บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบทดสอบสำหรับวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 ฉบับ ซึ่งเป็นแบบทดสอบเลือกตอบโดยแบบทดสอบฉบับที่ 1 ใช้วัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในบทเรียนเรื่อง สสารและการเปลี่ยนแปลง ปริมาณสารสัมพันธ์ 1 และปริมาณสารสัมพันธ์ 2 แบบทดสอบฉบับนี้ใช้ตัวอย่างประชากรทั้งสิ้น 375 คน แต่ตัวอย่างประชากรที่ตอบแบบสอบถามอย่างสมบูรณ์มีจำนวน 367 คน คิดเป็นร้อยละ 97.86 ส่วนแบบทดสอบฉบับที่ 2 ใช้วัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในบทเรียนเรื่อง สมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ และโครงสร้างอะตอม โดยใช้ตัวอย่างประชากรทั้งสิ้น 349 คน แต่ตัวอย่างประชากรที่ตอบแบบทดสอบอย่างสมบูรณ์มีจำนวน 341 คนคิดเป็นร้อยละ 97.71 ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นจะกำหนดว่ามโนทัศน์ใดที่มีตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไปเข้าใจคลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตัวอย่างประชากร โดยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 4 ตอนดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษา จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มีตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไปเลือกตอบมโนทัศน์นั้น โดยจำแนกตามบทเรียนและหัวข้อ แสดงไว้ในตารางที่ 5-10

2. ผลการวิเคราะห์จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษาและจำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มีตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไปเลือกตอบมโนทัศน์นั้น โดยจำแนกตามบทเรียนและหัวข้อแสดงไว้ในตารางที่ 11

3. ผลการวิเคราะห์ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตัวอย่างประชากร จำแนกตามบทเรียนและหัวข้อ แสดงไว้ในตารางที่ 12

4. ผลการวิเคราะห์ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรียงตามลำดับค่าร้อยละของตัวอย่างประชากรที่เลือกตอบมโนทัศน์จากมากไปน้อย แสดงไว้ในตารางที่ 13

ตารางที่ 5 จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษา จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและค่าร้อยละของตัวอย่างประชากร จำแนกตามการตอบข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ในบทเรียนเรื่องสสารและการเปลี่ยนแปลง

	หัวข้อ	จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษา	จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ร้อยละของตัวอย่างประชากรที่เลือกตอบเสนอ(ตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไป)
1.	การตรวจสอบสารละลายและสารบริสุทธิ์.	2	3	1.1 ของเหลวเนื้อเดียวที่ระเหยแห้งแล้วไม่มีตะกอนเหลืออยู่แสดงว่าของเหลวนั้นประกอบด้วยของเหลวผสมอยู่ด้วยเท่านั้น	23.98
				1.2 ของเหลวเนื้อเดียวที่ระเหยแห้งแล้วไม่มีตะกอนเหลืออยู่แสดงว่าเป็นของเหลวบริสุทธิ์	16.08
				1.3 ของเหลวที่มีอุณหภูมิขณะเดือดไม่คงที่อาจเป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์ที่มีสมบัติเหมือนสารละลาย	9.27
2.	การกลั่น	1	3	2.1 การกลั่นแบบธรรมดาใช้แยกของเหลวออกจากสารละลายที่มีของเหลวละลายอยู่กับของเหลว	14.17
				2.2 การกลั่นแบบธรรมดาใช้แยกตัวทำละลายของเหลวออกจากตัวถูกละลายที่อยู่ในสถานะใดก็ได้	9.54
				2.3 การกลั่นแบบธรรมดาใช้แยกของเหลวกับของเหลวที่ไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน เช่นน้ำกับน้ำมัน	6.54
3.	การกลั่นลำดับส่วน	1	2	3.1 การกลั่นลำดับส่วนสามารถใช้แยกสารละลายที่ประกอบด้วยของเหลวที่มีจุดเดือดต่างกันน้อยให้ออกจากกันอย่างบริสุทธิ์	38.15
				3.2 ของเหลวตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปผสมกันเป็นเนื้อเดียวจะต้องใช้วิธีการกลั่นลำดับส่วนเท่านั้นจึงจะแยกของเหลวออกจากกันให้บริสุทธิ์	6.27
4.	การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ	1	2	4.1 การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำสามารถสกัดน้ำมันหอมระเหยออกจากพืชได้เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยและไอน้ำมีความสามารถในการระเหยต่างกัน	5.99
				4.2 การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำเป็นวิธีการที่ใช้ไอน้ำละลายน้ำมันหอมระเหยออกมาจากพืช	5.72
5.	โครมาโตกราฟี	2	5	5.1 การสกัดสีออกจากดอกไม้ใช้วิธีโครมาโตกราฟี	17.17
				5.2 ค่า R_f ของสารขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลายเท่านั้น	16.35
				5.3 ในการแยกสารโดยวิธีโครมาโตกราฟีระยะทางที่สารเคลื่อนที่จะเท่ากับศูนย์ไม่ได้ เพราะจะทำให้หาค่า R_f ไม่ได้	12.53

ตารางที่ 5 (ต่อ)

