกระบอกตวงจะไม่เปลี่ยนแปลงอีก

5. กาซไนโตรเจนมอนอกไซด์จะรวมตัวกับกาซออกซิเจนเกิดปฏิกิริยาเคมีให้กาซไนโตรเจนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นกาซสีน้ำตาลแดงดังสมการ

$$2\,NO + O_2 \longrightarrow 2\,NO_2$$

แต่เนื่องจากกาซไนโตรเจนไดออกไซด์ละลายน้ำได้ดีจึงทำให้ระดับน้ำสูงขึ้นและสีของกาซไนโตรเจนไดออกไซด์จางหายไป ส่วนกาซที่อยู่เหนือระดับน้ำหลังจากการเปลี่ยนแปลงสิ้นสุดแล้ว เป็นกาซที่เหลือจากปฏิกิริยาเคมี

6. กาซออกซิเจน

8. ใกล้เคียงกัน

10. ไม่ได้ เพราะไม่สามารถวัดปริมาตรของกาซที่เกิดจากปฏิกิริยาได้เนื่องจากกาซละลายน้ำ

บทเรียนโมดูล

หน่วยที่ 5

เรื่อง กฎของเกย์ลุสแซกและกฎของอาโวกาโดร

- -

<u>คำชี้แจง</u>

1. บทเรียนนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือเนื้อหากับถาม – ตอบ
2. ให้นักเรียนศึกษาส่วนที่เป็นเนื้อหาก่อนแล้วจึงตอบคำถาม
3. นักเรียนจะทราบทันทีว่าคำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด เพราะจะมีคำเฉลยคำตอบไว้ในหน้าถัดไป
4. ถาม – ตอบ จะแบ่งเป็นขั้น ๆ เรียกว่า <u>กรอบ</u>
5. ในแต่ละกรอบแบ่งเป็น 3 ช่อง ดังนี้
   (1) ช่องขวามือด้านบน เป็นคำถามให้นักเรียนตอบ
   (2) ช่องขวามือด้านล่าง เป็นช่องที่เว้นไว้ให้นักเรียนเขียนคำตอบ
   (3) ช่องซ้ายมือเป็นคำเฉลยของแต่ละกรอบในหน้าที่แล้วมา

<u>ตัวอย่าง</u>

	(1) คำถาม
(3) คำเฉลย	(2) เขียนคำตอบ

วิธีเรียน

ขั้นที่ 1 อ่านคำถามในช่องที่ (1)

ขั้นที่ 2 ตอบคำถามโดยเขียนคำตอบลงในช่องที่ (2)

ขั้นที่ 3 เมื่อเขียนคำตอบเสร็จแล้วให้เปิดดูคำเฉลยในช่องที่ (3) ของหน้าถัดไป

6. เมื่อนักเรียนเปิดดูคำเฉลยแล้วให้เปรียบเทียบกับคำตอบของนักเรียน ถ้าตรงกันหรือไปในทำนองเดียวกันก็ทำกรอบต่อไปได้ แต่ถ้าผิดหรือไม่ไปในทำนองเดียวกัน ให้กลับไปอ่านเนื้อหาทำความเข้าใจใหม่แล้วตอบคำถามใหม่

7. นักเรียนจะต้องซื่อสัตย์ คือจะต้องไม่เปิดดูคำเฉลยก่อนที่จะตอบคำถามเสร็จ เพราะถ้าเปิดดูคำเฉลยที่ให้ไว้เสียก่อนแล้ว ก็เท่ากับนักเรียนลอกคำตอบและจะไม่เกิดผลดีกับตัวนักเรียนเลย

บทเรียน

บทเรียนแบ่งเป็น 2 ตอน คือ

1. เนื้อหา
2. ถาม – ตอบ

เนื้อหา

กฎของเกย์ลูสแซก

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของกาซในปฏิกิริยานั้น อาจทดลองโดยใช้กาซต่าง ๆ มาทำปฏิกิริยาเป็นกาซใหม่ หรือนำกาซที่เป็นสารประกอบมาแยกสลายเป็นกาซองค์ประกอบก็ได้ แล้วแต่ว่าวิธีใดจะสะดวกกว่ากัน เช่น ถ้าจะ

ศึกษาอัตราส่วนโดยปริมาตรของกาซไฮโดรเจนกับกาซออกซิเจนในน้ำ เราอาจทำได้โดยนำกาซทั้งสองมาทำปฏิกิริยากันหรือโดยการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้าก็ได้ แต่เรามักเลือกวิธีหลัง

เพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของกาซในปฏิกิริยาต่าง ๆ ได้ดีขึ้น ให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลในตาราง

กาซและปริมาตรของกาซที่ทำปฏิกิริยา				กาซและปริมาตรของกาซที่ได้จากปฏิกิริยา	
กาซ	หน่วยปริมาตร	กาซ	หน่วยปริมาตร	กาซ	หน่วยปริมาตร
ไฮโดรเจน	2	ออกซิเจน	1	ไอน้ำ	2
ไฮโดรเจน	1	คลอรีน	1	ไฮโดรเจนคลอไรด์	2
ไนโตรเจน	1	ไฮโดรเจน	3	อัมโมเนีย	2
ไนโตรเจน	2	ออกซิเจน	1	ไดไนโตรเจนมอนอกไซด์	2
ไนโตรเจนมอนอกไซด์	2	ออกซิเจน	1	ไนโตรเจนไดออกไซด์	2

เนื่องจากปริมาตรของกาซเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิและความดัน การวัดปริมาตรของกาซในแต่ละปฏิกิริยาต้องทำที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน

ในปี ค.ศ. 1809 (พ.ศ. 2352) โจเซฟหลุยส์ เกย์ลุสแซก นักเคมีชาวฝรั่งเศสได้ทำการทดลองวัดปริมาตรของกาซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน และที่ได้จากปฏิกิริยาโดยวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน เขาได้ทำการทดลองซ้ำหลายครั้งจนสรุปเป็นกฎ

ได้ว่า อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของกาซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันและที่ได้จากปฏิกิริยา ซึ่งวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน จะเป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อย ๆ เรียกว่า กฎการรวมปริมาตรของกาซ ต่อมาเรียกว่า กฎของเกย์ลุสแซก

<u>กฎของอาโวกาโดร</u>

อามีดีโอ อาโวกาโดร นักวิทยาศาสตร์ชาวอิตาลีได้ศึกษากฎของเกย์ลุสแซก และได้ให้เหตุผลว่า การที่อัตราส่วนโดยปริมาตรของกาซที่ทำปฏิกิริยาและกาซที่ได้จากปฏิกิริยาเป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อย ๆ นั้นคงเป็นเพราะปริมาตรของกาซมีความสัมพันธ์กับจำนวนอนุภาคที่เข้ารวมตัวกันเป็นสารประกอบ อาโวกาโดรจึงเสนอสมมติฐานขึ้นในปี ค.ศ. 1811 (พ.ศ. 2354) ว่า กาซซึ่งมีปริมาตรเท่ากันที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะมีจำนวนอนุภาคเท่ากัน

