บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อความสะดวกในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปรความหมาย ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ดังนี้

SU = แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (Sound Understanding : SU)

PU = แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU)

PU/SM = แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misconception : PU/SM)

SM = แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Specific Misconception : SM)

NU = ไม่มีแนวคิด (No Understanding : NU)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำเสนอโดยจำแนกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ผลการตรวจแบบทดสอบส่วนแรกที่เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและจัดกลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นรายแนวคิดและรายข้อ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการตรวจแบบทดสอบส่วนแรกที่เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล การวัดแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษาเกิ้งลาดพัฒนา ปีการศึกษา 2552 จำนวน 94 คน ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจแบบทดสอบส่วนแรกที่เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 6 คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบส่วนแรกที่เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ

คะแนนที่ได้ (เต็ม 20 คะแนน)	ร้อยละ	จำนวนนักเรียนที่ได้ (คน)	ร้อยละ
5	25	2	2.13
6	30	3	3.19
7	35	3	3.19
8	40	2	2.13
9	45	4	4.26
10	50	4	4.26
11	55	4	4.26
12	60	6	6.38
13	65	13	13.83
14	70	13	13.83
15	75	16	17.02
16	80	15	15.96
17	85	4	4.26
18	90	3	3.19
19	95	2	2.13

จากตารางที่ 6 คำนวณค่าทางสถิติต่างๆ ปรากฏผล ดังนี้ คะแนนต่ำสุด คือ 5 คะแนนคะแนนสูงสุด คือ 19 คะแนน ฐานนิยมของคะแนนที่ได้ คือ 15 คะแนน ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้ คือ 13 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้ คือ 3.21

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและจัดกลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นรายแนวคิดและรายข้อ

เมื่อตรวจคำตอบส่วนที่สองของแบบทดสอบวัดแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และนำคำตอบที่ได้จากการสัมภาษณ์มาทำการวิเคราะห์ ตรวจสอบตามเกณฑ์การจัดกลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่ม แล้วหาความเชื่อมั่นของข้อมูลที่ได้ โดยผู้วิจัยสร้างแบบประเมินความเห็นพ้องการจัดกลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ลงความเห็นต่อการตีความหมายและให้ข้อเสนอแนะ หลังจากได้รับการลงความเห็นแล้ว ผู้วิจัยหาค่าความสอดคล้องระหว่างผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญได้ค่าเชื่อมั่นของข้อมูลเฉลี่ยร้อยละ 99.36 (ดูรายละเอียดภาคผนวก ข) แล้วหาค่าความถี่และร้อยละของแต่ละแนวคิด ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 7 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษาเกิ้งลาดพัฒนา ปีการศึกษา 2552 (จำนวน 94 คน)

แนวคิด (Concepts)	กลุ่มของแนวคิด (ร้อยละ)				
	SU	PU	PU/SM	SM	NU
1. การดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต					
1.1 การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์พืช	9.04	18.62	23.94	42.02	6.38
1.2 การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์สัตว์	1.06	30.32	24.47	39.89	4.26
1.3 การจำแนกสัตว์	0	40.43	4.26	51.06	4.26
1.4 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	12.77	21.28	0	60.64	5.32
2. วัสดุและสมบัติของวัสดุ					
2.1 การจำแนกสาร	12.23	34.57	1.06	50.00	2.13
2.2 สารละลาย	12.77	21.28	42.55	23.40	0
3. แรงและความดัน					

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แนวคิด (Concepts)	กลุ่มของแนวคิด (ร้อยละ)				
	SU	PU	PU/SM	SM	NU
3.1 ความดันของของเหลว	27.13	14.89	5.85	43.09	9.04
3.2 แรงลอยตัว	13.83	6.38	19.15	59.57	1.06
4. เสียงกับการได้ยิน					
4.1 การเคลื่อนที่ของเสียง	2.66	19.68	5.85	59.57	12.23
4.2 คุณภาพของเสียง	7.98	55.85	6.38	29.26	0.53
5. น้ำ ฟ้า และดวงดาว					
5.1 การเกิดเมฆ หมอก	6.38	24.47	5.32	45.74	18.09
5.2 หยาดน้ำฟ้า	2.13	18.09	9.57	63.83	6.38
5.3 ปรากฏการณ์ขึ้นตกของดวงดาว	5.85	6.38	23.40	61.70	2.66

จากตารางที่ 7 ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นรายข้อในแต่ละแนวคิด ดังนี้

1. การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์พืช

มีข้อสอบ 2 ข้อ ได้แก่ ส่วนของพืชดอกที่ใช้ในการสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์พืช ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และจำแนกประเภทของแนวคิดได้ผลดังตารางที่ 8

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 8 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่อง การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์พืช (จำนวน 94 คน)

ข้อที่	กลุ่มของแนวคิด/จำนวน (ร้อยละ)				
	SU	PU	PU/SM	SM	NU
1	- (0)	25 (26.60)	40 (42.55)	23 (24.47)	6 (6.38)
2	17 (18.09)	10 (10.64)	5 (5.32)	56 (59.57)	6 (6.38)
สรุปรวม	17 (9.04)	35 (18.62)	45 (23.94)	79 (42.02)	12 (6.38)

จากตารางที่ 8 ที่ผู้วิจัยวัดแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องการสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์พืช ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิจัยเป็นรายข้อ ดังนี้

คำถามข้อที่ 1 เป็นคำถามเกี่ยวกับส่วนของพืชดอกที่ใช้ในการสืบพันธุ์ และกระบวนการในการสืบพันธุ์ของพืชดอก

ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (SU) คิดเป็นร้อยละ 0 นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 26.60 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 42.55 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SM) ร้อยละ 24.47 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 6.38 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

นักเรียนสามารถบอกส่วนของพืชดอกที่ใช้ในการสืบพันธุ์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ทราบว่าในแต่ละส่วนประกอบด้วยอะไรบ้าง เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียคืออะไร และส่วนใหญ่ไม่สามารถอธิบายกระบวนการในการสืบพันธุ์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ ดังคำตอบของนักเรียนต่อไปนี้

"หมายเลข 1 กับหมายเลข 4 ไม่ทราบชื่อ แต่รู้ว่ามันทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์"

"หมายเลข 1 เป็นเกสรตัวผู้ หมายเลข 4 เป็นเกสรตัวเมีย ซึ่งข้างล่างของเกสรตัวเมียจะมีรังไข่อยู่ มันทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ของพืชดอก"

"หมายเลข 1 เป็นเกสรตัวผู้ หมายเลข 4 เป็นเกสรตัวเมีย มันทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ของพืชดอก ดอกนี้มีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน"

"หมายเลข 1 คือ เกสรตัวผู้ มีละอองเรณู หมายเลข 4 คือ เกสรตัวเมีย มันทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ของพืชดอกโดยผสมกัน"

"หมายเลข 1 คือ เกสรตัวผู้ หมายเลข 4 คือ เกสรตัวเมีย มันทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ของพืชดอก แต่ไม่ทราบว่าเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้กับเพศเมียคืออะไร"

"หมายเลข 1 เป็นเกสรตัวผู้ หมายเลข 4 เป็นเกสรตัวเมีย เกสรตัวเมียจะมีรังไข่ข้างใต้ ตรงนั้นจะเป็นที่ผสมกันระหว่างเกสรตัวผู้กับเกสรตัวเมีย"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

นักเรียนสามารถบอกส่วนของพืชที่ใช้ในการสืบพันธุ์ได้ถูกต้องบางส่วนเท่านั้น มีบางส่วนผิด และบอกเซลล์สืบพันธุ์ของเพศผู้ เพศเมียไม่ถูกต้องบางส่วน ดังคำตอบต่อไปนี้

"หมายเลข 1 คือ เกสรดอกไม้ หมายเลข 4 คือ รังไข่ เกสรดอกไม้จากหมายเลข 1

มาผสมกับหมายเลข 4 มันทำหน้าที่ในการผสมพันธุ์กัน"

"หมายเลข 1 เป็นเกสรตัวผู้ มีเซลล์สืบพันธุ์คือ อับละอองเรณู หมายเลข 4 เป็นเกสรตัวเมีย ซึ่งข้างในมันมีรังไข่เป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย มันทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ของพืชดอก"

"เกสรตัวผู้กับเกสรตัวเมียทำให้ดอกไม้สมบูรณ์เพศ หมายเลข 1 เป็นเกสรตัวผู้ มีเซลล์สืบพันธุ์คือ อับละอองเรณู หมายเลข 4 เป็นรังไข่"

"หมายเลข 1 เป็นเกสรตัวผู้ หมายเลข 4 เป็นเกสรตัวเมีย ข้างล่างของเกสรตัวเมียเป็นรังไข่ เกสรตัวผู้มีละอองเรณูเป็นเซลล์สืบพันธุ์ มันจะเข้าไปในรังไข่ แล้วผสมกันกับออวุลซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย เกิดการปฏิสนธิขึ้น เกิดเป็นผลขึ้นมาได้"

"หมายเลข 1 เป็นเกสรตัวผู้ หมายเลข 4 เป็นเกสรตัวเมีย มันทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ โดยทั้งสองผสมกัน"

"หมายเลข 1 คือเกสรตัวผู้ หมายเลข 4 คือ รังไข่ ทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยเกสรตัวผู้ผสมกับรังไข่"

"หมายเลข 1 คือ ละอองเรณู หมายเลข 4 คือ เกสรเพศเมีย ละอองเรณูสามารถสืบพันธุ์กับเกสรเพศเมียได้ ทั้งสองมันผสมกัน"

"หมายเลข 1 คือ เกสรตัวผู้ หมายเลข 4 คือ รังไข่ ทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ของพืชดอก รังไข่จะเจริญกลายเป็นผล ไข่จะเป็นเมล็ดต่อไป"

"หมายเลข 1 เป็นเกสรตัวผู้ หมายเลข 4 เป็นเกสรตัวเมีย เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้คือ ละอองเรณู เซลล์สืบพันธุ์เพศเมียคือไข่ ถ้าเอามาผสมกันจะเกิดการปฏิสนธิ จะเกิดเป็นตัวอ่อนงอกออกมา แต่ไม่ทราบกระบวนการในการผสมพันธุ์กัน ของเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย"