หัวข้อ	จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษา	จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ร้อยละของตัวอย่างประชากรที่เลือกตอบ(ตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไป)
			5.4 ในการแยกสารโดยวิธีโครมาโตกราฟีเป็นไปไม่ได้ที่สารที่ต้องการแยกจะไม่เคลื่อนที่ออกจากจุดเริ่มต้น	11.99
			5.5 ค่า R_f ของสารชนิดเดียวกันจะมีค่าคงที่ ไม่ขึ้นอยู่กับชนิดตัวทำละลายและตัวดูดซับ	9.54
6. พลังงานกับการละลาย	2	6	6.1 ถ้าพลังงานที่อนุภาคตัวถูกละลายใช้ในการแยกออกจากกันมีค่าน้อยกว่าพลังงานที่คายออกเมื่ออนุภาคตัวถูกละลายรวมตัวกับน้ำทำให้อุณหภูมิของสารละลายลดต่ำลงจากอุณหภูมิของน้ำบริสุทธิ์	22.07
			6.2 พลังงานที่อนุภาคตัวถูกละลายคายออกเมื่อแยกออกจากกันมีค่ามากกว่าพลังงานที่อนุภาคดูดเข้าไป เมื่อรวมตัวกับน้ำจะมีผลให้อุณหภูมิของสารละลายต่ำกว่าอุณหภูมิของน้ำบริสุทธิ์	11.44
			6.3 เมื่ออุณหภูมิของสารละลายสูงขึ้นทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากสิ่งแวดล้อมสู่สารละลาย เรียกว่าการละลายแบบคายความร้อน	7.90
			6.4 เมื่อทราบอุณหภูมิของสารละลายและอุณหภูมิของน้ำ จะไม่สามารถสรุปได้ว่าการละลายนั้นมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานประเภทใดเนื่องจากไม่ทราบอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม	6.54
			6.5 ถ้าทราบพลังงานของกลไกการละลายแต่ละขั้นจะไม่สามารถสรุปได้ว่าอุณหภูมิของสารละลายจะสูงกว่าหรือต่ำกว่าอุณหภูมิของน้ำ	6.54
			6.6 เมื่ออุณหภูมิของสารละลายสูงกว่าน้ำ ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากสารละลายสู่น้ำ เรียกว่า การละลายแบบคายความร้อน	5.72
รวม	9	21		

จากตารางที่ 5 ปรากฏว่าจำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษาทั้งหมดมี 9 มโนทัศน์ จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งมีตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไปเลือกตอบมีทั้งหมด 21 ข้อความ หัวข้อที่มีจำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งมีตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไปเลือกตอบ เป็นจำนวนมากที่สุดเมื่อมีจำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษาเท่ากันคือ หัวข้อที่ 2 และ 6 เรื่องการกลั่น และพลังงานกับการละลาย ส่วนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งมีร้อยละของตัวอย่างประชากรเลือกตอบมากที่สุดคือ ข้อความที่ 3.1 ในหัวข้อที่ 3 เรื่องการกลั่นลำดับส่วนซึ่งมีตัวอย่างประชากรเลือกตอบถึงร้อยละ 38.15

ตารางที่ 6 จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษา จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและค่าร้อยละของตัวอย่างประชากร จำแนกตามการตอบข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ในบทเรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1

หัวข้อ	จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษา	จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ร้อยละของตัวอย่างประชากรที่เลือกตอบเสนอ(ตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไป)
1. ระบบปิดและระบบเปิด	1	-	-	-
2. การศึกษาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบ	1	-	-	-
3. มวลอะตอม	1	3	3.1 มวลอะตอมเป็นค่าตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบมวลของธาตุนั้นกับมวลของ 1/12 ของธาตุคาร์บอน-12 จำนวน 1 อะตอมเท่านั้น	37.87
			3.2 มวลอะตอมของธาตุมีค่าเท่ากับมวล 1 อะตอมของธาตุ	16.62
			3.3 มวลอะตอมเป็นค่าตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบมวลของธาตุ 1 อะตอมกับมวลของธาตุใด ๆ จำนวน 1 อะตอม	7.08
4. กฎของเกย์-ลูสแซก	1	1	4.1 ปริมาตรก๊าซทั้งหมดที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันในปฏิกิริยาจะเท่ากับปริมาตรก๊าซทั้งหมดที่ได้จากปฏิกิริยาที่ภาวะเดียวกัน	17.17
5. กฎของอโวกาโดร	1	1	5.1 สารใด ๆ ที่มีปริมาตรเท่ากันที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน	27.25
6. โมล	3	5	6.1 ก๊าซจำนวน 1 โมลมี 6.02×10^{23} อะตอม	44.14
			6.2 ของแข็ง เช่นหินปูนจำนวน 1 โมลมีปริมาตร 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ภาวะอุณหภูมิและความดันมาตรฐาน	41.42
			6.3 ก๊าซจำนวน 1 โมลมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ภาวะอุณหภูมิและความดันใดๆ	31.61
			6.4 ของเหลว เช่น น้ำ จำนวน 1 โมลจะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ภาวะอุณหภูมิและความดันมาตรฐาน	21.53
			6.5 โมเลกุลของสารจำนวน 1 โมลจะประกอบด้วย 6.02×10^{23} อะตอม	15.53
รวม	8	10		

จากตารางที่ 6 ปรากฏว่าจำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษาทั้งหมดมี 8 มโนทัศน์ จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งมีตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไป เลือกตอบมีทั้งหมด 10 ข้อความ หัวข้อที่มีจำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งมีตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไปเลือกตอบเป็นจำนวนมากที่สุดเมื่อมีจำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษาเท่ากันคือ หัวข้อที่ 3 เรื่องมวลอะตอม ส่วนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งมีร้อยละของตัวอย่างประชากรเลือกตอบมากที่สุดคือข้อความที่ 6.1 ในหัวข้อที่ 6 เรื่องโมลซึ่งมีตัวอย่างประชากรเลือกตอบถึงร้อยละ 44.14

ตารางที่ 7 จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษา จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและค่าร้อยละของตัวอย่างประชากร จำแนกตามการตอบข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ในบทเรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 2