ให้นักเรียนพิจารณาปริมาตรของกาซในปฏิกิริยาต่อไปนี้

ไฮโดรเจน + คลอรีน ⟶ ไฮโดรเจนคลอไรด์

1 cm^3 1 cm^3 2 cm^3

สมมติให้กาซ 1 cm^3 มี n อนุภาคตามสมมติฐานของอาโวกาโดร จะเขียนได้ว่า

ไฮโดรเจน + คลอรีน ⟶ ไฮโดรเจนคลอไรด์

n อนุภาค n อนุภาค 2n อนุภาค

หรือ 1 อนุภาค 1 อนุภาค 2 อนุภาค

แต่ถ้าอนุภาคในที่นี้ หมายถึง อะตอมตามที่ดาลตันเรียกจะเขียนแสดงได้ดังนี้

ไฮโดรเจน + คลอรีน ⟶ ไฮโดรเจนคลอไรด์

1 อะตอม 1 อะตอม 2 อะตอม

หรือ

$\frac{1}{2}$ อะตอม $\frac{1}{2}$ อะตอม 1 อะตอม

หากเป็นเช่นนี้อะตอมของไฮโดรเจนและคลอรีนก็ควรแบ่งแยกได้ ซึ่งค้านกับทฤษฎีอะตอมของดาลตันที่ว่าอะตอมแบ่งแยกไม่ได้ ดังนั้นอาโวกาโดรจึงได้เสนอให้เรียกอนุภาคของกาซว่า โมเลกุล เพื่อให้แตกต่างกับอนุภาคอะตอมที่ดาลตันเสนอไว้ แต่ละโมเลกุลของไฮโดรเจนและคลอรีนจะต้องประกอบด้วยอนุภาคที่เหมือน ๆ กันรวมอยู่เป็นเลขคู่ ค่าของเลขคู่จะเป็นเท่าใดนั้น ในขณะนั้นยังไม่ทราบชัดเจน อย่างไรก็ตามสมมติฐานของอาโวกาโดรไม่เป็นที่ยอมรับอยู่นานเกือบ 50 ปี

จนกระทั่งปี ค.ศ. 1860 (พ.ศ. 2403) สแตนิซลาโอ แคนนิซซาโร นักเคมีชาวอิตาลีได้พยายามอธิบายสมมติฐานของอาโวกาโดรใหม่โดยศึกษาผลการทดลองเกี่ยวกับปริมาตรของกาซต่าง ๆ เช่น ปริมาตรของกาซไฮโดรเจนและคลอรีนที่ทำปฏิกิริยากันและปริมาตรของไฮโดรเจนคลอไรด์ที่ได้ เขาได้เสนอให้ธาตุที่เป็นกาซมีโมเลกุลประกอบด้วยอะตอมจำนวนคู่ที่น้อยที่สุด คือ 1 โมเลกุลของธาตุที่เป็นกาซประกอบด้วย 2 อะตอม เราจะนำผลการทดลองมาพิจารณาใหม่โดยสมมติให้กาซ 1 cm^3 มี n โมเลกุล ดังนี้

ไฮโดรเจน + คลอรีน ⟶ ไฮโดรเจนคลอไรด์

1 cm^3 1 cm^3 2 cm^3

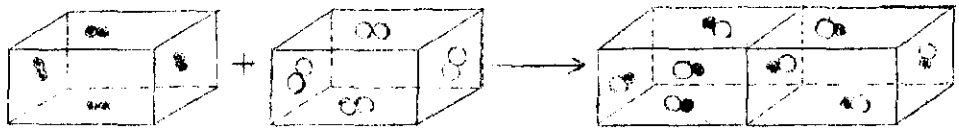
n โมเลกุล n โมเลกุล 2n โมเลกุล

1 โมเลกุล 1 โมเลกุล 2 โมเลกุล

ตามข้อเสนอของแคนนิซซาโร ไฮโดรเจนและคลอรีนเป็นธาตุที่เป็นกาซ 1 โมเลกุลมี 2 อะตอม ดังนั้น

ไฮโดรเจน	+	คลอรีน	⟶	ไฮโดรเจนคลอไรด์
2 อะตอม		2 อะตอม		2 โมเลกุล
1 อะตอม		1 อะตอม		1 โมเลกุล

จะเห็นได้ว่าเมื่อพิจารณาแบบนี้แล้ว ไฮโดรเจนคลอไรด์ 1 โมเลกุลจะประกอบด้วยไฮโดรเจน 1 อะตอม และคลอรีน 1 อะตอม ซึ่งไม่ขัดแย้งกับทฤษฎีอะตอมของดาลตัน เราอธิบายการเกิดปฏิกิริยานี้ได้ว่าโมเลกุลของไฮโดรเจนและคลอรีนแตกตัวเป็นอะตอมแล้วรวมกันใหม่เป็นโมเลกุลของไฮโดรเจนคลอไรด์ ดังรูป



ไฮโดรเจน คลอรีน ไฮโดรเจนคลอไรด์

ถ้าเปรียบเทียบอัตราส่วนโดยจำนวนโมเลกุลและโดยปริมาตรของก๊าซจะได้ดังนี้

	ไฮโดรเจน	:	คลอรีน	:	ไฮโดรเจนคลอไรด์
จำนวนโมเลกุล	1	:	1	:	2
จำนวนปริมาตร	1	:	1	:	2

เราพิจารณาข้อมูลจากปฏิกิริยาของก๊าซอื่น ๆ ได้ในทำนองเดียวกัน

ไฮโดรเจน	+	ออกซิเจน	⟶	ไอน้ำ
2 cm^3		1 cm^3		2 cm^3
2n โมเลกุล		n โมเลกุล		2n โมเลกุล

หรือ

1 โมเลกุล		$\frac{1}{2}$ โมเลกุล		1 โมเลกุล

หรือ

2 อะตอม		1 อะตอม		1 โมเลกุล

ปฏิกิริยาของกาซอื่น ๆ ก็ได้ผลทำนองเดียวกัน ทำให้มีข้อมูลมากพอที่จะยืนยันตามข้อเสนอของแคนนิซซาโรว่า โมเลกุลของธาตุที่เป็นกาซ เช่น ออกซิเจน คลอรีน ไฮโดรเจน มี 2 อะตอม เมื่อความเข้าใจในเรื่องความแตกต่างระหว่างอะตอมและโมเลกุลกระจ่างขึ้นแล้ว สมมติฐานของอาโวกาโดรก็เปลี่ยนไปจากเดิมที่ว่า กาซที่มีปริมาตรเท่ากันวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน มีจำนวนอนุภาคเท่ากันเป็น กาซที่มีปริมาตรเท่ากันวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน ปัจจุบันสมมติฐานของอาโวกาโดรเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปจนถือเป็นกฎเรียกว่า กฎของอาโวกาโดร

ถาม – ตอบ

	1 เพราะเหตุใดในการศึกษาอัตราส่วนโดยปริมาตรของกาซไฮโดรเจนกับกาซออกซิเจนในน้ำจึงนิยมวิธีแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้ามากกว่าการนำกาซทั้งสองมาทำปฏิกิริยากัน .....
	2 เพราะเหตุใดในการวัดปริมาตรของกาซในแต่ละปฏิกิริยาจะต้องวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ....

1 เพราะทำได้สะดวกกว่า	3 จากข้อมูลในตารางในเนื้อหาผลรวมของปริมาตรของกาซก่อนและหลังทำปฏิกิริยาเท่ากันหรือไม่ .....
2 เพราะที่อุณหภูมิและความดันต่าง ๆ กาซจะมีปริมาตรไม่เท่ากัน	4 จากข้อมูลในตารางเดียวกัน จงหาอัตราส่วนระหว่างปริมาตรของกาซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน และที่ได้จากปฏิกิริยาของปฏิกิริยาของกาซต่อไปนี้ ก. ไฮโดรเจน + ออกซิเจน ⟶ ไอน้ำ ..... ข. ไฮโดรเจน + คลอรีน ⟶ ไฮโดรเจนคลอไรด์ ..... ค. ไนโตรเจน + ออกซิเจน ⟶ ไดไนโตรเจนมอนอกไซด์ .....
	5 จากอัตราส่วนที่หาในข้อ 4 จะสรุปเป็นกฎเกณฑ์ได้อย่างไร .. ..

3 บางปฏิกิริยาก็เท่ากัน บางปฏิกิริยาก็ไม่เท่ากัน	6 ผู้ค้นพบกฎดังกล่าวคือใคร และกฎนี้มีชื่อว่าอะไร .....
4 ก. 2 : 1 : 2 ข. 1 : 1 : 2 ค. 2 : 1 : 2	7 จงเติมคำในช่องว่างเมื่อกำหนดให้กาซ 1 cm^3 มีจำนวน n อนุภาค กาซ A + กาซ B ⟶ กาซ C 1 cm^3 1 cm^3 2 cm^3 ....n.. .....
5 อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของกาซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน และที่ได้จากปฏิกิริยาซึ่งวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน จะเป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อย ๆ	8 จากข้อ 7 ถ้าอนุภาคหมายถึง อะตอม ดังนั้นกาซ C 1 อะตอม ประกอบด้วยกาซ A และกาซ B อย่างละกี่อะตอม ....
	9 จากข้อ 8 ผลที่ได้เป็นไปตามทฤษฎีอะตอมของดาลตันหรือไม่ อย่างไร .....