"หมายเลข 1 คือ เกสรตัวผู้ หมายเลข 4 คือ เกสรตัวเมีย มันทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ ในเกสรตัวผู้จะมีเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้คือ ละอองเรณู ในเกสรเพศเมียจะมีเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย คือ รังไข่"

"เมื่อพืชมีดอกเจริญเติบโตเต็มที่จะเริ่มออกดอก ภายในดอกจะมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์หมายเลข 1 คือ เกสรตัวผู้ มีเซลล์สืบพันธุ์ คือ ละอองเรณู หมายเลข 4 คือ เกสรตัวเมีย เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียผสมพันธุ์กัน"

"หมายเลข 1 คือเกสรตัวผู้ หมายเลข 4 คือ เกสรตัวเมีย มันทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ของพืชดอก ซึ่งเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ คือ ละอองเรณู เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย คือ ไข่ เกสรตัวผู้กับเกสรตัวเมียเมื่อผสมพันธุ์กันออกมาเป็นตัวอ่อน แต่ไม่ทราบว่ามันผสมกันได้อย่างไร"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"หมายเลข 1 คือ เกสรตัวผู้ และหมายเลข 4 คือ เกสรตัวเมีย ซึ่งเกสรตัวผู้จะมีเซลล์สืบพันธุ์คือ ละอองเรณู และเกสรตัวเมียจะมีเซลล์สืบพันธุ์ คือ ออวุล มันทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ของพืชดอก เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียจะผสมกันเกิดการปฏิสนธิ"

"หมายเลข 1 คือ เกสรตัวผู้ หมายเลข 4 คือ เกสรตัวเมีย เกสรตัวผู้จะมีเซลล์สืบพันธุ์ คือ ละอองเรณู เกสรตัวเมียจะมีเซลล์สืบพันธุ์ คือ ไข่ ที่อยู่ในรังไข่ กระบวนการในการผสมพันธุ์กัน จะเกิดขึ้นโดยเมื่อดอกเจริญเติบโตเต็มที่จะเกิดการถ่ายละอองเรณู ละอองเรณูจะตกลงไปในรังไข่ แล้วผสมกับไข่ เมื่อผสมกันแล้วรังไข่จะเจริญไปเป็นผล ไข่จะเป็นเมล็ดต่อไป"

"หมายเลข 1 คือ เกสรตัวผู้ หมายเลข 4 คือ เกสรตัวเมีย มันทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ ในเกสรตัวผู้จะมีเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ คือ ละอองเรณู ในเกสรตัวเมียจะมีเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียคือ รังไข่"

"หมายเลข 1 คือ เกสรตัวผู้ หมายเลข 4 คือ เกสรตัวเมีย มันทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ ในเกสรตัวผู้จะมีเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ คือ ละอองเรณู ในเกสรตัวเมียจะมีเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียคือ รังไข่ ละอองเรณูของเพศผู้ปลิวมาตกลงสัมผัสกับเกสรเพศเมีย มันจะตกลงไปในรังไข่ และเกิดการผสมกัน จะกลายเป็นผลต่อไป"

"หมายเลข 1 คือ เกสรเพศผู้ หมายเลข 4 คือ เกสรเพศเมีย ในเกสรเพศผู้จะมีเซลล์สืบพันธุ์คือละอองเรณู ในเกสรเพศเมียจะมีเซลล์สืบพันธุ์คือรังไข่ ทั้งสองเกิดการผสมกันจึงสืบพันธุ์ต่อไปได้ เรียกว่า เกิดประสิทธิภาพ กระบวนการผสมกันโดยลมไปพัดเอาละอองเรณูไปหาเกสรตัวเมีย แล้วตกลงไปในรังไข่ เกิดการผสมกัน"

"หมายเลข 1 เป็นเกสรตัวผู้ หมายเลข 4 เป็นเกสรตัวเมีย ในเกสรตัวผู้มีเซลล์สืบพันธุ์แต่ไม่ทราบว่าเป็นอะไร ในเกสรตัวเมียมีเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียคือ รังไข่ ลมพัดเอาเกสรตัวผู้ไปหาเกสรตัวเมีย แล้วเกิดการผสมกัน เรียกว่าเกิดการปฏิสนธิ"

"หมายเลข 1 คือ เกสรตัวผู้ หมายเลข 4 คือเกสรตัวเมีย ในเกสรตัวผู้จะมีละอองเรณูเป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ ในเกสรตัวเมียจะมีรังไข่เป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย ทั้งสองผสมกันเกิดการปฏิสนธิขึ้น"

แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของพืชดอกในประเด็นดังต่อไปนี้

1. ชื่อส่วนประกอบของพืชที่ใช้ในการสืบพันธุ์ โดยเรียกเกสรเพศเมียเป็นรังไข่

แต่บางคนเรียกว่า ส่วนประกอบของใบ หรือไม่สามารถบอกชื่อของส่วนต่างๆ ในดอกได้ถูกต้อง ดังคำตอบต่อไปนี้

"หมายเลข 4 คือ ส่วนประกอบของใบ มีเซลล์สืบพันธุ์คือรังไข่"

"หมายเลข 2 กลีบเลี้ยง หมายเลข 3 คือ ใบ มันทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ของพืช"

"หมายเลข 1 เป็นเกสรตัวเมีย หมายเลข 4 เป็นรังไข่ มันทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ของพืชดอก"

"หมายเลข 1 คือ เกสรตัวเมีย หมายเลข 4 คือ เกสรตัวผู้ ทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ของพืชดอก"

2. ไม่สามารถบอกเซลล์สืบพันธุ์ของเพศผู้กับเพศเมียได้ถูกต้อง โดยนักเรียนส่วนมากเข้าใจว่าเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้คือ ละอองเรณู หรือ อับละอองเรณู เซลล์สืบพันธุ์เพศเมียคือ รังไข่ หรือ ออวุล ดังคำตอบต่อไปนี้

"หมายเลข 1 เป็นเกสรตัวผู้ มีเซลล์สืบพันธุ์คือ อับละอองเรณู หมายเลข 4 เป็นเกสรตัวเมียซึ่งข้างในมันมีรังไข่เป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ของพืชดอก"

"หมายเลข 1 เป็นเกสรตัวผู้ หมายเลข 4 เป็นเกสรตัวเมีย ข้างล่างของเกสรตัวเมียเป็นรังไข่ เกสรตัวผู้มีละอองเรณูเป็นเซลล์สืบพันธุ์ มันจะเข้าไปในรังไข่ แล้วผสมพันธุ์กันกับออวุลซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย เกิดการปฏิสนธิขึ้น เกิดเป็นผลขึ้นมาได้"

3. ไม่สามารถอธิบายกระบวนการในการผสมพันธุ์ระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้กับเพศเมียได้ บอกตำแหน่งของการผสมพันธุ์ไม่ถูกต้อง อธิบายความหมายของการเกิดการปฏิสนธิไม่ได้ และบอกส่วนของพืชที่ใช้ในการเกิดการปฏิสนธิไม่ได้ ดังคำตอบต่อไปนี้

"หมายเลข 1 เป็นเกสรตัวเมีย หมายเลข 4 เป็นรังไข่ ทั้งสองผสมกันเกิดการปฏิสนธิกันขึ้น"

"หมายเลข 1 คือ เกสรตัวผู้ หมายเลข 4 คือ รังไข่ ทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยเกสรตัวผู้ผสมกับรังไข่"

"เมื่อพืชมีดอกเจริญเติบโตเต็มที่จะเริ่มออกดอก ภายในดอกจะมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์หมายเลข 1 คือ เกสรตัวผู้ มีเซลล์สืบพันธุ์ คือ ละอองเรณู หมายเลข 4 คือ เกสรตัวเมีย เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียผสมพันธุ์กัน"

"หมายเลข 1 คือ เกสรตัวผู้ มีเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้คือ ละอองเรณู หมายเลข 4 คือ เกสรตัวเมีย ทั้งสองตัวมันผสมพันธุ์กัน เกสรตัวผู้จะเป็นเซลล์กระตุ้นให้เกสรตัวเมียสืบพันธุ์ของพืชดอก"

"หมายเลข 1 คือ เกสรตัวผู้ และหมายเลข 4 คือ เกสรตัวเมีย ซึ่งเกสรตัวผู้จะมีเซลล์สืบพันธุ์คือ ละอองเรณู และเกสรตัวเมียจะมีเซลล์สืบพันธุ์ คือ ออวุล มันทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ของพืชดอก เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียจะผสมกันเกิดการปฏิสนธิ"

"หมายเลข 1 เป็นเกสรตัวผู้ หมายเลข 4 เป็นเกสรตัวเมีย เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ คือ ละอองเรณู เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย คือ ไข่ ถ้าเอามาผสมกันจะเกิดการปฏิสนธิ และจะเกิดตัวอ่อนงอกออกมา แต่ไม่ทราบกระบวนการในการผสมพันธุ์กันของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย"

"หมายเลข 1 คือ เกสรตัวผู้ หมายเลข 4 คือ เกสรตัวเมีย มันทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ ในเกสรตัวผู้จะมีเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ คือ ละอองเรณู ในเกสรตัวเมียจะมีเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียคือ รังไข่ ละอองเรณูของเพศผู้ปลิวมาตกลงสัมผัสกับเกสรเพศเมีย มันจะตกลงไปในรังไข่ และเกิดการผสมกัน จะกลายเป็นผลต่อไป"

"หมายเลข 1 เป็นเกสรตัวผู้ หมายเลข 4 เป็นเกสรตัวเมีย เกสรตัวผู้จะมีเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้คือ ละอองเรณู ในเกสรตัวเมียไม่ทราบว่าเซลล์สืบพันธุ์เป็นอะไร ทั้งสองตัวผสมกันโดยมีลมไปพัดละอองเรณูไปหาเกสรตัวเมีย แล้วเกิดการผสมกันไปตกที่รังไข่"