หัวข้อ	จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษา	จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ร้อยละของตัวอย่างประชากรที่เลือกตอบเสนอ (ตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไป)
1. สูตรเคมี	2	3	1.1 ตัวเลขที่เขียนกำกับสัญลักษณ์ธาตุแต่ละชนิดในสูตรโมเลกุลจะมีค่าเท่ากับอัตราส่วนโดยมวลและอัตราส่วนโดยปริมาตรของก๊าซที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน	15.53
			1.2 ตัวเลขที่เขียนกำกับสัญลักษณ์ธาตุจะมีค่าเท่ากับอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบ	11.99
			1.3 สูตรอย่างง่ายเป็นกลุ่มของสัญลักษณ์ที่บอกให้ทราบว่าสารนั้น 1 โมเลกุลประกอบด้วยธาตุอะไรบ้างอย่างละกี่อะตอม	5.99
2. การเตรียมสารละลาย	1	2	2.1 เมื่อนำสารละลายเข้มข้นมาเติมน้ำเพื่อเตรียมสารละลายที่เจือจางลง จะได้ว่าจำนวนโมลตัวถูกละลายหลังเติมน้ำจะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาตรของสารละลายที่ได้หลังเติมน้ำ	22.34
			2.2 เมื่อนำสารละลายเข้มข้นมาเติมน้ำเพื่อเตรียมสารละลายที่เจือจางลง จะได้ว่าจำนวนโมลของตัวถูกละลายหลังเติมน้ำจะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณน้ำที่เติม	21.53
3. สมการเคมี	3	3	3.1 ตัวเลขที่ใช้ในการดุลสมการเคมีจะเท่ากับอัตราส่วนโดยปริมาตรของสารในทุกสถานะ เมื่อสารนั้นอยู่ในภาวะอุณหภูมิและความดันเดียวกัน	16.89
			3.2 ตัวเลขที่ใช้ในการดุลสมการเคมีจะเป็นเลขจำนวนเต็มและมีค่าเท่ากับอัตราส่วนจำนวนอะตอมของธาตุที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน	14.44
			3.3 ตัวเลขที่ใช้ในการดุลสมการเคมีจะบอกอัตราส่วนโดยจำนวนโมลของสารที่เข้าทำปฏิกิริยาพอดีกันและจำนวนโมลของสารที่เกิดขึ้น แต่ไม่ได้บอกความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซและมวล	13.35
รวม	6	8		

จากตารางที่ 7 ปรากฏว่าจำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษาทั้งหมดมี 6 มโนทัศน์ จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งมีตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไปเลือกตอบมีทั้งหมด 8 ข้อความ หัวข้อที่มีจำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งมีตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไปเลือกตอบเป็นจำนวนมากที่สุดเมื่อมีจำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษาเท่ากันคือหัวข้อที่ 2 เรื่องการเตรียมสารละลาย ส่วนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งมีร้อยละของตัวอย่างประชากรเลือกตอบมากที่สุดคือ ข้อความที่ 2.1 ในหัวข้อเรื่องการเตรียมสารละลาย ซึ่งมีตัวอย่างประชากรเลือกตอบถึงร้อยละ 22.34

ตารางที่ 8 จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษา จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและค่าร้อยละของตัวอย่างประชากร จำแนกตามการตอบข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ในบทเรียนเรื่องสมบัติของสาร

หัวข้อ	จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษา	จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ร้อยละของตัวอย่างประชากรที่เลือกตอบเสนอ(ตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไป)
1. ทฤษฎีจลน์ของก๊าซ	8	10	1.1 ก๊าซต่างชนิดกันจะมีมวลโมเลกุลต่างกันทำให้ก๊าซมีพลังงานจลน์เฉลี่ยต่างกันที่ภาวะเดียวกัน	29.43
			1.2 ก๊าซแต่ละชนิดจะมีอัตราเร็วเฉลี่ยต่างกันมีผลให้ก๊าซมีพลังงานจลน์เฉลี่ยต่างกันที่ภาวะการทดลองเดียวกัน	15.92
			1.3 ก๊าซฮีเลียมเป็นก๊าซจริงที่ประพฤติตนใกล้เคียงก๊าซสมบูรณ์มากที่สุด เนื่องจากเป็นก๊าซที่ไม่ทำปฏิกิริยาเหมือกับสารอื่น	28.83
			1.4 ไม่มีก๊าซจริงชนิดใดที่ประพฤติตนใกล้เคียงก๊าซสมบูรณ์มากที่สุด	18.02
			1.5 ก๊าซไฮโดรเจนเป็นก๊าซจริงที่ประพฤติตนใกล้เคียงก๊าซสมบูรณ์มากที่สุด เนื่องจากมีมวลโมเลกุลน้อยที่สุด	9.61
			1.6 การเพิ่มปริมาตรของก๊าซเมื่ออุณหภูมิและมวลของก๊าซคงที่ จะมีผลให้ความแรงในการชนผนังภาชนะของโมเลกุลก๊าซลดลง	32.13
			1.7 เมื่ออุณหภูมิคงที่ การเพิ่มปริมาตรก๊าซจะมีผลให้อัตราการชนผนังภาชนะของโมเลกุลก๊าซเพิ่มขึ้น	13.81
			1.8 เมื่ออุณหภูมิและมวลคงที่ การเพิ่มปริมาตรก๊าซจะมีผลให้อัตราการชนและความแรงในการชนผนังภาชนะของโมเลกุลก๊าซเพิ่มขึ้น	11.41
			1.9 ก๊าซที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะมีปริมาตรมากกว่าก๊าซที่มีอุณหภูมิต่ำ เมื่อมวลและความดันของก๊าซคงที่ เพราะโมเลกุลก๊าซใช้ความแรงและความถี่ในการชนผนังภาชนะมากกว่า	29.73
			1.10 ก๊าซที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะมีปริมาตรมากกว่าก๊าซที่มีอุณหภูมิต่ำ เมื่อมวลและความดันของก๊าซคงที่ เพราะโมเลกุลก๊าซเคลื่อนที่ชนผนังภาชนะโดยใช้ความแรงเท่ากัน แต่โมเลกุลก๊าซที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะใช้ความถี่ในการชนผนังภาชนะมากกว่า	16.82
2. สมบัติของของเหลว	1	3	2.1 พื้นที่ผิวหน้าของของเหลวมีผลต่อความดันไอของของเหลวเมื่ออุณหภูมิคงที่	36.04

ตารางที่ 8 (ต่อ)