3

บางปฏิกิริยาก็เท่ากัน
บางปฏิกิริยาก็ไม่เท่ากัน

4

ก. 2 : 1 : 2

ข. 1 : 1 : 2

ค. 2 : 1 : 2

5

อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของกาซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน และที่ได้จากปฏิกิริยาซึ่งวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน จะเป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อย ๆ

6

ผู้ค้นพบกฎดังกล่าวคือใคร และกฎนี้มีชื่อว่าอะไร

.....

7

จงเติมคำในช่องว่างเมื่อกำหนดให้กาซ 1 cm^3 มีจำนวน n อนุภาค

กาซ A	+ กาซ B	⟶	กาซ C
1 cm^3	1 cm^3		2 cm^3
.....	..n..		.....

8

จากข้อ 7 ถ้าอนุภาคหมายถึง อะตอม ดังนั้นกาซ C 1 อะตอม ประกอบด้วยกาซ A และกาซ B อย่างละกี่อะตอม

.....

.....

9

จากข้อ 8 ผลที่ได้เป็นไปตามทฤษฎีอะตอมของดาลตันหรือไม่ อย่างไร

.....

6

เกย์ลุสแซก

กฎของเกย์ลุสแซก

10

ผู้ที่แก้ปัญหาความขัดแย้งระหว่างกฎของอาโวกาโดรกับทฤษฎีอะตอมของดาลตันที่ว่าอะตอมแบ่งแยกไม่ได้ จนเป็นที่ยอมรับจนปัจจุบันนี้คือใคร เขามีวิธีแก้ไขอย่างไร

.....

.....

.....

.....

7

n อนุภาค

2n อนุภาค

11

หลังจากแก้ปัญหาความขัดแย้งแล้วได้กฎซึ่งปรับปรุงใหม่มีใจความว่าอย่างไร .....

.....

8

A $\frac{1}{2}$ อะตอม

B $\frac{1}{2}$ อะตอม

12

ไฮโดรเจน + คลอรีน ⟶ ไฮโดรเจนคลอไรด์

1 cm^3 1 cm^3 2 cm^3

จากปฏิกิริยาข้างบนซึ่งวัดปริมาตรที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน จงหาว่ากาซไฮโดรเจนคลอไรด์ 1 โมเลกุล ประกอบด้วยไฮโดรเจนและคลอรินอย่างละกี่อะตอม

.....

9

ไม่เป็น เพราะทฤษฎีอะตอมของดาลตันกล่าวว่าอะตอมแบ่งแยกไม่ได้

10

แคนนิซซาโร

เขาเรียกอนุภาคของธาตุที่เป็นกาซว่าโมเลกุลและโมเลกุลของธาตุที่เป็นกาซประกอบด้วย 2 อะตอม

11

กาซที่มีปริมาตรเท่ากันวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน มีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน

12

ไฮโดรเจน 1 อะตอม

คลอรีน 1 อะตอม

13

กาซ A + กาซ B ⟶ กาซชนิดหนึ่ง

10 cm^3 20 cm^3 10 cm^3

จากผลการทดลองข้างบนซึ่งทำที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน กาซที่ได้ประกอบด้วยธาตุ A และธาตุ B อย่างละกี่อะตอม

.....

14

ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ถ้ากาซ X จำนวน 1.5 cm^3 ทำปฏิกิริยาพอดีกับกาซ Y 4.5 cm^3 ได้กาซ Z 3.0 cm^3

ก. อัตราส่วนโดยจำนวนโมเลกุลของกาซ X, Y และ Z มีค่าเท่าไร.....

ข. ถ้าใช้กาซ X จำนวน 60 cm^3 ทำปฏิกิริยากับกาซ Y 120 cm^3 จะได้กาซ Z เกิดขึ้นเท่าใด.....

ค. ถ้าต้องการกาซ Z 120 cm^3 จะต้องนำกาซ X และกาซ Y มาอย่างละเท่าใด มาทำปฏิกิริยากัน.....

ง. กาซ Z 1 โมเลกุล ประกอบด้วยธาตุ X และธาตุ Y อย่างละกี่อะตอม

.....

13 ธาตุ A 2 อะตอม ธาตุ B 4 อะตอม	
14 ก. 1 : 3 : 2 ข. 80 cm^3 ค. X = 60 cm^3 Y = 180 cm^3 ง. X = 1 อะตอม Y = 3 อะตอม	

บทเรียนโมดูล

หน่วยที่ 6.1

เรื่อง ขนาดโมเลกุล

.....

<u>คำชี้แจง</u>

1. บทเรียนนี้มีการทดลอง 1 ตอน
2. ให้นักเรียนทำการทดลองก่อนแล้วจึงตอบคำถาม
3. ถ้านักเรียนตอบคำถามไม่ทันในชั่วโมงที่เรียน นักเรียนสามารถนำไปตอบนอกชั่วโมงเรียนได้
4. นักเรียนจะต้องไม่เปิดดูคำตอบก่อนที่จะตอบคำถามเสร็จ ถ้านักเรียนเปิดดูคำตอบก่อน จะไม่เกิดประโยชน์แก่นักเรียนเลย

เรื่อง ขนาดโมเลกุล

วัตถุประสงค์ของบทเรียน

บทเรียนนี้กล่าวถึงความคิดรวบยอดของขนาดโมเลกุล

ความรู้พื้นฐาน

สารละลายกรดโอลีอิกในเอธานอลคือ สารละลายที่ประกอบด้วยเอธานอลเป็นตัวละลายและกรดโอลีอิกเป็นตัวถูกละลาย ความเข้มข้นมีหน่วยเป็น % โดยปริมาตร เป็นความเข้มข้นที่บอกให้ทราบว่ามีตัวถูกละลายอยู่กี่ปริมาตรในสารละลาย 100 ปริมาตร เช่น สารละลาย A มีความเข้มข้น 1% โดยปริมาตร หมายความว่าในสารละลาย A 100 cm^3 จะมีเนื้อของสาร A ละลายอยู่ 1 cm^3

ความหนาแน่นของสาร $=$ $\frac{\text{มวลของสาร 1 โมเลกุล}}{\text{ปริมาตรของสาร 1 โมเลกุล}}$

พื้นที่ของวงกลม $= \pi r^2$

วัตถุประสงค์ของการเรียน

เมื่อนักเรียน เรียนเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถจะ

1. บอกสมบัติเกี่ยวกับการละลายของกรดโอลีอิกได้
2. คำนวณความหนาของฟิล์มกรดโอลีอิกที่แผ่กระจายบนผิวน้ำได้
3. คำนวณขนาดของโมเลกุลโอลีอิกโดยประมาณได้

บทเรียน

ในการหาขนาดของโมเลกุลเป็นสิ่งที่กระทำได้ยาก เนื่องจากโมเลกุลมีขนาดเล็กมาก ดังนั้นในการหาขนาดของโมเลกุลจากการทดลองตามบทเรียนนี้จึงเป็นเพียงการหาขนาดโมเลกุลโดยประมาณเท่านั้น โดยการสมมติให้โมเลกุลมีรูปร่างเป็นรูปลูกบาศก์ แล้วคำนวณหาปริมาตรของโมเลกุลจากสูตร

ปริมาตรของโมเลกุล = (ความหนาของลูกบาศก์)^3

การทดลอง

อุปกรณ์และสารเคมี (ต่อ 1 กลุ่ม)