"หมายเลข 1 คือ เกสรเพศผู้ หมายเลข 4 คือ เกสรเพศเมีย ในเกสรเพศผู้จะมีเซลล์สืบพันธุ์คือละอองเรณู ในเกสรเพศเมียจะมีเซลล์สืบพันธุ์คือรังไข่ ทั้งสองเกิดการผสมกันจึงสืบพันธุ์ต่อไปได้ เรียกว่า เกิดประสิทธิภาพ กระบวนการผสมกันโดยลมไปพัดเอาละอองเรณูไปหาเกสรตัวเมีย แล้วตกลงไปในรังไข่ เกิดการผสมกัน"

"หมายเลข 1 เป็นเกสรตัวผู้ หมายเลข 4 เป็นเกสรตัวเมีย ในเกสรตัวผู้มีเซลล์สืบพันธุ์แต่ไม่ทราบว่าเป็นอะไร ในเกสรตัวเมียมีเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียคือ รังไข่ ลมพัดเอาเกสรตัวผู้ไปหาเกสรตัวเมีย แล้วเกิดการผสมกัน เรียกว่าเกิดการปฏิสนธิ"

ไม่มีแนวคิด

นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ หรือตอบไม่ตรงประเด็น ดังคำตอบต่อไปนี้

"ไม่ทราบ"

"หมายเลข 1 ไม่ทราบ หมายเลข 4 ไม่ทราบ แต่รู้ว่า หมายเลข 1 กับ เลข 4 ผสมกัน"

"เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียผสมพันธุ์กัน จะเกิดมีตัวอ่อนและตัวเต็มวัยต่อไป"

คำถามข้อที่ 2 เป็นคำถามเกี่ยวกับวิธีการขยายพันธุ์พืช

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (SU) คิดเป็นร้อยละ 18.09 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 10.64 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 5.32 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SM) ร้อยละ 59.57 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 6.38 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการในการขยายพันธุ์พืชได้ถูกต้อง ครบถ้วน และอธิบายได้ว่าในหนึ่งกิ่งมีตาได้หลายตาจึงเลือกใช้วิธีการติดตา ดังคำตอบต่อไปนี้

"เอาตาจากต้นหนึ่งมาใส่อีกต้นหนึ่ง กิ่งจะงอกออกมาจากตา แล้วดอกจะก็จะงอกออกมาจากกิ่ง การติดตาจึงทำให้งอกดอกออกมามีหลายสี"

"เคยเห็น เอาตาของพืชจากต้นหนึ่งโดยใช้มีดกรีดเอาตาจากต้นหนึ่งมาใส่อีกต้นหนึ่ง ให้ตาติดกัน กิ่งก็จะงอกออกมาจากตา ซึ่งจะเป็นกิ่งของสีที่เราเอาตามาติดงอกออกมา แล้วจะออกดอกต่อไป"

"การติดตาจะนำเอาตาจากต้นอื่นมาติดใส่กับอีกต้นหนึ่ง แล้วตาจะแตกออกมาเป็นกิ่ง กิ่งนั้นก็จะออกดอกมีสีเหมือนกับต้นที่เราเอาตามาติด"

"ตาที่เราเอามาติดจะกลายเป็นกิ่ง และออกดอกให้สีเหมือนต้นที่เราเอาตามา ทำให้ต้นเฟื่องฟ้า 1 ต้น มีดอกหลากหลายสี"

"ในหนึ่งกิ่งสามารถติดตาได้หลายตา เอาตาสีหนึ่งมาติดกับต้นที่มีอีกสีหนึ่ง แล้วตาจะแตกกิ่งออกมา และออกดอก ทำให้ในกิ่งเดียวกันมีหลายสี"

"เอาตาจากต้นหนึ่งมาใส่อีกต้นหนึ่ง ทำให้ตาติดกัน แล้วเอาถุงพลาสติกหุ้ม รดน้ำตามปกติ ตาจะงอกออกมาเป็นกิ่ง แล้วกิ่งที่งอกออกมาจะออกดอกมีสีตามที่ต้องการ"

"ในหนึ่งกิ่งมีได้หลายตา โดยเอามีดกรีดตาจากต้นหนึ่งมาใส่อีกต้นหนึ่ง ตาจะเจริญเติบโตเป็นยอดอ่อน แล้วเป็นกิ่ง มีดอกออกมา ให้ติดอยู่กับต้นนั้นเลย ไม่ได้ตัดออกไปไหน"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการขยายพันธุ์ของพืชได้แต่ไม่ครบถ้วน ดังคำตอบต่อไปนี้

"เอาตาจากต้นหนึ่งมาใส่อีกต้นหนึ่ง แล้วดอกจะออกมาโดยดอกออกมาจากกิ่ง กิ่งออกมาจากตา"

"ใน 1 กิ่ง สามารถติดตาได้หลายตา แล้วตาจะกลายเป็นกิ่ง เหมือนที่เราเอามาจากต้นนั้นๆ"

"ตาจะกลายเป็นกิ่ง แล้วกิ่งจะออกดอก ทำให้มีหลายสีในต้นเดียวกัน"

"การติดตาจะทำให้ดอกมีหลายสี อยากได้สีใดก็นำเอาตาของต้นที่มีสีนั้นมาติดกับอีกต้นหนึ่ง แล้วตาจะแตกออกมาเป็นใบ เป็นยอด แล้วมีดอกออกมา"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการขยายพันธุ์พืชได้ถูกต้องบางส่วนและมีบางส่วนที่ผิด ดังคำตอบต่อไปนี้

"การติดตาเป็นการติดหลายๆ สี ในต้นเดียวกัน ติดที่ตาของกลีบดอกแต่ไม่ทราบวิธีว่าทำอย่างไร"

"ตาจะช่วยในการขยายพันธุ์ ดอกจะออกมาจากตา"

"การติดตาเป็นการติดหลายๆ สี ตาจะกลายเป็นใบ และใบจะกลายเป็นดอกออกมามีหลายสี แต่ไม่ทราบว่าการติดตาทำอย่างไร"

"ตาจะแตกออกมาเป็นใบและดอก แต่ไม่เคยเห็นการติดตา"

แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการขยายพันธุ์พืช ในประเด็นดังต่อไปนี้

1. ไม่เข้าใจวิธีการขยายพันธุ์พืชด้วยวิธีต่างๆ โดยจะนำวิธีการแต่ละวิธีมาปะปนกัน เกิดความสับสน และเลือกใช้วิธีขยายพันธุ์ไม่ถูกต้องที่จะทำให้ต้นไม้หนึ่งกิ่งมีหลายสีได้ ดังคำตอบต่อไปนี้

"มีต้นเฟื่องฟ้าหลายสีก็เลยตัดออกไปใส่ต้นอื่น ก็เลยมีต้นเฟื่องฟ้ามากขึ้น โดยเอาตาจากต้นหนึ่งไปติดกับอีกต้นหนึ่ง เมื่อมันติดกันก็ตัดออกไปปลูกใหม่ จะได้ต้นเฟื่องฟ้าอีกต้นหนึ่ง"

"มีต้นเฟื่องฟ้าหลายสี ก็เลยตัดออกไปใส่ต้นอื่น แล้วจะทำให้มีดอกออกมาหลายสีในต้นเดียวกัน โดยให้กิ่งนั้นติดอยู่ในต้นนั้นเลย ไม่ได้ตัดไปปลูก"

"ในหนึ่งกิ่งจะมีได้หลายตา โดยปาดเอาตาของต้นหนึ่งไปใส่อีกต้นหนึ่ง ทำให้ตามันติดกันแล้วเอาเชือกมัด กิ่งจะเกิดรากใหม่ ตาจะเกิดเป็นกิ่งออกมาแล้วมันจะมีดอกออกมา หลังจากนั้นตัดเอากิ่งนั้นไปปลูกต่อไป"

"การตอนกิ่งจะได้ขยายพันธุ์ให้มีดอกเฟื่องฟ้าหลายๆ สี โดยตัดกิ่งมาแล้วควั่นเปลือกออก เอากาบมะพร้าวมาใส่ เมื่อเกิดรากแล้วตัดไปปลูกเป็นต้นใหม่ต่อไป"

"การตอนกิ่งทำได้ง่าย โดยเอาต้นเฟื่องฟ้าต้นหนึ่งไปติดกับอีกต้นหนึ่ง หุ้มด้วยกาบมะพร้าวไว้ ติดไว้กับต้นมันเลย ต่อไปจะมีกิ่งงอกออกมา"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"เอากิ่งจากต้นหนึ่งมาผ่าเสียบลงไปในอีกต้นหนึ่ง เอากาบมะพร้าวมาหุ้ม รดน้ำ เอาไว้นาๆ แกะกาบมะพร้าวออกมาดู จะมีหน่อออกมากตัดเอาไปปลูกได้"

"นำเอากาบมะพร้าวมาหุ้ม พอมันเกิดรากแล้วตัดกิ่งนั้นไปปลูก ถ้าอยากได้สีไหนก็ ให้กิ่งเอามาทาบ"

"การทาบกิ่งจะทำให้เกิดหลายพันธุ์ ตัดเอากิ่งจากต้นหนึ่งมาเสียบใส่อีกต้นหนึ่ง ใช้ เทปพัน รดน้ำ ทิ้งไว้ 3-4 เดือน เปิดออกดู เนื้อไม้จะติดกัน มีรากงอกออกมาด้วย ก็ตัดเอาไป ปลูกเป็นต้นใหม่ได้"

"การทาบกิ่งจะทาบได้หลายชนิด เอากิ่งจากต้นหนึ่งมาปักลงไป นำกาบมะพร้าวมา หุ้ม รดน้ำตามปกติ ใช้เวลาไม่นานก็ตัดกิ่งเอาไปปลูกต่อ"

"ตัดเอากิ่งของสีอื่นมาทาบจะทำให้ได้หลายสี เคยเห็นการทาบกิ่ง โดยตัดให้เป็นรูป สามเหลี่ยม แล้วเอามาต่อใส่กัน ใช้ผ้าเทปพันติดกัน รดน้ำตามปกติ แกะเทปออกตอนเนื้อไม้ ติดกันแล้ว ปล่อยไว้ให้อยู่ในต้นนั้น"