หัวข้อ	จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษา	จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ร้อยละของตัวอย่างประชากรที่เลือกตอบเสนอ(ตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไป)
			2.2 ของเหลวมีจุดเดือดสูงจะมีความดันไอสูงกว่าของเหลวที่มีจุดเดือดต่ำที่ภาวะเดียวกัน เพราะของเหลวที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมากจะกลายเป็นไอได้มาก	16.82
			2.3 ปริมาณของของเหลวมีผลต่อความดันไอของของเหลวเมื่ออุณหภูมิคงที่	9.91
3. สมบัติเกี่ยวกับจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย	4	6	3.1 สารละลายทุกชนิดจะมีจุดเดือดสูงกว่าจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์	9.61
			3.2 สารละลายที่มีตัวถูกละลายระเหยยากจะมีจุดเดือดสูงกว่าจุดเดือดของตัวถูกละลาย	9.61
			3.3 สารละลายที่มีตัวถูกละลายชนิดเดียวกันในตัวทำละลายต่างชนิดกัน เมื่อมีความเข้มข้นในหน่วย โมล/กิโลกรัม เท่ากันจะมีจุดเดือดเท่ากัน	13.81
			3.4 จุดเดือดของสารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกันจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของสารละลายในหน่วย โมล/กิโลกรัม	12.91
			3.5 สารละลายในตัวทำละลายชนิดเดียวกัน เมื่อมีความเข้มข้นในหน่วยใด ๆ เท่ากันจะมีจุดเยือกแข็งเท่ากัน	30.33
			3.6 สารละลายในตัวทำละลายชนิดเดียวกัน เมื่อมีตัวถูกละลายยิ่งมาก สารละลายยิ่งมีจุดเยือกแข็งสูง	10.21
4. ความสัมพันธ์ระหว่างค่า K_b กับ K_f มวลโมเลกุล	1	2	4.1 ค่า K_b ของตัวทำละลายจะเท่ากับจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์	9.91
			4.2 ค่า K_b เป็นจุดเดือดที่เพิ่มขึ้นของสารละลายเมื่อสารละลายมีความเข้มข้นในหน่วยต่าง ๆ 1 หน่วย	9.01
5. คอลลอยด์	2	3	5.1 อนุภาคของคอลลอยด์สามารถลอดผ่านกระดาษกรองและกระดาษเซลโลเฟน	21.92
			5.2 คอลลอยด์เกิดปรากฏการณ์ทินดอลล์เพราะประกอบด้วยอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ทำให้แสงตกกระทบบนอนุภาคได้ง่ายจึงเกิดการกระเจิงและการหักเหแสงได้ดี	14.71
			5.3 คอลลอยด์เกิดปรากฏการณ์ทินดอลล์เพราะประกอบด้วยอนุภาคที่มีขนาดเล็กจึงทำให้เกิดการกระเจิงแสงได้ดี	11.11
รวม	16	24		

จากตารางที่ 8 ปรากฏว่าจำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษาทั้งหมดมี 16 มโนทัศน์ จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งมีตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไป เลือกตอบมีทั้งหมด 24 ข้อความ หัวข้อที่มีจำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งมีตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไปเลือกตอบเป็นจำนวนมากที่สุดเมื่อมีจำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษาเท่ากัน คือ หัวข้อที่ 2 เรื่องสมบัติของของเหลว ส่วนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งมีตัวอย่างประชากรเลือกตอบมากที่สุดคือข้อความที่ 2.1 ในหัวข้อที่ 2 เรื่องสมบัติของของเหลว ซึ่งมีตัวอย่างประชากรเลือกตอบถึงร้อยละ 36.04

ตารางที่ 9 จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษา จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและค่าร้อยละของตัวอย่างประชากร จำแนกตามการตอบข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ในบทเรียนเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ

หัวข้อ	จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษา	จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน		ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ร้อยละของตัวอย่างประชากรที่เลือกตอบเสนอ (ตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไป
1. สมบัติของธาตุ	1	2	1.1	โลหะเป็นธาตุที่มีแต่ความถ่วงจำเพาะสูง	40.24
			1.2	โลหะเป็นธาตุที่มีแต่ความถ่วงจำเพาะสูงและสารประกอบออกไซด์ของโลหะไม่ละลายน้ำ	15.92
2. การจัดเรียงอนุภาคของสาร	1	2	2.1	เมื่อเผากำมะถัน กำมะถันจะหลอมเหลวมีความหนืดมากขึ้นเรื่อยๆ จนเกือบกลายเป็นไอ	15.92
			2.2	ในการเผากำมะถัน แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของกำมะถันถูกทำลายให้วงโมเลกุลแยกจากกันแล้วหลุดลอยกลายเป็นไอ	7.5
3. สารประกอบคลอไรด์	2	3	3.1	สารประกอบคลอไรด์ของอโลหะทุกชนิดมีจุดหลอมเหลวต่ำ	26.13
			3.2	สารประกอบธาตุคู่ที่มีสัญลักษณ์ของธาตุคลอรีนเป็นสัญลักษณ์ตัวแรกของสูตรเคมีจะไม่ใช่สารประกอบคลอไรด์	18.02
			3.3	สารประกอบที่มีธาตุคลอรีนเป็นองค์ประกอบจัดเป็นสารประกอบคลอไรด์ทั้งสิ้น	10.21
4. สารประกอบออกไซด์	1	2	4.1	สารประกอบที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบเป็นสารประกอบออกไซด์ทั้งสิ้น	18.32
			4.2	สารประกอบออกไซด์เป็นสารประกอบที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ โดยมีสัญลักษณ์ของธาตุออกซิเจนลงท้ายสูตรเคมีเสมอ	9.61
รวม	5	9			

จากตารางที่ 9 ปรากฏว่าจำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษาทั้งหมดมี 5 มโนทัศน์จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งมีตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไปเลือกตอบมีทั้งหมด 9 ข้อความ หัวข้อที่มีข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไปเลือกตอบเป็นจำนวนมากที่สุดเมื่อมีจำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษาเท่ากันคือ หัวข้อที่ 1 2 และ 4 เรื่องสมบัติของธาตุ การจัดเรียงอนุภาคของสารและสารประกอบออกไซด์ตามลำดับ ส่วนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งมีตัวอย่างประชากรเลือกตอบมากที่สุด คือ ข้อความที่ 1.1 ในหัวข้อที่ 1 เรื่องสมบัติของธาตุ ซึ่งมีตัวอย่างประชากรเลือกตอบถึงร้อยละ 40.24