1.	ถาดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 cm	1 ใบ
2.	ไม้บรรทัดขนาดยาว 30 cm	1 อัน
3.	หลอดหยด	1 อัน
4.	กระบอกตวงขนาด 10 cm^3	1 อัน
5.	น้ำ	
6.	สารละลายกรดโอลีอิกในเอธานอลเข้มข้น 1% โดยปริมาตร	
7.	ชอล์คและแปรงลบกระดานดำ	
8.	เอธานอล	

ข้อแนะนำก่อนการทดลอง

1. ในการโรยผงชอล์ก ให้นักเรียนเอาชอล์กถูไปถูมาบนกระดานดำแล้วเอาแปรงลบให้ผงชอล์กติด ต่อจากนั้นเอาแปรงทั้งสองตบกันเบา ๆ เหนือถาดใส่น้ำเพื่อให้ชอล์กลงไปอยู่บนผิวน้ำ นักเรียนจะต้อง โรยผงชอล์กให้สม่ำเสมอ ถ้าโรยมากเกินไปฟิล์มที่ได้จะไม่กระจายเต็มที่ และจะไม่ได้ฟิล์มที่บางขนาดโมเลกุลเดียว

2. ขวดบรรจุสารละลายกรดโอลีอิกที่แจกให้ไปทดลองจะต้องปิดจุกตลอดเวลา เพื่อไม่ให้เอธานอลที่เป็นตัวทำละลายระเหยไป

3. ในการหาพื้นที่ของหยดสารละลายบนฟิล์ม ให้หาโดยประมาณ

<u>วิธีทดลอง</u>

1. ใส่น้ำลงในถาดให้สูงประมาณ 1 cm ตั้งถาดไว้จนน้ำนิ่ง โรยผงชอล์กบาง ๆ บนผิวน้ำให้ทั่วภาชนะ

2. รับสารละลายกรดโอลีอิกกลุ่มละ 1 ขวด พร้อมหลอดหยด 1 อันแล้วใช้หลอดหยดหยดสารละลายกรดโอลีอิก 1 หยดลงตรงกลางถาดที่มีผงชอล์ก วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของหยดสารละลายที่แผ่ออกไป (โดยประมาณ)

3. หยดเอธานอล 1 หยด ลงบนผิวน้ำในถาดเดิมตรงส่วนที่มีผงชอล์กติดกันเป็นแพ สังเกตการเปลี่ยนแปลง (กระทำที่หน้าชั้นเรียนโดยใช้หลอดหยดกลาง)

4. หาปริมาตรของสารละลายกรดโอลีอิก 1 หยด โดยใช้หลอดหยดอันเดิม (ที่ใช้ในข้อ 2) หยดสารละลายนี้ลงในกระบอกตวงขนาด 10 cm^3 พร้อมทั้งนับจำนวนหยดจนได้ปริมาตร 1 cm^3

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	ผลการทดลอง
เมื่อหยดสารละลายกรดโอลีอิกลงในน้ำ	
เมื่อหยดอัลกอฮอล์ลงในน้ำ	
ความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลาง	
จำนวนหยดของสารละลายกรดโอลีอิก 1 cm^3	

<u>คำถาม</u>

1. สารละลายกรดโอลีอิกที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยสารอะไรบ้าง

.....

2. เมื่อหยดสารละลายกรดโอลีอิกลงในน้ำได้ผลอย่างไร

.....

3. เมื่อหยดเอชานอลลงในน้ำได้ผลอย่างไร จงให้เหตุผลประกอบด้วย

.....

4. จากข้อ 1, 2 และ 3 สรุปได้ว่า แผ่นฟิล์มเหนือผิวน้ำเป็นแผ่นฟิล์มของสารใด .....

5. จากการทดลองหาปริมาตรของสารละลายกรดโอลีอิกโดยใช้หลอดหยด พบว่า 1 cm^3 = ...หยด

6. จากข้อ 5 จะได้ว่า

ปริมาตรของสารละลายกรดโอลีอิก 1 หยด = ... cm^3

7. สารละลายกรดโอลีอิกเข้มข้น 1% โดยปริมาตรหมายความว่าในสารละลายกรดโอลีอิก 100 cm^3 จะมีกรดโอลีอิก 1 cm^3

∴ ปริมาตรของกรดโอลีอิก 1 หยด = ... cm^3

นั่นคือ ปริมาตรของแผ่นฟิล์มกรดโอลีอิก = ... cm^3

8. เส้นผ่านศูนย์กลางของฟิล์มกรดโอลีอิก = ... cm^3

∴ พื้นที่โดยประมาณของฟิล์มกรดโอลีอิก = ... cm^3

9. จากข้อ 7 และ 8

ความหนาของชั้นกรดโอลีอิก = ... cm^3

10. สมมติว่าโมเลกุลของกรดโอลีอิกเป็นรูปลูกบาศก์ และชั้นกรดเป็นฟิล์มชั้นเดียว

∴ ปริมาตรของโมเลกุลกรดโอลีอิก = ... cm^3

11. จงบอกถึงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้จากการทดลองหาขนาดโมเลกุลกรดโอลีอิก .....
.....
.....
.....

- - - - - - - - -

<u>คำตอบ</u>

1. เอธานอล กับกรดโอลีอิก
2. เกิดเป็นฟิล์มเหนือผิวน้ำซึ่งทำให้ผงชอล์กกระจายเป็นรูปกลมเว้า ๆ แห่ง ๆ
3. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เนื่องจากเอธานอลละลายน้ำ
4. กรดโอลีอิก

11. ข้อผิดพลาดคือ

1. ฟิล์มของกรดไม่เป็นชั้นเดียว เนื่องจากผงชอล์กหนาหรือขนาดของหยดใหญ่เกินไป
2. ถ้าโมเลกุลซ้อนกันหลาย ๆ ชั้น ความหนาของชั้นกรดที่คำนวณได้จะเท่ากับส่วนสูงของโมเลกุลหลายชั้นซ้อนกัน จึงทำให้คำนวณได้มากกว่าค่าจริง
3. ข้อสมมติที่ว่าโมเลกุลของกรดโอลีอิกเป็นรูปลูกบาศก์ก็เพื่อสะดวกในการคำนวณหาปริมาตร แต่ถ้าโมเลกุลเป็นรูปทรงกลมการคำนวณหาปริมาตรจะต่างออกไป

<u>แบบฝึกหัด</u>

จงคำนวณหาปริมาตรของโมเลกุลของกรดปาล์มมิติก เมื่อใช้สารละลายกรดนี้ในเอธานอลมีความเข้มข้น 1% โดยปริมาตร หยดลงในน้ำพบว่าสารละลาย 1 หยด ที่แผ่ออกไปมีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 15 cm และสารละลายกรดนี้ 60 หยดมีปริมาตร 1 cm^3 สมมติให้โมเลกุลของกรดนี้เป็นทรงกลมและเรียงเป็นชั้นเดียวบนผิวน้ำ

บทเรียนโมดูล

หน่วยที่ 6.2

เรื่อง มวลโมเลกุล

<u>คำชี้แจง</u>

1. บทเรียนนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือเนื้อหากับถาม – ตอบ
2. ให้นักเรียนศึกษาส่วนที่เป็นเนื้อหาก่อนแล้วจึงตอบคำถาม
3. นักเรียนจะทราบทันทีว่าคำตอบของนักเรียนถูกหรือผิดเพราะจะมีคำเฉลยคำตอบไว้ในหน้าถัดไป
4. ถาม – ตอบ จะแบ่งเป็นชั้น ๆ เรียกว่า กรอบ
5. ในแต่ละกรอบแบ่งเป็น 3 ช่อง ดังนี้
   (1) ช่องขวามือด้านบน เป็นคำถามให้นักเรียนตอบ
   (2) ช่องขวามือด้านล่าง เป็นช่องที่เว้นไว้ให้นักเรียนเขียนคำตอบ
   (3) ช่องซ้ายมือเป็นคำเฉลยของแต่ละกรอบในหน้าที่แล้วมา

<u>ตัวอย่าง</u>

	(1) คำถาม
(3) คำเฉลย	(2) เขียนคำตอบ

<u>วิธีเรียน</u>

ขั้นที่ 1 อ่านคำถามในช่องที่ (1)