"ทำให้เกิดการขยายพันธุ์และได้ผลดียิ่งขึ้น การทาบกิ่งเอากิ่งจากต้นหนึ่งแล้วนำไป ใส่อีกต้นหนึ่ง ทาบใส่กันเลย แล้วเอากาบมะพร้าวหุ้ม ใช้ถุงยางห่ออีกรอบหนึ่งแล้วนำเชือกมา มัด ไม่รดน้ำ หลังจากนั้นแกะเอากาบมะพร้าวออก ถ้ามีรากงอกก็ตัดออกไปปลูกต่อ"

"เอากิ่งจากต้นหนึ่งไปทาบใส่อีกต้นหนึ่ง ปาดเปลือกออกเอาไปทาบกันแล้วนำกาบ มะพร้าวมาหุ้มใช้เชือกมัด รดน้ำตามปกติ ปล่อยทิ้งไว้เปิดออกดูว่ามันมีรากเกิดขึ้นแล้ว ให้มัน ติดอยู่กับต้นนั้นเลย ไม่ได้ตัดเอาไปจากต้นนั้น"

2. ดอกออกมาจากตาโดยที่ตาไม่ต้องงอกออมาเป็นกิ่งก่อน และใบจะกลายเป็น ดอกได้ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ตาจะช่วยในการขยายพันธุ์ ดอกจะออกมาจากตา"

"การติดตาเป็นการติดหลายๆ สี ตาจะกลายเป็นใบ และใบจะกลายเป็นดอกออกมา มีหลายสี แต่ไม่ทราบว่าการติดตาทำอย่างไร"

"ตาแตกออกมาเป็นใบและดอก"

3. หนึ่งกิ่งที่เกิดจาการทาบกิ่งสามารถมีดอกได้หลายสี ซึ่งไม่ถูกต้อง โดยกิ่งสีใด จะมีเฉพาะสีนั้น แต่ถ้าเป็นการติดตาในหนึ่งกิ่งจะมีหลายตา สามารถนำตาของพืชสีต่างๆ มา ติดได้จะทำให้ในหนึ่งกิ่งมีดอกหลายสีได้ ดังคำตอบต่อไปนี้

"การทาบกิ่งจะเอากิ่งที่มีสีหนึ่งไปทาบใส่กับกิ่งอีกต้นหนึ่งที่มีสีต่างกัน แล้วจะได้มี หลายสีในต้นเดียวกัน"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"นำเอากิ่งจากต้นหนึ่งมาติดกับอีกต้นหนึ่ง ก็จะทำให้เฟื่องฟ้ามีดอกหลายสีในกิ่งเดียวกัน"

"เอากิ่งจากต้นหนึ่งไปทาบใส่กับอีกต้นหนึ่ง กิ่งก็จะแตกออกมา แล้วมีดอก จะทำให้เฟื่องฟ้ามีหลายสีได้ในกิ่งเดียวกัน"

4. การติดตาเป็นการผสมพันธุ์ ซึ่งไม่ถูกต้อง เพราะการติดตาเป็นการขยายพันธุ์ ดังคำตอบต่อไปนี้

"การติดตาเปรียบเสมือนการผสมพันธุ์ โดยปาดเอาตาของอีกต้นหนึ่งมาใส่อีกต้นหนึ่ง เอากาบมะพร้าวหุ้ม เชือกมัด รดน้ำตามปกติ สังเกตดูตาของต้นไม้ต่อไปจะกลายเป็นกิ่งแล้วกิ่งจะออกใบ มีดอกออกมา ตัดเอากิ่งนั้นไปปลูกต่อไปจะได้เป็นต้นใหม่ขึ้นมา"

ไม่มีแนวคิด

นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ และอธิบายในเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้องกับคำถาม ดังคำตอบต่อไปนี้

"ไม่ทราบ"

"การขยายพันธุ์แบบนี้น่าจะทำให้ต้นเฟื่องฟ้ามีหลายสีได้ ไม่เคยเห็นตาพืช อธิบายไม่ได้ว่าติดตาทำอย่างไร"

"เคยเห็นในหนังสือ รู้ว่ามันมีหลายกิ่ง มีดอกหลายสีได้ แต่ไม่สามารถอธิบายวิธีการติดตาได้ แต่อธิบายการตอนกิ่งได้ ตัดเอาเปลือกออกแล้วนำเอากาบมะพร้าวหุ้ม ถุงยางหุ้มแล้วมัดให้แน่น ไม่ให้อากาศผ่าน รดน้ำตามปกติ เมื่อมีรากออกมาก็ตัดเอาไปปลูกใหม่ โดยตัดข้างล่างจากที่ตอนไว้"

ผลการวิจัยแนวคิดของนักเรียนเรื่อง การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์พืช สรุปได้ว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (SU) ร้อยละ 9.04 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 18.62 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 23.94 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SM) ร้อยละ 42.02 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 6.38

2. การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์สัตว์

มีข้อสอบ 2 ข้อ ได้แก่ การจำแนกสัตว์โดยใช้การสืบพันธุ์เป็นเกณฑ์และการขยายพันธุ์สัตว์ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และจำแนกประเภทของแนวคิดได้ผลดังตารางที่ 9

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 9 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่อง การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์สัตว์ (จำนวน 94 คน)

ข้อที่	กลุ่มของแนวคิด/จำนวน (ร้อยละ)				
	SU	PU	PU/SM	SM	NU
3	- (0)	32 (34.04)	22 (23.40)	40 (42.55)	0 (0)
4	2 (2.13)	25 (26.60)	24 (25.53)	35 (37.23)	8 (8.51)
สรุปรวม	2 (1.06)	57 (30.32)	46 (24.47)	75 (39.89)	8 (4.26)

จากตารางที่ 9 ที่ผู้วิจัยวัดแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องการสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์สัตว์ ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิจัยเป็นรายข้อ ดังนี้

คำถามข้อที่ 3 เป็นคำถามเกี่ยวกับการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศของสัตว์ ซึ่งให้นักเรียนจำแนกสัตว์โดยใช้การสืบพันธุ์เป็นเกณฑ์

ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (SU) คิดเป็นร้อยละ 0 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 34.04 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 23.40 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SM) ร้อยละ 42.55 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 0 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายการสืบพันธุ์ของปะการังได้เฉพาะแบบไม่อาศัยเพศเท่านั้น แต่ไม่รู้ว่าปะการังสามารถสืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ จึงถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น ดังคำตอบต่อไปนี้

"ปะการังเป็นสัตว์ที่แตกต่างจากพวก จึงมีการสืบพันธุ์แตกต่างจากสัตว์อื่น เป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ"

"ปะการังเป็นสัตว์ที่อยู่ในทะเล มันแตกต่างจากสัตว์อื่น มันสืบพันธุ์ไม่เหมือนเพื่อน เป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ แต่ไม่รู้ว่ามันใช้วิธีใด"

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"ปะการังเป็นสัตว์แตกต่างจากพวก มันสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ แต่ข้ออื่นสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ"

"ปะการังสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ สืบพันธุ์แบบแตกหน่อ"

"มันแตกต่างจากพวก โดยสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยวิธีการแตกหน่อเอาเอง ส่วนสัตว์ในข้ออื่นสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ"

"ปะการังขยายพันธุ์แบบแตกกิ่ง แตกหน่อ เป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ แต่สัตว์ในข้ออื่นสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ซึ่งการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศต้องมีอสุจิของเพศผู้ผสมกับรังไข่ของเพศเมีย เกิดการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้กับเซลล์สืบพันธ์เพศเมีย"

"ปะการังเป็นสัตว์ใต้ทะเล มันสืบพันธุ์แบบ ไม่อาศัยเพศ แต่ไม่ทราบวิธี ซึ่งแตกต่างจากจระเข้ ไส้เดือนดิน และปลาหางนกยูง ที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ"

"ปะการังสืบพันธุ์โดยการแตกหน่อ เป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ แต่ข้ออื่นสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ คือมีเพศผู้กับเพศเมียผสมกัน"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

นักเรียนสามารถอธิบายการสืบพันธุ์ได้ถูกต้องบางส่วนและมีบางส่วนไม่ถูกต้อง ดังคำตอบต่อไปนี้

"ปะการังเป็นดอกไม้ในทะเล มันไม่มีอวัยวะเพศ ขยายพันธุ์โดยมีอะไรลอยออกมาจากต้นแล้วไปติดกับต้นอื่นต่อไป เรียกว่าสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ส่วนจระเข้ อาศัยเพศ ผสมกันโดยมีเพศผู้ผสมกับเพศเมีย ไส้เดือนดิน ไม่ทราบ ส่วนปลาหางนกยูง สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ มีตัวเมียกับตัวผู้ผสมกัน"

"ปะการังเป็นพืชอยู่ใต้ทะเล มีการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เคยเห็นปะการังในทีวีเท่านั้น ส่วนสัตว์ในข้ออื่นสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ"

"ปะการังเป็นพืชมีการเคลื่อนที่ ขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ มันเอาส่วนของมันไปติดกับต้นอื่น แต่สัตว์ในข้ออื่นสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยมีเพศผู้ผสมกับเพศเมีย"

"ปะการังไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ สืบพันธุ์แบบพิเศษ มันเป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยใช้วิธีการแตกหน่อ ส่วนสัตว์ในข้ออื่นสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ"

"ปะการังสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ แต่ข้ออื่นไม่อาศัยเพศ"

"ปะการังเป็นสัตว์สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ใช้วิธีปล่อยละอองไปตามกระแสน้ำแล้วกลายเป็นตัวใหม่ออกมา"

"ปะการังมันสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ใช้วิธีปล่อยน้ำเชื้อไปตามกระแสน้ำผสมกับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตัวอื่น แล้วแตกเป็นตัวอ่อนต่อไป"

"ปะการังสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ใช้วิธีปล่อยน้ำเชื้อของเพศชายลอยไปหาตัวอื่น จึงเรียกว่าไม่อาศัยเพศ แต่สัตว์ชนิดอื่นสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ คือ มีเพศผู้ผสมกับเพศเมีย"

"เพราะปะการังมันขยายพันธุ์เอง มันขยายพันธุ์โดยการแตกหน่อ เป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ มันจึงแตกต่างจากข้ออื่น ส่วนจระเข้มันผสมพันธุ์โดยใช้ตัวผู้ผสมกับตัวเมีย แล้วออกลูกเป็นไข่ ไส้เดือนดินสืบพันธุ์โดยวิธีใดไม่ทราบ ปลาหางนกยูงสืบพันธุ์โดยมีตัวผู้ผสมตัวเมียแล้วออกลูกเป็นตัว ซึ่งสัตว์ทั้งสามชนิดนี้สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ"