ตารางที่ 10 จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษา จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและค่าร้อยละของตัวอย่างประชากร จำแนกตามการตอบข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ในบทเรียนเรื่องโครงสร้างอะตอม

หัวข้อ	จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษา	จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน		ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ร้อยละของตัวอย่างประชากรที่เลือกตอบเสนอ(ตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไป)
1. แบบจำลองอะตอมของทอมสัน	2	4	1.1	รังสีบวกมีอัตราส่วนประจุต่อมวลเปลี่ยนไปตามชนิดของโลหะที่ทำขั้วไฟฟ้าและชนิดของก๊าซ	15.32
			1.2	รังสีบวกประกอบด้วยอะตอมส่วนที่เหลือหลังจากอิเล็กตรอนหลุดไป (ไอออนบวก) ของก๊าซและของโลหะที่ทำขั้วไฟฟ้าในหลอดรังสีคาโทด	9.91
			1.3	รังสีบวกประกอบด้วยโปรตอนที่หลุดออกมาจากอะตอมของก๊าซและขั้วไฟฟ้าในหลอดรังสีคาโทด	9.91
			1.4	รังสีคาโทดมีอัตราส่วนประจุต่อมวลขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะที่ทำขั้ว และชนิดของก๊าซที่บรรจุในหลอดรังสีคาโทด เพราะรังสีคาโทดประกอบด้วยอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจากอะตอมของโลหะและอะตอมของก๊าซในหลอดรังสีคาโทดและอิเล็กตรอนนี้มีสมบัติต่างกัน	12.01
2. แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด	1	2	2.1	ในการยิงอนุภาคแอลฟาเป็นเส้นตรงผ่านแผ่นทองคำบาง ๆ จะทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟาเบี่ยงเบนไปจากแนวเส้นตรง เนื่องจากอนุภาคแอลฟาชนกับอิเล็กตรอนที่อยู่รอบนิวเคลียส ทำให้เกิดแรงปะทะระหว่างอนุภาคแอลฟากับอิเล็กตรอน	33.93
			2.2	ในการยิงอนุภาคแอลฟาเป็นเส้นตรงผ่านแผ่นทองคำบาง ๆ จะทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟาเบี่ยงเบนไปจากแนวเส้นตรง เนื่องจากอนุภาคแอลฟาดึงดูดกับอิเล็กตรอนที่อยู่รอบนิวเคลียส	6.91
3. เลขมวล เลขอะตอม และไอโซโทป	2	4	3.1	ถ้าลดจำนวนโปรตอนในอะตอมได้โดยที่จำนวนอนุภาคมูลฐานชนิดอื่นยังคงมีจำนวนเท่าเดิมจะทำให้อะตอมส่วนที่เหลือยังเป็นธาตุเดิม	31.23
			3.2	ถ้าลดจำนวนโปรตอนในอะตอมได้โดยที่จำนวนอนุภาคมูลฐานชนิดอื่นยังคงมีจำนวนเท่าเดิมจะทำให้อะตอมส่วนที่เหลือมีประจุบวกปรากฏ	15.32
			3.3	ไอโซโทปคืออะตอมและไอออนของธาตุที่มีเลขอะตอมเท่ากันแต่เลขมวลต่างกัน	18.02
			3.4	ไอโซโทปคืออะตอมของธาตุที่มีเลขอะตอมต่างกันแต่มีเลขมวลเท่ากัน	6.31

ตารางที่ 10 (ต่อ)

หัวข้อ	จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษา	จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน		ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ร้อยละของตัวอย่างประชากรที่เลือกตอบเสนอ(ตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไป)
4. เส้นสเปกตรัมของธาตุและการแปลความหมาย	1	3	4.1	ในการเผาสารประกอบ องค์ประกอบส่วนที่เป็นโลหะจะคายพลังงานแสงเป็นสีของเปลวไฟและเส้นสเปกตรัมที่เป็นแบบเฉพาะ แต่องค์ประกอบส่วนอโลหะจะไม่คายพลังงานแสง	18.32
			4.2	ในการเผาสารประกอบ องค์ประกอบในส่วนที่เป็นโลหะและอโลหะจะคายพลังงานแสงเป็นสีของเปลวไฟและเส้นสเปกตรัมที่เป็นแบบเฉพาะ	14.11
			4.3	ในการเผาสารประกอบ องค์ประกอบในส่วนที่เป็นโลหะจะคายพลังงานแสงในช่วงที่ตามองไม่เห็น ส่วนองค์ประกอบที่เป็นอโลหะจะคายพลังงานเป็นสีของเปลวไฟและเส้นสเปกตรัมที่เป็นแบบเฉพาะ	9.31
5. พลังงานไอออไนเซชัน	4	7	5.1	พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 เป็นปริมาณพลังงานที่น้อยที่สุดใช้ในการดึงอิเล็กตรอนตัวแรกจำนวน 1 โมลให้หลุดออกจากไอออนบวกหนึ่งในสถานะก๊าซ	10.81
			5.2	พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 เป็นปริมาณพลังงานที่น้อยที่สุดที่ใช้ในการดึงอิเล็กตรอนตัวแรกจำนวน 1 โมลให้หลุดออกอะตอมในสถานะใด ๆ	5.71
			5.3	พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 จะมีค่าสูงสุดในอะตอม เพราะเป็นพลังงานที่ใช้ในการดึงอิเล็กตรอนตัวที่อยู่ใกล้นิวเคลียสมากที่สุด	13.21
			5.4	พลังงานไอออไนเซชันลำดับสุดท้ายจะมีค่าสูงสุดในอะตอม เพราะเป็นพลังงานที่ใช้ในการดึงอิเล็กตรอนที่อยู่ห่างจากนิวเคลียสมากที่สุดซึ่งอิเล็กตรอนนี้จะมีระดับพลังงานสูงสุดจึงต้องใช้พลังงานมากในการดึงอิเล็กตรอน	9.61
			5.5	พลังงานไอออไนเซชันลำดับสุดท้ายจะมีค่าสูงสุดในอะตอม เพราะเป็นพลังงานที่ใช้ในการดึงอิเล็กตรอนที่อยู่ห่างจากนิวเคลียสมากที่สุด ซึ่งอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่เร็วกว่าอิเล็กตรอนตัวอื่นทำให้ต้องใช้พลังงานมากในการดึงอิเล็กตรอน	9.31
			5.6	ค่าพลังงานไอออไนเซชันนำมาแบ่งอิเล็กตรอนออกเป็นกลุ่มๆ ตามระดับพลังงานจำนวนกลุ่มของอิเล็กตรอนจะบอกเลขที่หมู่	10.51