ขั้นที่ 2 ตอบคำถามโดยเขียนคำตอบลงในช่องที่ (2)

ขั้นที่ 3 เมื่อเขียนคำตอบเสร็จแล้วให้เปิดดูคำเฉลยในช่องที่ (3) ของหน้าถัดไป

6. เมื่อนักเรียนเปิดดูคำเฉลยแล้วให้เปรียบเทียบคำตอบของนักเรียน ถ้าตรงกัน หรือไปในทำนองเดียวกันก็ทำกรอบต่อไปได้ แต่ถ้าผิดหรือไม่ไปในทำนองเดียวกันให้กลับไปอ่านเนื้อหาทำความเข้าใจใหม่แล้วตอบคำถามใหม่

7. นักเรียนจะต้องซื่อสัตย์ คือจะต้องไม่เปิดดูคำเฉลยก่อนที่จะตอบคำถามเสร็จ เพราะถ้าเปิดดูคำเฉลยที่ให้ไว้เสียก่อนก็เท่ากับนักเรียนลอกคำตอบ และจะไม่เกิดผลดีกับนักเรียนเลย

เรื่อง มวลโมเลกุล

วัตถุประสงค์ของบทเรียน

บทเรียนนี้กล่าวถึงความคิดรวบยอดของมวลโมเลกุล

ความรู้พื้นฐาน

1.โมเลกุลของสารใด ๆ คืออนุภาคที่เล็กที่สุดของสารซึ่งสามารถอยู่เป็นอิสระได้

2.มวลอะตอม เป็นค่าเปรียบเทียบระหว่างมวลของ 1 อะตอมของธาตุนั้นกับ $\frac{1}{12}$ ของคาร์บอน – 12 1 อะตอม

วัตถุประสงค์ของการเรียน

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของมวลโมเลกุลได้
2. หามวลโมเลกุลได้

บทเรียน

บทเรียนแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

1. เนื้อหา
2. ถาม – ตอบ

เนื้อหา

จากการทดลองที่ผ่านมาจะเห็นว่า ขนาดโมเลกุลนั้นเล็กมาก เพราะฉะนั้น สาร 1 โมเลกุลมีมวลน้อยมากเกินกว่าที่จะชั่งได้ จึงมีการเปรียบเทียบโดยเลือกสารหนึ่งเป็นมาตรฐาน ดังนั้นมวลโมเลกุลจึงเป็นค่าเปรียบเทียบระหว่างมวลของ 1 โมเลกุล

ของสารนั้นกับ $\frac{1}{12}$ ของมวลของคาร์บอน – 12 1 อะตอม ซึ่งเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{มวลโมเลกุล} = \frac{\text{มวลของสาร 1 โมเลกุล}}{\frac{1}{12} \text{ ของมวลของคาร์บอน – 12 1 อะตอม}}$$

การหามวลโมเลกุลโดยวิธีดังกล่าวเป็นวิธีการเปรียบเทียบกับค่ามวลของธาตุที่ใช้เป็นมาตรฐาน นอกจากนี้ยังมีวิธีการหามวลโมเลกุลอีกวิธีหนึ่ง ถ้าทราบองค์ประกอบของโมเลกุล คือคิดจากผลบวกของมวลอะตอมของธาตุต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบใน 1 โมเลกุลของสารนั้น เช่น กาซออกซิเจน 1 โมเลกุล ประกอบด้วยออกซิเจน 2 อะตอม และมวลอะตอมของออกซิเจนเท่ากับ 16

ดังนั้น มวลโมเลกุลของกาซออกซิเจน = 2 (มวลอะตอมของออกซิเจน)

= 2 (16)

= 32

กาซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมเลกุล ประกอบด้วยคาร์บอน 1 อะตอม ออกซิเจน 2 อะตอม

ดังนั้นมวลโมเลกุลของกาซคาร์บอนไดออกไซด์ = มวลอะตอมของคาร์บอน + 2(มวลอะตอมของออกซิเจน)

= 12 + 2(16)

= 12 + 32 = 44

ถาม – ตอบ

	1 ความหนาแน่นของกรดโอลีอิก = $\frac{\text{มวลของกรดโอลีอิก}}{\text{ปริมาตรกรดโอลีอิก}}$ หรือ = $\frac{\text{มวลของกรดโอลีอิก 1 โมเลกุล}}{\text{ปริมาตรกรดโอลีอิก 1 โมเลกุล}}$ ถ้าความหนาแน่นของกรดโอลีอิก = 0.89 g/cm^3 และปริมาตร 1 โมเลกุลของกรดโอลีอิกที่หาได้จากการทดลอง = ... cm^3 มวลของกรดโอลีอิก 1 โมเลกุล = ... กรัม
	2 ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่ากรดโอลีอิก 1 โมเลกุล มีมวลเท่ากับ 4.7×10^{-22} กรัม เพราะฉะนั้นในทางปฏิบัติเราสามารถหามวลของ 1 โมเลกุลได้ง่ายหรือไม่ เพราะเหตุใด ....

2 หาได้ยาก เพราะมวลของ 1 โมเลกุลหาได้ยากมาก	3 เนื่องจากโมเลกุลมีขนาดเล็กและมวลก็น้อยมาก จนชั่งไม่ได้จึงใช้วิธีเปรียบเทียบมวลของ 1 โมเลกุลของสารนั้นกับ $\frac{1}{12}$ ของมวลของคาร์บอน – 12 1 อะตอม ค่าดังกล่าวนี้เรียกว่า..... เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้ มวลโมเลกุล = ...
	4 ถ้าทราบองค์ประกอบใน 1 โมเลกุลของสาร เราสามารถที่จะหามวลโมเลกุลได้โดยหาผลรวมของมวลอะตอมของธาตุต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบได้เช่น กาซคลอรีน 1 โมเลกุล ประกอบด้วยคลอรีน 2 อะตอม และมวลอะตอมของคลอรีน = 35.5 มวลโมเลกุลของกาซคลอรีน = 2(35.5) = 71 ถ้ามวลอะตอมของโบรมีน = 80 มวลโมเลกุลของกาซโบรมีน (Br_2) = ...

3

มวลโมเลกุล = $\frac{\text{มวลของ 1 โมเลกุลของสารนั้น}}{\frac{1}{12}\text{ของมวลของคาร์บอน 12 1อะตอม}}$

4

= 2(80)

= 160

5

มักนีเซียมออกไซด์ประกอบด้วยมักนีเซียม 1 อะตอม และออกซิเจน 1 อะตอม ถ้ามวลอะตอมของมักนีเซียม = 24 และออกซิเจน = 16 จงหามวลโมเลกุลของมักนีเซียมออกไซด์

.....

.....

6

คัลเซียมไฮดรอกไซด์ มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 74 ถ้ามวลอะตอมของคัลเซียมเท่ากับ 40 ออกซิเจนเท่ากับ 16 จงหามวลอะตอมของไฮโดรเจน

.....

.....

7

จงหามวลโมเลกุลของสารต่อไปนี้ โดยใช้ค่ามวลอะตอมต่อไปนี้ C = 12, O = 16, H = 1, S = 32

ก. กรดซัลฟูริก (H_2SO_4).....

ข. กรดอะซีติก (CH_3COOH).....

ค. เอธานอล (C_2H_5OH).....

ง. กรดโอลีอิก ($C_{17}H_{33}COOH$).....