"ปะการังเป็นพืช สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ส่วนจระเข้ ไส้เดือนดิน ปลาหางนกยูง สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ มีตัวผู้ตัวเมียมาผสมกัน เรียกว่าสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ"

"ปะการังเป็นเหมือนหิน เป็นสัตว์ที่ต่างจากพวก สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ใช้วิธีการงอกออกมาเหมือนก้อนหิน ส่วนสัตว์ในข้ออื่นสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศคือมีน้ำเชื้อจากตัวผู้ผสมกับรังไข่ของตัวเมีย"

"ปะการังสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ผสมกันระหว่างตัวผู้กับตัวเมีย เรียกว่าสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ"

แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของสัตว์ในประเด็นดังต่อไปนี้

1. ปะการังเป็นพืช ดังคำตอบต่อไปนี้

"ปะการังเป็นดอกไม้ในทะเล มันไม่มีอวัยวะเพศ ขยายพันธุ์โดยมีอะไรลอยออกมาจากต้นแล้วไปติดกับต้นอื่นต่อไป เรียกว่าสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ส่วนจระเข้ อาศัยเพศ ผสมกันโดยมีเพศผู้ผสมกับเพศเมีย ไส้เดือนดิน ไม่ทราบ ส่วนปลาหางนกยูง สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ มีตัวเมียกับตัวผู้ผสมกัน"

"ปะการังเป็นพืชอยู่ใต้ทะเล มีการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เคยเห็นปะการังในทีวีเท่านั้น ส่วนสัตว์ในข้ออื่นสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ"

"ปะการังเป็นพืชมีการเคลื่อนที่ ขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ มันเอาส่วนของมันไปติดกับต้นอื่น แต่สัตว์ในข้ออื่นสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยมีเพศผู้ผสมกับเพศเมีย"

"ปะการังเป็นพืช สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ มันมีส่วนจากตัวมันไปติดกับตัวอื่น"

"ปะการังเป็นพืช สืบพันธุ์โดยมีส่วนออกจากกลางต้น แล้วไปหาอีกต้นหนึ่ง มันก็จะเกิดเป็นต้นใหม่ออกมา"

2. จำแนกลักษณะของพืชกับสัตว์ไม่ได้ โดยใช้เกณฑ์พิจารณาจากลักษณะ

ภายนอกที่เหมือนกันเท่านั้น ดังคำตอบต่อไปนี้

"ปะการังเป็นพืช เคลื่อนที่ไม่ได้ มันสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศมันปล่อยน้ำเชื้อออกมาตามกระแสน้ำไปโดนกับดอกอื่น จึงได้ต้นใหม่ออกมา"

"ปะการังเป็นดอกไม้ในทะเล มันไม่มีอวัยวะเพศ ขยายพันธุ์โดยมีอะไรลอยออกมาจากต้นแล้วไปติดกับต้นอื่นต่อไป เรียกว่าสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ"

"ปะการังเป็นพืชชนิดหนึ่ง อาศัยอยู่ใต้ทะเล สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ มันจะปล่อยละอองไปตามกระแสน้ำ"

"ปะการังไม่ใช่สัตว์มันเป็นพืชใต้น้ำ มันสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยใช้วิธีการมีเพศผู้กับเพศเมียอยู่ในต้นเดียวกัน"

3. สัตว์ที่เคลื่อนที่ไม่ได้จะไม่สามารถสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศได้ ต้องมีตัวผู้กับตัวเมียเคลื่อนที่เข้าหากันเท่านั้นจึงจะเป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ปะการังไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ สืบพันธุ์แบบพิเศษ มันเป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยใช้วิธีการแตกหน่อ ส่วนสัตว์ในข้ออื่นสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ"

"ปะการังมันจะเคลื่อนที่ไปที่อื่นไม่ได้ มันจึงแตกต่างจากพวก และมันมีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ แต่ข้ออื่นสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ"

"ปะการังเป็นสัตว์ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ มันสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศแต่ไม่ทราบว่าใช้วิธีอะไร"

"ปะการังสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ใช้วิธีปล่อยน้ำเชื้อของเพศชายลอยไปหาตัวอื่นจึงเรียกว่าไม่อาศัยเพศ แต่สัตว์ชนิดอื่นสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ คือ มีเพศผู้ผสมกับเพศเมีย"

"ปะการังไม่เหมือนสัตว์อื่น มันเคลื่อนไหวไม่ได้ สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ จึงแตกต่างจากสัตว์อื่น แต่ไม่ทราบว่าใช้วิธีอะไร"

4. ไม่เข้าใจคำศัพท์คำว่า "งอกใหม่" กับ "แตกหน่อ" ดังคำตอบต่อไปนี้

"ปะการังเป็นเหมือนหิน เป็นสัตว์ที่ต่างจากพวก สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ใช้วิธีการงอกออกมาเหมือนก้อนหิน ส่วนสัตว์ในข้ออื่นสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศคือมีน้ำเชื้อจากตัวผู้ผสมกับรังไข่ของตัวเมีย"

5. จำสับสนระหว่างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชและสัตว์ บางครั้งเรียกชื่อเหมือนกัน โดยเรียกเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์ว่า "ละออง" เหมือนกับพืช หรือเรียกเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ของพืชว่าน้ำเชื้อหรืออสุจิ ดังคำตอบต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"ปะการังเป็นสัตว์ที่สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ใช้วิธีปล่อยละอองไปตามกระแสน้ำ"

"ปะการังเป็นสัตว์สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ใช้วิธีปล่อยละอองไปตามกระแสน้ำแล้วกลายเป็นตัวใหม่ออกมา"

"ปะการังเป็นพืช เคลื่อนที่ไม่ได้ มันสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศมันปล่อยน้ำเชื้อออกมาตามกระแสน้ำไปโดนกับดอกอื่น จึงได้ต้นใหม่ออกมา

6. เซลล์สืบพันธุ์เพศเมียของสัตว์คือ รังไข่ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ปะการังขยายพันธุ์แบบแตกกิ่ง แตกหน่อ เป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ แต่สัตว์ในข้ออื่นสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ซึ่งการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศต้องมีอสุจิของเพศผู้ผสมกับรังไข่ของเพศเมีย เกิดการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้กับเซลล์สืบพันธ์เพศเมีย"

7. ไม่เข้าใจคำว่า ปฏิสนธิภายในและภายนอก โดยเข้าใจว่าการปฏิสนธิภายนอกเป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ดังคำตอบต่อไปนี้

"อาจจะมีการสืบพันธุ์แตกต่างจากพวก เพราะเป็นสัตว์น้ำ ปลานางนกยูงสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ใช้วิธีการมองหน้ากัน แล้วเกิดการสืบพันธุ์ออกมาได้"

"ปลาหางนกยูงสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ใช้วิธีการมองหน้าจ้องตากันก็สืบพันธุ์กันได้แล้ว"

"ปะการังสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ใช้วิธีปล่อยน้ำเชื้อของเพศชายลอยไปหาตัวอื่นจึงเรียกว่าไม่อาศัยเพศ แต่สัตว์ชนิดอื่นสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ คือ มีเพศผู้ผสมกับเพศเมีย"

8. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะมีทั้งสองเพศอยู่ในตัวเดียวกันไม่ได้ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ไส้เดือนดินมีทั้งเพศผู้และเพศเมียในตัวเดียวกัน มันสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ"

"มีทั้งเพศผู้และเพศเมียอยู่ในตัวเดียวกัน มันสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ แต่ข้ออื่นสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ"

9. ไส้เดือนดินเป็นสัตว์ที่ไม่มีอวัยวะสืบพันธุ์ ไม่มีเพศผู้กับเพศเมีย ดังคำตอบต่อไปนี้

"ไส้เดือนดินเป็นสัตว์ตัวเล็กที่ไม่มีอวัยวะสืบพันธุ์ มันสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ คือไม่มีการผสมระหว่างเพศผู้กับเพศเมีย ส่วนสัตว์ในข้ออื่นสืบพันธ์แบบอาศัยเพศ คือมีเพศผู้กับเพศเมียมาผสมกันเกิดการปฏิสนธิขึ้น"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"ไส้เดือนดินไม่มีเพศผู้เพศเมีย อยู่ในดินอยู่ด้วยกันก็มีลูกได้ จึงเป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ แต่ไม่ทราบว่ามันใช้วิธีอะไร"

คำถามข้อที่ 4 เป็นคำถามเกี่ยวกับวิธีการขยายพันธุ์สัตว์โดยใช้วิธีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (SU) คิดเป็นร้อยละ 2.13 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 26.60 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 25.53 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SM) ร้อยละ 37.23 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 8.51 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการขยายพันธุ์สัตว์โดยใช้วิธีสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน ดังคำตอบต่อไปนี้

"มีการใช้เซลล์สืบพันธุ์ตัวผู้คือ น้ำเชื้อ ผสมกับเซลล์สืบพันธุ์ตัวเมียคือไข่ โดยบีบเอาไข่จากตัวเมีย แล้วนำเอาน้ำเชื้อจากตัวผู้มาผสมกับไข่ แล้วนำไปไว้ในอ่างอนุบาลพันธุ์ปลาเล็ก ไข่จะแตกออกมาเป็นตัว"

"ปลามีเพศผู้ เพศเมีย นำมาผสมกัน จึงเป็นการสืบพันธ์แบบอาศัยเพศ เคยเห็นการผสมเทียมปลา โดยบีบไข่จากตัวเมียออกมา แล้วเอาน้ำอสุจิจากตัวผู้มาผสมลงไป หลังจากนั้นจะเกิดเป็นลูกปลาออกมา"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

นักเรียนสามารถอธิบายการสืบพันธุ์ของสัตว์แบบอาศัยเพศได้บางส่วนเท่านั้น ไม่สามารถอธิบายถึงขั้นตอนการผสมได้ ดังคำตอบต่อไปนี้