ตารางที่ 10 (ต่อ)

หัวข้อ	จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษา	จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ร้อยละของตัวอย่างประชากรที่เลือกตอบเสนอ(ตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไป)
			5.7 ค่าพลังงานไอออไนเซชันนำมาแบ่งอิเล็กตรอนออกเป็นกลุ่ม ๆ จำนวนอิเล็กตรอนในกลุ่มที่มีพลังงานไอออไนเซชันโดยเฉลี่ยสูงสุดจะบอกเลขที่หมู่	6.91
6. แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	1	3	6.1 ตามแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนที่อยู่รอบนิวเคลียสไม่มีการแบ่งระดับพลังงาน	20.12
			6.2 ตามแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกในอะตอมประกอบด้วยชนิดอนุภาคมูลฐานต่างกัน	13.21
			6.3 ตามแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนมีการเคลื่อนที่เปลี่ยนระดับพลังงานตลอดเวลาโดยไม่มีการดูดหรือการคายพลังงาน	8.71
7. ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างอะตอมกับตารางธาตุ	2	4	7.1 ธาตุในหมู่เดียวกันเมื่อมีจำนวนระดับพลังงานเพิ่มขึ้น ค่าพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 จะเพิ่มขึ้น	19.52
			7.2 ธาตุในหมู่เดียวกัน เมื่อมีเลขอะตอมเพิ่มขึ้น ค่าพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 จะเพิ่มขึ้น	12.91
			7.3 เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น ค่าอิเล็กโตรเนกาวิตีจะลดลงตามคาบและเพิ่มขึ้นตามหมู่	24.02
			7.4 เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น ค่าอิเล็กโตรกาวิตีจะเพิ่มขึ้นตามคาบและตามหมู่	6.01
รวม	13	27		

จากตารางที่ 10 ปรากฏว่าจำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษาทั้งหมดมี 13 มโนทัศน์ จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งมีตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไปเลือกตอบมีทั้งหมด 27 ข้อความ หัวข้อที่มีจำนวนข้อความมโนทัศน์ซึ่งตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไปเลือกตอบเป็นจำนวนมากที่สุดเมื่อมีจำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษาเท่ากันคือหัวข้อที่ 4 และ 6 เรื่องเส้นสเปกตรัมและการแปลความหมายและเรื่องแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก ตามลำดับ ส่วนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งมีตัวอย่างประชากรเลือกตอบมากที่สุดคือข้อความที่ 2.1 ในหัวข้อที่ 2 เรื่องแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด ซึ่งมีตัวอย่างประชากรเลือกตอบถึงร้อยละ 33.93

ตารางที่ 11 จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษาทั้งหมดและจำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จำแนกตามบทเรียนและหัวข้อ

บทเรียน	หัวข้อ	จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษา	จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (ที่ตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไปเลือกตอบ)
1. สสารและการเปลี่ยนแปลง	1.1 การตรวจสอบสารละลายและสารบริสุทธิ์	2	-
	1.2 การกลั่น	1	-
	1.3 การกลั่นลำดับส่วน	1	1
	1.4 การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ	1	-
	1.5 โครมาโตกราฟี	2	-
	1.6 พลังงานกับการละลาย	2	-
2. ปริมาณสารสัมพันธ์ 1	2.1 ระบบปิดและระบบเปิด	1	-
	2.2 การศึกษาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบ	1	-
	2.3 มวลอะตอม	1	1
	2.4 กฎของเกย์ลูสแซก	1	-
	2.5 กฎของอโวกาโดร	1	1
	2.6 โมล	3	3
3. ปริมาณสารสัมพันธ์ 2	3.1 สูตรเคมี	2	-
	3.2 การเตรียมสารละลาย	1	-
	3.3 สมการเคมี	3	-

ตารางที่ 11 (ต่อ)

บทเรียน	หัวข้อ	จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษา	จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (ที่ตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไปเลือกตอบ)
4. สมบัติของสาร	4.1 ทฤษฎีจลน์ของก๊าซ	8	4
	4.2 สมบัติของของเหลว	1	1
	4.3 สมบัติเกี่ยวกับจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย	4	1
	4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า K_b และค่า K_f กับมวลโมเลกุล	1	-
	4.5 คอลลอยด์	2	-
5. ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ	5.1 สมบัติของธาตุ	1	1
	5.2 การจัดเรียงอนุภาคของสาร	1	-
	5.3 สารประกอบคลอไรด์	2	1
	5.4 สารประกอบออกไซด์	1	-
6. โครงสร้างอะตอม	6.1 แบบจำลองอะตอมของทอมสัน	2	-
	6.2 แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด	1	1
	6.3 เลขมวล เลขอะตอมและไอโซโทป	2	1

ตารางที่ 11 (ต่อ)

บทเรียน	หัวข้อ	จำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษา	จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (ที่ตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไปเลือกตอบ)
	6.4 เส้นสเปกตรัมของธาตุและการแปลความหมาย	1	-
	6.5 พลังงานไอออไนเซชัน	4	-
	6.6 แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	1	-
	6.7 ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างอะตอมกับตารางธาตุ	2	-
รวม		57	16

จากตารางที่ 11 ปรากฏว่าใน 6 บทเรียนมีจำนวนมโนทัศน์ที่ศึกษาทั้งหมด 57 มโนทัศน์และมีจำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งมีตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไปเลือกตอบเป็นจำนวนทั้งหมด 16 ข้อความ ซึ่งวิเคราะห์ผล โดยจำแนกตามบทเรียนและหัวข้อ ปรากฏผลเป็นดังนี้

1. จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตัวอย่างประชากรจำแนกตามบทเรียน ปรากฏผลดังนี้

1.1 บทเรียนที่มีจำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตัวอย่างประชากรจำนวนมากที่สุด ได้แก่ บทเรียนที่ 4 เรื่องสมบัติของสาร มีจำนวนทั้งหมด 6 ข้อความ

1.2 บทเรียนที่มีจำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตัวอย่างประชากรจำนวนมากเป็นอันดับสอง ได้แก่ บทเรียนที่ 2 เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 มีจำนวนทั้งหมด 5 ข้อความ

1.3 บทเรียนที่มีจำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตัวอย่างประชากรจำนวนมากเป็นอันดับสาม ได้แก่ บทเรียนที่ 5 และ 6 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ และเรื่องโครงสร้างอะตอมตามลำดับ มีบทเรียนละจำนวน 2 ข้อความ

1.4 บทเรียนที่มีจำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตัวอย่างประชากรจำนวนน้อยที่สุด ได้แก่ บทเรียนที่ 1 เรื่องสสารและการเปลี่ยนแปลง มีจำนวนทั้งหมด 1 ข้อความ

1.5 บทเรียนที่ไม่มีข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตัวอย่างประชากร ได้แก่ บทเรียนที่ 3 เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 2

2. จำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตัวอย่างประชากร จำแนกตามหัวข้อ ปรากฏผลดังนี้

2.1 หัวข้อที่มีจำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตัวอย่างประชากรจำนวนมากที่สุด ได้แก่ หัวข้อที่ 4.1 เรื่องทฤษฎีจลน์ของก๊าซมีจำนวนทั้งหมด 4 ข้อความ

2.2 หัวข้อที่มีจำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตัวอย่างประชากรจำนวนรองลงมา ได้แก่ หัวข้อที่ 2.6 เรื่องโมล มีจำนวน 3 ข้อความ

2.3 หัวข้อที่มีจำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตัวอย่างประชากรจำนวนน้อยที่สุดคือหัวข้อละ 1 ข้อความเท่ากัน ได้แก่หัวข้อที่ 1.3 2.3, 2.5 4.2, 4.3 5.1 5.3, 6.2 และหัวข้อ 6.3 ซึ่งอยู่ในหัวข้อเรื่องต่อไปนี้ตามลำดับคือ

(1) การกลั่นลำดับส่วน

(2) มวลอะตอม

(3) กฎของอโวกาโดร

(4) สมบัติของของเหลว

(5) สมบัติเกี่ยวกับจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย

(6) สมบัติของธาตุ

(7) สารประกอบคลอไรด์

(8) แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

(9) เลขมวล เลขอะตอมและไอโซโตป

2.4 หัวข้อที่ไม่มีข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตัวอย่างประชากร ได้แก่ หัวข้อเรื่องต่อไปนี้

(1) การตรวจสอบสารละลายและสารบริสุทธิ์

(2) การกลั่น

(3) การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

(4) โครมาโตกราฟี

(5) พลังงานกับการละลาย

(6) ระบบปิดและระบบเปิด

(7) การศึกษาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบ

(8) กฎของเกย์ลูสแซก

(9) สูตรเคมี

(10) การเตรียมสารละลาย

(11) สมการเคมี

(12) ความสัมพันธ์ระหว่างค่า K_b และค่า K_f กับมวลโมเลกุล

(13) คอลลอยด์

(14) การจัดเรียงอนุภาคของสาร

(15) สารประกอบออกไซด์

(16) แบบจำลองอะตอมของทอมสัน

(17) เส้นสเปกตรัมของธาตุและการแปลความหมาย

(18) พลังงานไอออไนเซชัน

(19) แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

(20) ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างอะตอมกับตารางธาตุ

ตารางที่ 12 ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มีตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไป เลือกตอบ จำแนกตามบทเรียนและหัวข้อ

บทเรียน	หัวข้อ	ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
1. สสารและการเปลี่ยนแปลง	1.1 การกลั่นลำดับส่วน	(1) การกลั่นลำดับส่วนสามารถใช้แยกสารละลายที่ประกอบด้วยของเหลวที่มีจุดเดือดต่างกันน้อยให้ออกจากกันอย่างบริสุทธิ์
2. ปริมาณสารสัมพันธ์ 1	2.1 มวลอะตอม	(1) มวลอะตอมเป็นค่าตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบมวลของธาตุนั้นกับมวลของ 1/12 ของธาตุคาร์บอน-12 จำนวน 1 อะตอมเท่านั้น
	2.2 กฎของอโวกาโดร	(1) สารใด ๆ ที่มีปริมาตรเท่ากันที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน
	2.3 โมล	(1) ก๊าซจำนวน 1 โมลมี 6.02×10^{23} อะตอม
		(2) ของแข็งเช่นหินฝุ่นจำนวน 1 โมลมีปริมาตร 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ภาวะอุณหภูมิและความดันมาตรฐาน
		(3) ก๊าซจำนวน 1 โมลมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ภาวะอุณหภูมิและความดันใด ๆ
3. ปริมาณสารสัมพันธ์ 2	-	-

ตารางที่ 12(ต่อ)