5 = 24 + 16 = 40	8 จากข้อ 7 จงคำนวณหาอัตราส่วนอย่างง่ายของจำนวนอะตอมของธาตุต่าง ๆ ในโมเลกุลของ ก. กรดอะซีติค ..... ข. เอธานอล ..... ค. กรดโอลีอิก.....
6 =1	
7 ก. 98 ข. 60 ค. 46 ง. 282	

8 ก. C : H : O = 1 : 2 : 1 ข. C : H : O = 2 : 6 : 1 ค. C : H : O = 9 :17 : 1	

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์บางหัวข้อรวมทั้งสิ้น 50 ข้อ

2. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งสิ้น ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดหรือเหมาะสมที่สุดจากข้อ ก. ข. ค. หรือ ง. ที่ให้ไว้ เมื่อเลือกข้อใดก็ให้ขีดเครื่องหมาย + ใต้อักษรนั้นในกระดาษคำตอบและพึงระวังอย่าให้สลับข้อกัน

3. ถ้าต้องการจะเปลี่ยนคำตอบใหม่ให้ขีดเส้นนอนสองเส้นตัดกับเครื่องหมายเดิม แล้วไปขีดเครื่องหมายใต้อักษรตัวใหม่ที่ต้องการจะตอบ ตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจาก ก. เป็น ค. ดังนี้

ก.	ข.	ค.	ง.
(≠)	( )	(×)	( )

4. ถ้าต้องการขีดเขียนสิ่งต่าง ๆ เพื่อช่วยในการคิดก็จงขีดเขียนลงบนแผ่นกระดาษว่างที่แนบมาให้ โปรดอย่าขีดเขียนเครื่องหมายหรือข้อความใด ๆ ลงบนแบบทดสอบ

5. ในแบบทดสอบบางข้อจะมี คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านคำชี้แจงให้เข้าใจดีเสียก่อนจึงลงมือทำ

6. ถ้าพบข้อยากให้ข้ามไปทำข้ออื่นเสียก่อนและจงพยายามทำให้เสร็จทุกข้อ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีมวลของสารที่ทำปฏิกิริยากันจนเกิดเป็นสารใหม่จะเปลี่ยนแปลงหรือไม่
   ก. เปลี่ยนเพราะเกิดเป็นสารใหม่
   ข. เปลี่ยนเพราะสารมีคุณสมบัติผิดไปจากเดิม
   ค. ไม่เปลี่ยนเพราะมวลของสารจะไม่หายไป
   ง. ไม่เปลี่ยนเพราะสารจะทำปฏิกิริยาพอดีกัน
2. ปฏิกิริยาข้อใดจัดว่าเป็นระบบปิด
   ก. ปฏิกิริยาการเผาไหม้เศษไม้ในชามกระเบื้อง
   ข. ปฏิกิริยาระหว่างสังกะสีกับกรดซัลฟูริก
   ค. ปฏิกิริยาระหว่างหินปูนกับกรดไฮโดรคลอริก
   ง. ปฏิกิริยาระหว่างกรดซัลฟูริกกับแบเรียมคลอไรด์
3. ปฏิกิริยาข้อใดจัดว่าเป็นระบบเปิด
   ก. ปฏิกิริยาระหว่างทองแดงกับกำมะถัน
   ข. ปฏิกิริยาการเปลี่ยนกรดเป็นน้ำตาลในผลไม้
   ค. ปฏิกิริยาระหว่างกรดไฮโดรคลอริกกับโซเดียมไฮดรอกไซด์
   ง. ปฏิกิริยาระหว่างแบเรียมไฮดรอกไซด์กับอัมโมเนียมคลอไรด์
4. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้องที่สุด
   ก. น้ำหนักของวัตถุก็คือ มวลของวัตถุนั้น
   ข. มวลของวัตถุหนึ่ง ๆ อาจมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย
   ค. มวลของสารหลังทำปฏิกิริยาจะน้อยกว่ามวลของสารก่อนทำปฏิกิริยา
   ง. แรงดึงดูดของโลกต่อวัตถุชิ้นเดียวกันอาจมีค่าแตกต่างกัน
5. เผาคัลเซียมหนัก 0.3 กรัม ได้คัลเซียมออกไซด์หนัก 0.8 กรัม ถ้าการทดลองนี้เป็นไปตามกฎทรงมวล มวลของออกซิเจนที่ใช้ในปฏิกิริยามีค่าเท่าไร
   ก. 0.27 กรัม ข. 0.30 กรัม
   ค. 0.50 กรัม ง. 1.10 กรัม

6. อัตราส่วนของมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบเป็นไปตามเหตุผลข้อใด

ก. คงที่เสมอ ข. ขึ้นอยู่กับระบบ

ค. เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ ง. อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามสภาวะแวดล้อม

<u>คำชี้แจง</u> จงใช้ข้อมูลข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 7 – 9

เมื่อเผาโลหะทองแดงที่บริสุทธิ์หนัก 1.52 กรัม ในกาซออกซิเจน ปรากฏว่าใช้ออกซิเจนหนัก 1.11 กรัม ถ้าการทดลองนี้เป็นไปตามกฎทรงมวล

7. ออกไซด์ที่เกิดขึ้นหนัก เท่าไร

ก. 0.41 กรัม ข. 1.36 กรัม

ค. 1.69 กรัม ง. 2.63 กรัม

8. ถ้ามีทองแดงหนัก 8.80 กรัม จะต้องใช้ออกซิเจนเท่าไร

ก. 6.43 กรัม ข. 7.69 กรัม

ค. 8.80 กรัม ง. ไม่มีคำตอบถูก

9. อัตราส่วนของมวลของธาตุต่าง ๆ ในออกไซด์นี้มีค่าเท่าไร

ก. 1 : 2 ข. 2 : 3

ค. 3 : 4 ง. 4 : 5

<u>คำชี้แจง</u> จงใช้ข้อมูลข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 10 – 12

จากการวิเคราะห์พบว่า กาซไฮโดรเจนคลอไรด์ประกอบด้วยไฮโดรเจน 3% และคลอรีน 97% โดยน้ำหนัก

10. ถ้าต้องการเตรียมกาซไฮโดรเจนคลอไรด์หนัก 10 กรัม จะต้องใช้ไฮโดรเจนเท่าไร

ก. 0.3 กรัม ข. 1.5 กรัม

ค. 3 กรัม ง. 30 กรัม

11. เมื่อมีกาซไฮโดรเจนหนัก 20 กรัม และกาซคลอรีนหนัก 25 กรัม มวลของไฮโดรเจนคลอไรด์ที่เกิดขึ้นจะเป็นเท่าใด

ก. 25.67 กรัม ข. 45 กรัม

ค. 666.67 กรัม ง. ไม่มีคำตอบถูก

12. จากข้อ 11 ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. สารทั้งสองรวมตัวกันหมดพอดี

ข. จะมีกาซไฮโดรเจนเหลืออยู่จำนวนหนึ่ง

ค. จะมีกาซคลอรีนเหลืออยู่จำนวนหนึ่ง

ง. จะมีเหลือทั้งกาซไฮโดรเจนและคลอรีน

13. ข้อใดต่อไปนี้ <u>ไม่</u> สอดคล้องกับทฤษฎีอะตอมของดาลตัน

ก. 1 อะตอม ของธาตุคาร์บอนไม่สามารถทำให้เป็น 2 ส่วน

ข. ทุกอะตอมของธาตุไฮโดรเจนจะมีสมบัติเหมือนกัน

ค. อะตอมของธาตุประกอบด้วยโบรตอน นิวตรอน และอิเลคตรอน

ง. อะตอมของธาตุไฮโดรเจนแตกต่างจากอะตอมของธาตุคาร์บอน

14. ถ้าทฤษฎีอะตอมของดาลตันถูกยกเลิกไปแสดงว่าอย่างไร

ก. ทฤษฎีเก่าอาจแก้ไขได้

ข. ทฤษฎีอาจเปลี่ยนแปลงได้

ค. ผลการทดลองใหม่ ๆ ดีกว่าแต่ก่อน

ง. ทฤษฎีเป็นความคิดของคนใดคนหนึ่งซึ่งไม่ถูกต้องเสมอไป

15. ปัจจุบันการหามวลอะตอมของธาตุใช้ธาตุใดเป็นมาตรฐาน

ก. H - 1 ข. C - 12

ค. C - 14 ง. O - 16

16. สาร A หนัก 2 กรัม รวมตัวพอดีกับสาร B หนัก 3 กรัม เกิดสาร C ขึ้นหนัก 4 กรัม และสาร D หนักกี่กรัม

ก. 1 กรัม ข. 2 กรัม

ค. 4 กรัม ง. 5 กรัม

17. ใช้กาซไฮโดรเจนซัลไฟด์ 4.50 กรัม ทำปฏิกิริยากับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 6 กรัม เกิดน้ำขึ้นหนัก 2.50 กรัม และกำมะถันหนัก 5.72 กรัม ทั้งยังมีกาซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เหลืออยู่ 2.28 กรัม การทดลองนี้เป็นไปตามกฎข้อใด

ก. กฎทรงมวล ข. กฎสัดส่วนคงที่

ค. กฎสัดส่วนพหุคูณ ง. กฎของดาลตัน

<u>คำชี้แจง</u> ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 18 – 19

ทฤษฎีอะตอมของดาลตันมีดังนี้

1. อะตอมเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของสาร
2. อะตอมเป็นอนุภาคที่ไม่สามารถแบ่งแยกได้อีก
3. เราไม่สามารถสร้างอะตอมขึ้นใหม่ได้
4. เราไม่สามารถทำให้อะตอมสูญหายได้
5. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีสมบัติเหมือนกันและแตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่น

18. จากการทดลองพบว่า "มวลของสารก่อนและหลังทำปฏิกิริยานั้นเท่ากัน" ทฤษฎีอะตอมดาลตันข้อใดที่สามารถอธิบายการทดลองนี้ได้

ก. 1 และ 2 ข. 2 และ 3

ค. 3 และ 4 ง. 4 และ 5

19. จากการวิเคราะห์สารประกอบ XY ซึ่งได้จากกระบวนการเตรียมที่ต่างกัน พบว่าประกอบด้วยมวลของ X ต่อมวลของ Y ในอัตราส่วน 1 : 2 การวิเคราะห์ครั้งนี้สนับสนุนทฤษฎีอะตอมของดาลตันข้อใด

ก. 1 ข. 2

ค. 4 ง. 5

20. จากการทดลองพบว่า เงินออกไซด์ 116 กรัม ประกอบด้วยเงิน 108 กรัม และออกซิเจน 8 กรัม ในการทดลองอีกครั้งหนึ่งถ้าใช้เงิน 5.4 กรัม จะทำให้เกิดเงินออกไซด์หนักเท่าไร? ถ้าการทดลองเป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่

ก. 0.4 กรัม ข. 5.4 กรัม

ค. 5.8 กรัม ง. 11.6 กรัม

21. สาร A ทำปฏิกิริยากับสาร B ได้สาร C และสาร D การทดลองนี้เป็นการทดลองเรื่องใด

ก. ระบบปิดระบบเปิด ข. กฎทรงมวล

ค. กฎสัดส่วนคงที่ ง. สรุปไม่ได้

22. กาซอัมโมเนียประกอบด้วยไนโตรเจน 82.4% โดยน้ำหนักถ้าต้องการคำนวณหาน้ำหนักของอัมโมเนียที่เตรียมได้จากการใช้ไนโตรเจนและไฮโดรเจนอย่างละ 10 กรัม จะต้องใช้กฎหรือทฤษฎีอะไร

ก. กฎทรงมวล ข. กฎสัดส่วนคงที่

ค. กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ ง. ข้อ ค. และทฤษฎีอะตอมของดาลตัน

23. กาซไฮโดรเจน (H_2) 60 cm^3 ทำปฏิกิริยาพอดีกับกาซไนโตรเจน (N_2) 20 cm^3 ได้กาซชนิดหนึ่ง 40 cm^3 จงหาสูตรทางเคมีของสารนี้

ก. NH ข. NH_2

ค. NH_3 ง. NH_4

24. โมเลกุลของกาซมีเทน ประกอบด้วยคาร์บอน 1 อะตอมของไฮโดรเจน 4 อะตอม จงหามวลโมเลกุลของกาซมีเทน (มวลอะตอมของคาร์บอน = 12, ไฮโดรเจน = 1)

ก. 5 ข. 13

ค. 16 ง. 48

25. มวลโมเลกุลของ $Pb(NO_3)_2$ เท่ากับ 331 ถ้ามวลอะตอมของ Pb = 207, O = 16 จงหามวลอะตอมของ N

ก. 14 ข. 28

ค. 44 ง. 108

26. กาซอัมโมเนีย ประกอบด้วยไนโตรเจน 82% กับไฮโดรเจน 18% โดยมวล ถ้าใช้กาซไนโตรเจน 5 กรัมทำปฏิกิริยากับกาซไฮโดรเจน 5 กรัม จะได้กาซอัมโมเนียกี่กรัม

ก. 5 ข. 6.1

ค. 10 ง. 27.78

<u>คำชี้แจง</u> จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 27 – 29

ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ถ้าแก๊ส A จำนวน 2 cm^3 ทำปฏิกิริยาพอดีกับแก๊ส B 2.5 cm^3 ได้แก๊ส C 3.5 cm^3

27. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. อัตราส่วนโดยจำนวนโมเลกุลของแก๊ส A : แก๊ส B = 4 : 5

ข. อัตราส่วนโดยปริมาตรของแก๊ส A : แก๊ส B = 4 : 5

ก. อัตราส่วนโดยจำนวนโมเลกุลของแก๊ส A : แก๊ส B : แก๊ส C = 4 : 5 : 7

ง. ถูกทุกข้อ

28. ถ้าให้แก๊ส A จำนวน 60 cm^3 ทำปฏิกิริยากับแก๊ส B 50 cm^3 จะได้แก๊ส C เกิดขึ้นกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

ก. 70 ข. 105

ค. 110 ง. 175

29. ถ้าต้องการแก๊ส C 35 cm^3 จะต้องนำแก๊ส A และแก๊ส B อย่างละเท่าใดมาทำปฏิกิริยากัน

ก. แก๊ส A 20 cm^3 และแก๊ส B 20 cm^3

ข. แก๊ส A 25 cm^3 และแก๊ส B 25 cm^3

ก. แก๊ส A 20 cm^3 และแก๊ส B 25 cm^3

ง. แก๊ส A 45 cm^3 และแก๊ส B 45 cm^3

30. ถ้าโลหะแมกนีเซียมหนัก 10 กรัม รวมตัวกับแก๊สออกซิเจน 10 กรัม เกิดสารประกอบแมกนีเซียมออกไซด์และเหลือแก๊สออกซิเจนออกมาหนัก 3.33 กรัม จงคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของออกซิเจนในแมกนีเซียมออกไซด์

ก. 30 ข. 40

ค. 50 ง. 100

<u>คำชี้แจง</u> จากข้อมูลต่อไปนี้ใช้ในการตอบคำถามข้อ 31 – 32

จากสมการ $2HCl + CaCO_3 \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

ถ้าชั่งน้ำหนักของกรดไฮโดรคลอริกกับบีกเกอร์ได้หนัก 51.3 กรัม เมื่อผสมคัลเซี่ยมคาร์บอเนต 11.4 กรัมลงไป รอจนปฏิกิริยาสิ้นสุด นำไปชั่งอีกครั้งหนึ่ง ปรากฏว่าหนัก 60.3 กรัม

31. ในการทดลองครั้งนี้ มีกาซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นกี่กรัม

ก. 1.4 ข. 2.4

ค. 2.7 ง. 4.3

32. ในการคำนวณหากาซการ์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะต้องอาศัยความรู้จากกฎใด

ก. กฎทรงมวล ข. กฎสัดส่วนคงที่

ค. กฎของเกย์ลุสแซก ง. กฎของอาโวกาโดร

<u>คำชี้แจง</u> กาซ X ทำปฏิกิริยากับกาซ Y ได้กาซ Z ต่อไปนี้เป็นข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เมื่อกาซ X และกาซ Y ทำปฏิกิริยากัน ให้ใช้ในการตอบคำถามข้อ 33 – 34