บทเรียน	หัวข้อ	ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
4. สมบัติของสาร	4.1 ทฤษฎีจลน์ของก๊าซ	(1) ก๊าซชนิดต่างกันจะมีมวลโมเลกุลต่างกัน ทำให้ก๊าซมีพลังงานจลน์เฉลี่ยต่างกันที่ภาวะเดียวกัน
		(2) ก๊าซฮีเลียมเป็นก๊าซจริงที่ประพฤติตนใกล้เคียงก๊าซสมบูรณ์มากที่สุด เนื่องจากเป็นก๊าซที่ไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับสารอื่น
		(3) การเพิ่มปริมาตรของก๊าซ เมื่ออุณหภูมิและมวลของก๊าซคงที่ จะมีผลให้ความแรงในการชนผนังภาชนะของโมเลกุลลดลง
		(4) ก๊าซที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะมีปริมาตรมากกว่าก๊าซที่มีอุณหภูมิต่ำ เมื่อมวลและความดันของก๊าซคงที่ เพราะมวลโมเลกุลก๊าซใช้ความแรงและความถี่ในการชนผนังภาชนะมากกว่า
	4.2 สมบัติของของเหลว	(1) พื้นที่ผิวหน้าของของเหลวมีผลต่อความดันไอของของเหลว เมื่ออุณหภูมิคงที่
	4.3 สมบัติเกี่ยวกับจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย	(1) สารละลายในตัวทำละลายชนิดเดียวกัน เมื่อมีความเข้มข้นในหน่วยใด ๆ เท่ากัน จะมีจุดเยือกแข็งเท่ากัน
5. ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ	5.1 สมบัติของธาตุ	(1) โลหะเป็นธาตุที่มีแต่ความถ่วงจำเพาะสูง
	5.2 สารประกอบคลอไรด์	(1) สารประกอบคลอไรด์ของอโลหะทุกชนิดมีจุดหลอมเหลวต่ำ

ตารางที่ 12 (ต่อ)

บทเรียน	หัวข้อ	ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
6. โครงสร้างอะตอม	6.1 แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด	(1) ในการยิงอนุภาคแอลฟาเป็นเส้นตรงผ่านแผ่นทองคำบาง ๆ จะทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟาเบี่ยงเบนไปจากแนวเส้นตรง เนื่องจากอนุภาคแอลฟาชนกับอิเล็กตรอนที่อยู่รอบนิวเคลียส ทำให้เกิดแรงปะทะระหว่างอนุภาคแอลฟากับอิเล็กตรอน
	6.2 เลขมวล เลขอะตอม และไอโซโทป	(1) ถ้าลดจำนวนโปรตอนในอะตอมได้โดยที่จำนวนอนุภาคมูลฐานชนิดอื่นยังคงมีจำนวนเท่าเดิม จะทำให้อะตอมส่วนที่เหลือยังเป็นธาตุเดิม

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13 ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มีตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไปเลือกตอบเรียงตามค่าร้อยละของตัวอย่างประชากรที่เลือกตอบ

	ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ค่าร้อยละของตัวอย่างประชากรที่เลือกตอบ
1.	ก๊าซจำนวน 1 โมลมี 6.02×10^{23} อะตอม	44.14
2.	ของแข็งเช่น หินปูน จำนวน 1 โมลมีปริมาตร 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ภาวะอุณหภูมิและความดันมาตรฐาน	41.42
3.	โลหะเป็นธาตุที่มีแต่ความถ่วงจำเพาะสูง	40.24
4.	การกลั่นลำดับส่วนสามารถใช้แยกสารละลายที่ประกอบด้วยของเหลวที่มีจุดเดือดต่างกันน้อยให้ออกจากกันอย่างบริสุทธิ์	38.15
5.	มวลอะตอมเป็นค่าตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบมวลของธาตุนั้นกับมวลของ 1/12 ของธาตุคาร์บอน -12 จำนวน 1 อะตอมเท่านั้น	37.87
6.	พื้นที่ผิวหน้าของของเหลวมีผลต่อความดันไอของของเหลวเมื่ออุณหภูมิคงที่	36.04
7.	ในการยิงอนุภาคแอลฟาเป็นเส้นตรงผ่านแผ่นทองคำบาง ๆ จะทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟาเบี่ยงเบนไปจากแนวเส้นตรง เนื่องจากอนุภาคแอลฟาชนกับอิเล็คตรอนที่อยู่รอบนิวเคลียส ทำให้เกิดแรงปะทะระหว่างอนุภาคแอลฟากับอิเล็กตรอน	33.93
8.	การเพิ่มปริมาตรของก๊าซเมื่ออุณหภูมิและมวลของก๊าซคงที่ จะมีผลให้ความแรงในการชนผนังภาชนะของโมเลกุลก๊าซลดลง	32.13
9.	ก๊าซจำนวน 1 โมลมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ภาวะอุณหภูมิและความดันใด ๆ	31.61
10.	ถ้าลดจำนวนโปรตอนในอะตอมได้โดยที่จำนวนอนุภาคมูลฐานชนิดอื่นยังคงมีจำนวนเท่าเดิม จะทำให้อะตอมส่วนที่เหลือยังเป็นธาตุเดิม	31.23

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ค่าร้อยละของตัวอย่างประชากรที่เลือกตอบ
11. สารละลายในตัวทำละลายชนิดเดียวกัน เมื่อมีความเข้มข้นในหน่วยใด ๆ เท่ากันจะมีจุดเยือกแข็งเท่ากัน	30.33
12. ก๊าซที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะมีปริมาตรมากกว่าก๊าซที่มีอุณหภูมิต่ำ เมื่อมวลและความดันของก๊าซคงที่ เพราะโมเลกุลก๊าซใช้ความแรงและความถี่ในการชนผนังภาชนะมากกว่า	29.73
13. ก๊าซต่างชนิดกันจะมีมวลโมเลกุลต่างกันทำให้ก๊าซมีพลังงานจลน์เฉลี่ยต่างกันที่ภาวะเดียวกัน	29.43
14. ก๊าซฮีเลียมเป็นก๊าซจริงที่ประพฤติตนใกล้เคียงก๊าซสมบูรณ์ เนื่องจากเป็นก๊าซที่ไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับสารอื่น	28.83
15. สารใด ๆ ที่มีปริมาตรเท่ากันที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน	27.25
16. สารประกอบคลอไรด์ของอโลหะทุกชนิดมีจุดหลอมเหลวต่ำ	26.13

จากตารางที่ 13 ปรากฏว่าข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มีตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไปเลือกตอบมีอยู่ถึง 16 ข้อความ และมีจำนวนผู้ตอบอยู่ระหว่างร้อยละ 26.13-44.14 ส่วนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มีจำนวนผู้ตอบมากที่สุดถึงร้อยละ 44.14 คือมโนทัศน์ในหัวข้อเรื่องโมล ซึ่งมีข้อความว่า ก๊าซจำนวน 1 โมลมี 6.02×10^{23} อะตอม