การทดลองที่	ปริมาตรของ X ที่ใส่ลงไป	ปริมาตรของ Y ที่ใส่ลงไป	ปริมาตรของ X ที่เหลือ	ปริมาตรของ Y ที่เหลือ	ปริมาตรของ Z ที่เกิดขึ้น
1	150	60	30	0.0	180
2	200	80	40	0.0	240
3	350	100	150	0.0	300

33. ถ้านำผลการทดลองนี้มาวิเคราะห์ จะพบว่าสอดคล้องกับกฎใด

ก. กฎทรงมวล ข. กฎสัดส่วนคงที่

ค. กฎของเกย์ลุสแซก ง. กฎของอาโวกาโดร

34. ถ้าให้กาซ X 30 cm^3 ทำปฏิกิริยากับกาซ Y 10 cm^3 จะได้กาซ Z ปริมาณเท่าใด

ก. 15 ข. 20

ค. 30 ง. 40

35. มีคำกล่าวว่า "อะตอมของธาตุเดียวกัน จะมีสมบัติต่าง ๆ เหมือนกันตลอดจนมวล" จากข้อความนี้ข้อความใดถูกต้องที่สุด

ก. ธาตุประกอบด้วยอะตอมเพียงชนิดเดียว

ข. อะตอมชนิดเดียวกัน ประกอบด้วยธาตุที่เหมือนกัน

ค. ธาตุชนิดเดียวมีอะตอมหลายชนิด

ง. ธาตุต่าง ๆ มีสมบัติเหมือนกัน

36. จากการค้นพบในปัจจุบัน พบว่าคำกล่าวในข้อที่ 35 นั้นผิด จากการค้นพบเรื่องใด

ก. ไอโซเมอร์ ข. ไอโซบาร์

ค. ไอโซเทอร์ม ง. ไอโซโทป

37. ที่ว่า "อะตอม" แปลว่า แบ่งแยกไม่ได้" ท่านคิดว่าอย่างไร

ก. เป็นคำกล่าวที่ถูกต้อง ข. เป็นคำกล่าวที่ผิด

ค. ยังไม่แน่นอนเพราะยังไม่มีการค้นพบ ง. เป็นคำกล่าวที่ถูกต้องถ้าเป็นโมเลกุล

<u>ข้อมูล</u> "จากทฤษฎีอะตอมของดาลตัน ถ้าสาร A + สาร B ----> สาร C + สาร D จงตอบคำถามข้อ 38 – 39

38. เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดแล้ว ผลจะเป็นอย่างไร

ก. จำนวนอะตอมของสาร A + B เท่ากับจำนวนอะตอมของสาร C + D

ข. มวลของสาร A + B เท่ากับมวลของสาร C + D

ค. จำนวนอะตอมของสาร A เท่ากับจำนวนอะตอมของสาร C

ง. มวลของสาร A + C เท่ากับมวลของสาร B + D

39. ปฏิกิริยาข้างบนเป็นไปตามกฎข้อใด

ก. กฎทรงมวล ข. กฎการเกิดสารประกอบ

ข. กฎสัดส่วนคงที่ ง. กฎสัดส่วนพหุคูณ

ข้อมูล "สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วยคาร์บอนหนัก 18 หน่วย ออกซิเจน 24 หน่วย" จงตอบคำถามข้อ 40 – 42

40. สารประกอบนี้มีสูตรอย่างไร

ก. CO ข. CO_2

ค. C_3O_4 ง. C_2O_4

41. ถ้าสารประกอบนี้มีคาร์บอนเพิ่มอีก 6 หน่วยน้ำหนัก ออกซิเจนจะเพิ่มอีกกี่หน่วย

ก. 4 ข. 6

ค. 8 ง. 12

42. การรวมตัวของสารประกอบนี้เป็นไปตามกฎข้อใด

ก. กฎทรงมวล ข. กฎสัดส่วนคงที่

ค. กฎสัดส่วนย้อนกลับ ง. กฎสัดส่วนพหุคูณ

43. กาซ A 20 cm^3 ทำปฏิกิริยาพอดีกับกาซ B 30 cm^3 ได้กาซชนิดหนึ่งเกิดขึ้น ซึ่งมีสูตรเคมีเป็น A_2B_3 จงหาว่ามีกาซ A_2B_3 เกิดขึ้นกี่ cm^3

ก. 5 ข. 10

ค. 20 ง. 30

44. จงหามวลโมเลกุลของสารประกอบ $A(BC_2)_3$, (A = 27 , B = 14 , C = 16)

ก. 57 ข. 73

ค. 101 ง. 165

45. โมเลกุลของสารประกอบชนิดใดมีจำนวนอะตอม O อยู่มากที่สุด

ก. $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ข. $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$

ค. $Fe_2(SO_4)_3$ ง. $C_{12}H_{22}O_{11}H_2O$

46. สาร X ทำปฏิกิริยากับสาร Y และเกิด XY ขึ้น โดยอัตราส่วน X : Y = 2 : 5 โดยน้ำหนัก ถ้ามีสาร X และสาร Y อย่างละ 25 กรัม ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. สาร X และสาร Y จะทำปฏิกิริยากันหมดพอดี เกิด XY 50 กรัม

ข. สาร X หมด แต่เหลือสาร Y 15 กรัม เกิด XY 25 กรัม

ค. ใช้สาร X 15 กรัม แต่สาร Y หมด เกิด XY 40 กรัม

ง. เหลือสาร X 15 กรัม และเกิด XY 35 กรัม

47. เผาทองแดง 12.7 กรัม กับออกซิเจนจำนวนหนึ่ง ปรากฏว่าเกิดออกไซด์ของทองแดง 15.9 กรัม และมีออกซิเจนเหลืออยู่ 5 กรัม อยากทราบว่าเริ่มต้นใช้ออกซิเจนกี่กรัม

ก. 3.2 ข. 3.7

ค. 23.6 ง. 28.6

48. จากข้อ 47 ทองแดงรวมตัวกับออกซิเจนด้วยอัตราส่วนโดยมวล เท่าไร

ก. 1 : 2 ข. 2 : 1

ค. 3 : 1 ง. 4 : 1

49. ข้อความต่อไปนี้ ข้อความใด<u>ไม่ถูกต้อง</u>

ก. ปริมาตรรวมของกาซก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับปริมาตรรวมของกาซหลังเกิดปฏิกิริยา

ข. กาซที่มีจำนวนโมเลกุลเท่ากันจะมีปริมาตรเท่ากัน เมื่อวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน

ค. อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของกาซที่รวมกันเกิดปฏิกิริยาพอดี จะเป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อย ๆ

ง. อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบชนิดหนึ่ง ๆ จะมีค่าคงที่เสมอ

50. ถ้ามวลโมเลกุลของกาซไนโตรเจนเป็น X มวลอะตอมของไนโตรเจนมีค่าเท่าไร

ก. $\frac{X}{2}$ ข. X

ค. 2X ง. 3X

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4)

บทคัดย่อ

ของ

มงคล บุญประเสริฐ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
เมษายน 2525

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างบทเรียนโมดูล เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ และเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองวิธีสอนทั้ง 2 วิธี ดังกล่าวกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) โรงเรียนยานนาเวศวิทยาคม กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 44 และ 45 คน ตามลำดับ ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมดูลและนักเรียนที่เรียนจากการสอนปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

A COMPARATIVE STUDY OF THE LEARNING ACHIEVEMENT ON "STOICHIOMETRY" BY MODULE INSTRUCTION AND CONVENTIONAL TEACHING IN MATHAYOMSUKSA 4 (M.4)

AN ABSTRACT

BY

MONGKOL BOONPRASERT

Presented in partial fulfillment of the requirements

for the Master of Education degree

at Srinakharinwirot University

April 1982

The purposes of this study were to construct a Module Instruction and to compare the achievement in learning stoichiometry by using the Module Instruction and by Conventional Teaching. The study sample composed of two groups of M.4 students, each consisted of 44 and 45 students from Yanaweswittayakom school in Bangkok. There was no significant difference in the learning achievement of the two groups at .05 level.