"การผสมเทียมต้องใช้น้ำอสุจิจากตัวผู้มาผสมกับไข่ของตัวเมีย"

"การผสมแบบอาศัยเพศคือเอาน้ำอสุจิของตัวผู้มาผสมกับไข่ของตัวเมีย และเคยเห็นเขาผสมเทียมวัว"

"การผสมเทียมต้องใช้เพศผู้มาผสมกับเพศเมีย จึงเป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ข้ออื่นไม่ทราบแต่คิดว่ามันเป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ"

"มีการผสมระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้กับเพศเมีย เป็นการใช้เซลล์ไข่ของเพศเมียผสมกับเพศผู้ แต่เซลล์เพศผู้ไม่ทราบ นำเอามาผสมกัน เคยเห็น"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"การผสมเทียมปลาได้ใช้น้ำเชื้อจากเพศผู้ผสมกับไข่จากเพศเมีย จึงเป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ"

"การผสมเทียมจะเอาเพศผู้กับเพศเมียมาผสมกัน เรียกว่า การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ส่วนการโคลนนิงแกะ การแตกหน่อของไฮดรา เคยเห็นในทีวี เป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ"

"การผสมเทียมปลาจะทำให้เกิดการปฏิสนธิ โดยเซลล์อสุจิกับเซลล์ไข่มาผสมกัน และจะมีปลาตัวเล็กออกมาจากไข่ จึงเรียกว่าเป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ"

"การผสมเทียมปลาต้องใช้ตัวผู้กับตัวเมียมาผสมพันธุ์กัน โดยเอาปลาตัวตัวผู้กับตัวเมียใส่โถเดียวกัน แล้วเอาอะไรไม่รู้ฉีดใส่ในตัวเมีย แล้วรีดไข่ออกจากตัวเมีย แล้วใส่ถ้วยไว้ รีดน้ำเชื้อจากตัวผู้มาผสมกับไข่ของตัวเมีย ใช้ขนไก่คนให้เข้ากัน แล้วแยกเอาตัวผู้ออกเพราะจะกินไข่ เอาส่วนผสมระหว่างน้ำเชื้อกับไข่ไปเลี้ยงไว้ในอ่างที่มีน้ำต่างหาก มันจะแตกออกมาเป็นปลาตัวเล็ก แล้วนำไปปล่อยต่อไป ซึ่งการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศคือ เอาน้ำเชื้อจากตัวผู้ผสมกับไข่ของตัวเมีย"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

นักเรียนสามารถอธิบายการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของสัตว์ได้ถูกต้องบางส่วนและมีบางส่วนไม่ถูกต้อง ดังคำตอบต่อไปนี้

"มีการผสมกันระหว่างตัวผู้กับตัวเมีย แต่ไม่เหมือนผสมจริง โดยเอาหลอดยาวๆ ไปเอาน้ำเชื้อจากตัวผู้ไปผสมกับตัวเมีย ฉีดเข้าไปในตัวเมีย เคยเห็นการผสมเทียมวัว แต่ปลาไม่เคยเห็น แต่คิดว่าวิธีก็คงเหมือนกัน"

"การแตกหน่อ การงอกใหม่ และการโคลนนิง เป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ แต่การผสมเทียมอาศัยเพศ โดยเอาอสุจิจากตัวผู้ไปใส่ในตัวเมีย ทำให้เกิดการปฏิสนธิ ได้ลูกตัวใหม่ออกมา"

"ใช้อสุจิของเพศผู้ผสมกับรังไข่ของเพศเมีย กลายเป็นตัวอ่อน"

"มีการผสมระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้คืออสุจิกับเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียคือรังไข่ เรียกว่า การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ การผสมตามธรรมชาติกับการผสมเทียมจะเหมือนกัน เป็นการผสมระหว่างเพสผู้กับเพศเมีย"

"มีการผสมระหว่างเพศผู้กับเพศเมีย โดยนำเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้คือ อสุจิ มาผสมกับเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียคือ รังไข่ เกิดการปฏิสนธิขึ้น"

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"เป็นการใช้เซลล์สืบพันธุ์ของเพศผู้ ไม่ทราบว่าเรียกว่าอะไร ผสมกับเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย คือ ไข่ โดยผสมข้างในตัวปลา ทำให้ลูกมีลักษณะเหมือนพ่อกับแม่"

"การผสมเทียมเป็นการผสมที่แน่นอน ใช้ตัวเมียโดยเอารังไข่ใส่ลงไปในภาชนะแล้วนำเซลล์อสุจิของตัวผู้มาผสมให้เข้ากัน เทลงไปในอ่าง เคยเห็นในหนังสือ"

"สืบพันธุ์เองไม่ได้ต้องให้คนช่วย เป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ หมายความว่ามีตัวผู้กับตัวเมียผสมพันธุ์กัน เรียกว่า การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศแต่ไม่ทราบว่าเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ของสัตว์คืออะไร เซลล์สืบพันธุ์เพศเมียคืออะไร การผสมเทียมปลามีวิธีการคือผ่าสมองตัวผู้ออกแล้วเอาไปฉีดใส่ตัวเมีย ตัวเมียตั้งท้อง และไข่ออกมา แล้วนำเอาไข่ไปใส่ในบ่อ และไข่จะฟักออกมาเป็นตัว"

แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการขยายพันธุ์สัตว์โดยใช้วิธีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ในประเด็นดังต่อไปนี้

1. การผสมเทียมปลาจะเป็นการผสมภายในตัวเมีย ดังคำตอบต่อไปนี้

"การแตกหน่อ การงอกใหม่ และการโคลนนิง เป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ แต่การผสมเทียมอาศัยเพศ โดยเอาอสุจิจากตัวผู้ไปใส่ในตัวเมีย ทำให้เกิดการปฏิสนธิ ได้ลูกตัวใหม่ออกมา"

"มีการผสมกันระหว่างเซลล์อสุจิของเพศผู้กับเซลล์รังไข่ของเพศเมีย โดยเอาอสุจิของตัวผู้มาใส่ในรังไข่ของตัวเมีย"

"เอาน้ำเชื้อตัวผู้ฉีดเข้าไปในตัวเมีย เป็นการผสมข้างในตัวเมีย"

"เป็นการใช้เซลล์สืบพันธุ์ของเพศผู้ ไม่ทราบว่าเรียกว่าอะไร ผสมกับเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย คือ ไข่ โดยผสมข้างในตัวปลา ทำให้ลูกมีลักษณะเหมือนพ่อกับแม่"

"ปลามีเพศผู้กับเพศเมีย การผสมเทียมจะเอาเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ฉีดเข้าไปในตัวเมีย เกิดการผสมกันขึ้น"

"การผสมเทียมต้องใช้เพศผู้กับเพศเมียมาผสมกัน เป็นการผสมข้างใน เอาเซลล์เพศผู้ใส่เข้าไปในเพศเมีย"

2. ไม่เข้าใจว่าวิธีการผสมเทียมมีทั้งผสมข้างในและข้างนอก คิดว่าการผสมเทียมจะมีเฉพาะผสมภายในตัวเมียเท่านั้น ดังคำตอบต่อไปนี้

"มีการผสมกันระหว่างตัวผู้กับตัวเมีย แต่ไม่เหมือนผสมจริง โดยเอาหลอดยาวๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ไปเอาน้ำเชื้อจากตัวผู้ไปผสมกับตัวเมีย ฉีดเข้าไปในตัวเมีย เคยเห็นการผสมเทียมวัว แต่ปลาไม่เคยเห็น แต่คิดว่าวิธีก็คงเหมือนกัน"

3. เซลล์สืบพันธุ์เพศเมียของสัตว์คือรังไข่ ดังคำตอบต่อไปนี้

"เป็นวิธีที่ดีที่สุด มีการผสมระหว่างเพศผู้กับเพศเมีย โดยมีเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ คืออสุจิ ผสมกับเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียคือ รังไข่ เกิดการปฏิสนธิกันขึ้น"

"เป็นการใช้เซลล์สืบพันธุ์ระหว่างเพศผู้กับเพศเมียมาผสมกัน เซลล์เพศผู้คือน้ำเชื้อ เซลล์เพศเมียคือ รังไข่"

4. การผสมเทียมจะเหมือนกับการผสมพันธุ์ตามธรรมชาติของสัตว์ ดังคำตอบต่อไปนี้

"มีการผสมระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้คืออสุจิกับเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียคือรังไข่ เรียกว่า การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ การผสมตามธรรมชาติกับการผสมเทียมจะเหมือนกัน เป็นการผสมระหว่างเพศผู้กับเพศเมีย"

"การผสมเทียมใช้เพศผู้และเพศเมียผสมกัน จึงเป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ"

"เป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยมีตัวผู้กับตัวเมียมาผสมพันธุ์กัน"

5. วิธีการผสมเทียมปลา ดังคำตอบต่อไปนี้

"สืบพันธุ์เองไม่ได้ต้องให้คนช่วย เป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ หมายความว่ามีตัวผู้กับตัวเมียผสมพันธุ์กัน เรียกว่า การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศแต่ไม่ทราบว่าเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ของสัตว์คืออะไร เซลล์สืบพันธุ์เพศเมียคืออะไร การผสมเทียมปลามีวิธีการคือผ่าสมองตัวผู้ออกแล้วเอาไปฉีดใส่ตัวเมีย ตัวเมียตั้งท้อง และไข่ออกมา แล้วนำเอาไข่ไปใส่ในบ่อ และไข่จะฟักออกมาเป็นตัว"

6. การผสมพันธุ์ของปลาจะเกิดการปฏิสนธิภายในและออกลูกเป็นไข่ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ปลาสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยตรง ปลาตัวผู้กับตัวเมียผสมกัน ปล่อยน้ำเชื้อออกจากตัวผู้ไปใส่รังไข่ของตัวเมีย เกิดการผสมกัน กลายเป็นไข่ และออกมาเป็นปลาตัวเล็กต่อไป"

7. การแตกหน่อและการงอกใหม่เป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ไฮดรามีหน่อ และหน่อของไฮดราเป็นเพศผู้กับเพศเมีย"

"การแตกหน่อของไฮดราเป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ"

สถาบันวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา BAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"การงอกใหม่ของดาวทะเลเป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เซลล์สืบพันธ์เพศเมีย คือ รังไข่ แต่ของเพศผู้ไม่ทราบ ซึ่งดาวทะเลเป็นสัตว์ที่มีการพัฒนาการงอกใหม่ของหนวด"

ไม่มีแนวคิด

นักเรียนไม่สามารถอธิบายการขยายพันธุ์สัตว์ได้ และอธิบายไม่ตรงประเด็น ดังคำตอบต่อไปนี้

"ไม่รู้"

"ไม่ทราบ ไม่สามารถอธิบายได้"

"เคยเห็นผสมเทียมวัว และเคยเห็นเอาวัวตัวผู้ผสมกับตัวเมีย แต่ไม่เคยเห็นเขาผสมข้างนอก เป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ"

"อธิบายไม่ได้"

ผลการวิจัยแนวคิดนักเรียน เรื่อง การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์สัตว์ สรุปได้ว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ร้อยละ 1.06 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ ร้อยละ 30.32 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 24.47 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 39.89 และไม่มีแนวคิด ร้อยละ 4.26

3. **การจำแนกสัตว์**

มีข้อสอบ 1 ข้อ เป็นการจำแนกสัตว์โดยใช้โครงร่างเป็นเกณฑ์ในการจำแนก ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และจำแนกประเภทของแนวคิดได้ผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่อง การจำแนกสัตว์ (จำนวน 94 คน)

ข้อที่	กลุ่มของแนวคิด/จำนวน (ร้อยละ)				
	SU	PU	PU/SM	SM	NU
5	- (0)	38 (40.43)	4 (4.26)	48 (51.06)	4 (4.26)

จากตารางที่ 10 ที่ผู้วิจัยวัดแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องการจำแนกสัตว์ มีข้อคำถาม 1 ข้อ ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คำถามข้อที่ 5 เป็นคำถามเกี่ยวกับการจำแนกสัตว์โดยใช้โครงร่างของสัตว์เป็นเกณฑ์ในการจำแนก

ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (SU) คิดเป็นร้อยละ 0 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 40.43 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 4.26 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SM) ร้อยละ 51.06 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 4.26 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถจำแนกสัตว์โดยใช้โครงร่างเป็นเกณฑ์ได้ แต่อธิบายถึงโครงร่างของสัตว์ได้เฉพาะบางส่วนเท่านั้น ดังคำตอบต่อไปนี้

"มันเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ส่วนข้ออื่นมีกระดูกสันหลัง"

"สัตว์ในข้อนี้มันไม่มีกระดูกสันหลัง ส่วนสัตว์ในข้ออื่นมีกระดูกสันหลัง คำว่าโครง-ร่าง คือ กระดูกสันหลัง"

"กิ้งกือ หอย มด มันไม่มีกระดูกสันหลัง จึงแตกต่างจากพวก แต่ข้ออื่นมีกระดูกสันหลัง"

"สัตว์ในข้อนี้ไม่มีกระดูกสันหลัง กิ้งกือมีเปลือกแข็งห่อหุ้มร่างกาย หอยมีเปลือกแข็งเป็นที่อยู่อาศัยและป้องกันตัว มดเป็นสัตว์ที่มีลำตัวเล็กและนิ่ม ส่วนสัตว์ในข้ออื่นมีกระดูกสันหลัง"

"มันเป็นสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง แต่ข้ออื่นมีกระดูกสันหลัง โครงร่างคือ กระดูกสันหลัง ซึ่งสัตว์พวกนี้เวลามันเคลื่อนที่มันมีการยืดหยุ่นตัว การคลาน ใช้ขาเดิน เลื้อยคลาน โดยใช้ท้องของมันเคลื่อนที่ไป"

"มันไม่มีกระดูกที่เป็นส่วนประกอบในร่างกาย แต่สัตว์ในข้ออื่นมีกระดูก"

"ไม่มีกระดูกสันหลัง โครงร่างของร่างกายคือกระดูกสันหลัง ถ้ามันไม่มีโครงร่างของร่างกายมันจะใช้ขาในการเคลื่อนที่ ใช้เปลือกแข็ง เช่น หอย ใช้ตัวมันในการเคลื่อนที่ ปูมีกระดอง ก้าม ขา โดยที่เปลือกและกระดองจะแข็ง เพื่อใช้เป็นโครงร่างนอกตัว ไว้ป้องกันอวัยวะของมัน เวลาเจอศัตรูก็จะหดตัวเข้ามา"

"ไม่มีกระดูกสันหลัง แต่สัตว์ในข้ออื่นมีกระดูกสันหลัง กระดูกสันหลังใช้ในการทรงตัว ก้ม เคลื่อนไหว ป้องกันอวัยวะภายใน ช่วยให้ร่างกายเคลื่อนไหวได้ หยิบจับสิ่งของต่างๆ"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"โครงร่างของร่างกายคือกระดูกสันหลัง สัตว์ในข้อนี้ไม่มีกระดูกสันหลัง ส่วนสัตว์ในข้ออื่นมีกระดูกสันหลัง จึงแตกต่างจากพวก"

"สัตว์ทั้งสามชนิดไม่มีกระดูกสันหลัง ส่วนสัตว์ในข้ออื่นมีกระดูกสันหลัง คำว่าโครง-ร่างของร่างกายคือ ส่วนต่างๆ ของร่างกายทุกส่วน"

"โครงร่างของร่างกาย คือ กระดูก กิ้งกือ หอย มด มันไม่มีกระดูก แต่สัตว์ในข้ออื่นมีกระดูก"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

นักเรียนสามารถจำแนกสัตว์ได้แต่อธิบายถึงโครงร่างของสัตว์ได้ถูกต้องบางส่วนและมีบางส่วนไม่ถูกต้อง ดังคำตอบต่อไปนี้

"สัตว์ในข้อนี้ตัวเล็ก ไม่มีกระดูกสันหลัง หรือไม่มีโครงร่าง ส่วนสัตว์ในข้ออื่นมีกระดูกสันหลัง คำว่าโครงร่างของร่างกาย คือ ส่วนประกอบในร่างกายของสัตว์ทุกส่วน เช่น กระดูก เป็นต้น"

"กิ้งกือ หอย มด แตกต่างจากพวก เช่น กิ้งกือเป็นสัตว์หลายขา หอยก็เป็นสัตว์ไม่มีขา และมดมีขาน้อยแต่มันเดินเร็วกว่ากิ้งกือ และสัตว์ทั้ง 3 ตัวนี้มันไม่มีกระดูกสันหลัง"

"สัตว์ในข้อนี้ไม่มีกระดูกสันหลัง แต่ข้ออื่นมีกระดูกสันหลัง จึงแตกต่างจากพวก คำว่าโครงร่างของร่างกายคือกระดูกสันหลัง และกระดูกทุกส่วนในร่างกาย มันทำหน้าที่ยึดร่างกายไม่ผิวหนังลอกออกมา ส่วนสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังใช้เปลือกในการยึดร่างกาย"

"สัตว์ในข้อนี้ไม่มีกระดูก แต่สัตว์ในข้ออื่นมีกระดูก โครงร่างของร่างกายคือรูปร่าง"

แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการจำแนกสัตว์โดยใช้โครงร่างของร่างกายเป็นเกณฑ์ ในประเด็นดังต่อไปนี้

1. ไม่สามารถจำแนกสัตว์โดยใช้โครงร่างเป็นเกณฑ์ในการจำแนกได้ แต่ใช้เกณฑ์อื่นๆ ตามความคิดของนักเรียนเองมาใช้เป็นเกณฑ์ เช่น รูปร่าง ที่อยู่อาศัย ขนาดของร่างกาย เป็นต้น ดังคำตอบต่อไปนี้

"ปลาเป็นสัตว์น้ำ นกเป็นสัตว์ปีก จิ้งจกเป็นสัตว์เลื้อยคลาน มันจึงแตกต่างกัน"

"ร่างกายไม่เหมือนกัน ปลาเป็นสัตว์น้ำ นกเป็นสัตว์ปีก จิ้งจกไม่มีกระดูกสันหลัง โครงร่างของร่างกายคือ กระดูกสันหลัง"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"ปลามันอยู่ในน้ำ นกมันบินได้ จิ้งจกมันกินแมลงสัตว์ในกลุ่มนี้มันแตกต่างกัน มันอยู่ด้วยกันไม่ได้ ส่วนโครงร่างของร่างกายคือ กระดูก"

"โครงร่างเป็นกระดูกของร่างกาย ปลา นก จิ้งจก มันตัวเท่ากัน แต่ในข้ออื่นมีทั้งสัตว์ตัวใหญ่และตัวเล็กในข้อเดียวกัน"

"จระเข้มีกระดูกแข็งเนื้อหุ้มอยู่ เต่ามีกระดูกแข็งกระดองหุ้มอยู่ กบมีกระดูกแข็งเนื้อหุ้มอยู่ มันเป็นสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ จระเข้กับกบมีเนื้อและหนังหุ้มอยู่ แต่เต่ามันมีกระดองแข็งหุ้มอยู่มันจึงแตกต่างจากพวก"

"มันเป็นสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ มันมีโครงร่างในร่างกาย สัตว์ในข้ออื่นก็มีเหมือนกัน แต่ข้อนี้โครงร่างจะดีกว่าสัตว์ชนิดอื่น"

"มีการป้องกันตัว เวลามีศัตรูมา จระเข้จะป้องกันโดยไล่กัด เต่าหดในกระดอง เอาขา หัว และหางหดเข้าไปในกระดอง กบจะกระโดดหนี มันจึงไม่เหมือนสัตว์อื่น"

"หอยเป็นสัตว์เลื้อยคลาน แต่กิ้งก่อกับมดมีขา เป็นสัตว์ไม่เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม จึงแตกต่างจากพวก"

"มันเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีขนาดแตกต่างกัน แมวขนาดปานกลาง วาฬขนาดใหญ่ ค้างคาวขนาดเล็กมาก คำว่าโครงร่างของร่างกายคือ กระดูกสันหลัง"

"มีร่างกายแตกต่างจากพวก เป็นสัตว์บกและสัตว์น้ำในข้อเดียวกัน"

"มันเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีขนาดแตกต่างกัน แมวขนาดปานกลาง วาฬขนาดใหญ่ ค้างคาวขนาดเล็กมาก คำว่าโครงร่างของร่างกายคือ กระดูกสันหลัง"

"มีร่างกายแตกต่างจากพวก เป็นสัตว์บกและสัตว์น้ำในข้อเดียวกัน"

2. โครงร่างของร่างกายสัตว์คือกระดูกสันหลัง หรือกระดูกเพียงบางส่วนภายในร่างกายเท่านั้น โดยนักเรียนไม่ทราบว่ามีทั้งโครงร่างแข็งภายในและภายนอก ซึ่งกระดูกสันหลังจะเป็นโครงร่างบางส่วนเท่านั้น ดังคำตอบต่อไปนี้

"จระเข้ เต่า กบ เป็นสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกเหมือนกัน โครงร่างมันไม่เหมือนสัตว์อื่น โครงร่างของร่างกายคือ โครงกระดูก"

"โครงร่างคือ กระดูกสันหลัง สัตว์ในข้อนี้มันมีกระดูกสันหลัง แต่สัตว์ในข้ออื่นไม่มีกระดูกสันหลัง"

"สัตว์ในข้อนี้ตัวเล็ก ไม่มีกระดูกสันหลัง หรือไม่มีโครงร่าง ส่วนสัตว์ในข้ออื่นมีกระดูกสันหลัง คำว่าโครงร่างของร่างกาย คือ ส่วนประกอบในร่างกายของสัตว์ทุกส่วน เช่น กระดูก เป็นต้น"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"โครงร่างของร่างกายคือ กระดูกขาเท่านั้น สัตว์ในข้อนี้มันไม่มีโครงร่างของร่างกาย แต่ข้ออื่นมี"

"สัตว์ในข้อนี้มีโครงร่างแข็งแรงกว่าสัตว์อื่น จึงแตกต่างจากพวก คำว่าโครงร่างคือกระดูกทุกส่วนในร่างกาย"

"สัตว์ในข้อนี้ไม่มีโครงร่าง ส่วนข้ออื่นมีโครงร่าง จึงแตกต่างจากพวก คำว่าโครงร่างคือกระดูกที่เป็นโครงร่างในร่างกาย"

3. ไม่เข้าใจคำว่า โครงร่างของร่างกาย โดยคิดว่าโครงร่างของร่างกายคืออวัยวะทุกส่วน ,อวัยวะบางส่วน ,กระดูกบางส่วน หรือ รูปร่างของสัตว์ เป็นต้น ดังคำตอบต่อไปนี้

"สัตว์ทั้งสามชนิดมันออกลูกเป็นไข่ คำว่า โครงร่างของร่างกายคืออวัยวะในร่างกายทุกส่วน"

"ค้างคาวออกลูกเป็นตัว ทั้งสามเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมจึงแตกต่างจากพวก คำว่าโครงร่างของร่างกายคือ อวัยวะของร่างกาย"

"เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลัง ส่วนข้ออื่นไม่มีกระดูกสันหลัง โครงร่างของร่างกายคือส่วนต่างๆ ของร่างกายทุกส่วน"

"มันเป็นสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ เวลามันอยากขึ้นบกมันก็ขึ้นได้ เวลาอยากลงน้ำก็ลงได้ โครงร่างของร่างกายคือ หนัง"

"ไม่เข้าใจโจทย์ คิดว่ามันออกแบบง่าย สร้างไม่ยากทำให้นักวิทยาศาสตร์นิยมสร้าง จระเข้ เต่า กบ โครงร่างของร่างกายคืออวัยวะต่างๆ และกระดูก"

"จระเข้รูปร่างใหญ่กว่า แต่เต่าและกบโครงสร้างเล็กกว่า โครงร่างคือ ขนาดของสัตว์ชนิดนั้น ขนาดของร่างกายสัตว์"

"สัตว์ในข้อนี้ไม่มีกระดูก แต่สัตว์ในข้ออื่นมีกระดูก โครงร่างของร่างกายคือรูปร่าง"

"เป็นสัตว์ที่มีขนาดเล็ก มันจึงแตกต่างจากเพื่อน โครงร่างของร่างกายคือ การห่อหุ้มของผิวหนัง"

"เป็นสัตว์มีโครงร่างไม่เหมือนกับสัตว์ทุกชนิด มันแยกออกจากกัน คำว่าโครงร่างคือ เนื้อ"

4. กระดูกเป็นตัวยึดผิวหนังไม่ให้ลอกออกมา ดังคำตอบต่อไปนี้

"สัตว์ในข้อนี้ไม่มีกระดูกสันหลัง แต่ข้ออื่นมีกระดูกสันหลัง จึงแตกต่างจากพวก คำว่าโครงร่างของร่างกายคือกระดูกสันหลัง และกระดูกทุกส่วนในร่างกาย มันทำหน้าที่ยึด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ร่างกายไม่ผิวหนังลอกออกมา ส่วนสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังใช้เปลือกในการยึดร่างกาย"

5. โครงร่างของร่างกายมีหน้าที่ในการเคลื่อนไหวเท่านั้น คือมีเฉพาะกระดูกขา หรือพิจารณาจากการมีขาเท่านั้น ดังคำตอบต่อไปนี้

"กิ้งกือ หอย มด แตกต่างจากพวก เช่น กิ้งกือเป็นสัตว์หลายขา หอยก็เป็นสัตว์ไม่มีขา และมดมีขาน้อยแต่มันเดินเร็วกว่ากิ้งกือ และสัตว์ทั้ง 3 ตัวนี้มันไม่มีกระดูกสันหลัง"

"โครงร่างของร่างกายคือ กระดูกขาเท่านั้น สัตว์ในข้อนี้มันไม่มีโครงร่างของร่างกาย แต่ข้ออื่นมี"

ไม่มีแนวคิด

นักเรียนไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับการจำแนกสัตว์โดยใช้โครงร่างของร่างกายเป็นเกณฑ์ได้ ดังคำตอบต่อไปนี้

"มันไม่เหมือนเพื่อน โครงร่างของร่างกายไม่ทราบว่าคืออะไร"

"มันไม่เหมือนสัตว์อื่น แต่อธิบายไม่ได้"

"ไม่ทราบ"

"หอย เป็นสัตว์น้ำ กิ้งกือมีขามากเป็นสัตว์บก มดมีขามากกว่า 4 ขา เป็นสัตว์บก มันแปลกจากพวกจึงเอาข้อนี้"

4. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

มีข้อสอบ 1 ข้อ ได้แก่ ลักษณะเด่น ลักษณะด้อย ในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และจำแนกประเภทของแนวคิดได้ผลดังตารางที่ 11

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 11 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (จำนวน 94 คน)

ข้อที่	กลุ่มของแนวคิด/จำนวน (ร้อยละ)				
	SU	PU	PU/SM	SM	NU
6	12 (12.77)	20 (21.28)	0 (0)	57 (60.64)	5 (5.32)

จากตารางที่ 11 ที่ผู้วิจัยวัดแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม มีข้อคำถาม 1 ข้อ ดังนี้

คำถามข้อที่ 6 เป็นคำถามเกี่ยวกับลักษณะเด่น ลักษณะด้อย ในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสัตว์

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (SU) คิดเป็นร้อยละ 12.77 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 21.28 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 0 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SM) ร้อยละ 60.64 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 5.32 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของลักษณะเด่น ลักษณะด้อยได้ถูกต้องสมบูรณ์ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ลูกออกมาเหมือนพ่อมีขนสีดำทั้งหมด จึงให้ลักษณะของพ่อคือขนสีดำเป็นลักษณะเด่น ขนสีขาวไม่มีจึงเป็นลักษณะด้อย"

"ลักษณะเด่นจะข่มลักษณะด้อย ลูกออกมาจึงมีสีดำทั้งหมด"

"ลูกทั้งสี่ตัวมีขนสีดำเหมือนพ่อทุกตัว สีดำจึงเป็นลักษณะเด่น สีขาวจึงเป็นลักษณะด้อย"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

นักเรียนสามารถอธิบายความหมายลักษณะเด่น ลักษณะด้อยได้ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ลูกที่ออกมามีขนสีดำมากกว่า จึงให้เป็นลักษณะเด่น สีขาวไม่มีเลย จึงเป็นลักษณะด้อย"

"ลูกออกมามีขนสีดำมากกว่า เห็นได้มากกว่า เรียกว่าลักษณะเด่น ถ้ามีไม่มากหรือมีน้อยกว่า เรียกว่าลักษณะด้อย"

"ลูกออกมาทั้งหมดเหมือนพ่อ ซึ่งมีจำนวนมากกว่า สีขาว จึงให้ขนสีดำเป็นลักษณะเด่น ขนสีขาวเป็นลักษณะด้อยเพราะไม่มี"

"ลูกมีขนสีดำจำนวนมากกว่าขนสีขาว สีดำจึงเป็นลักษณะเด่น สีขาวมันมีจำนวนน้อยกว่าจึงเป็นลักษณะด้อย"

แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ในประเด็นดังต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. ลักษณะเด่นต้องมาจากพ่อมากกว่ามาจากแม่ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ลูกมีสายเลือดของพ่อมากกว่า สีดำจึงเป็นลักษณะเด่น ขนสีขาวจึงเป็นลักษณะด้อย"

"มีสายเลือดเหมือนพ่อมากที่สุด"

"ลูกสืบสายเลือดพ่อมากที่สุด"

"ลูกมีสายเลือดของพ่อมากที่สุด ลักษณะของพ่อจึงเด่น"

2. เชื้อของพ่อแรงกว่าของแม่ หรือน้ำเชื้อมากกว่า ดังคำตอบต่อไปนี้

"สีดำเข้มกว่าสีขาว เซลล์ตัวผู้แรงกว่าตัวเมียซึ่งดูจากจำนวนลูกมีขนสีดำมากกว่าจึงให้ขนสีดำเป็นลักษณะเด่น สีขาวเป็นลักษณะด้อย

"เซลล์ของเพศผู้แรงกว่าเพศเมีย"

"น้ำเชื้อตัวผู้แรงกว่าตัวเมีย จึงทำให้ขนสีดำมีลักษณะเด่นกว่าสีขาว"

"ตัวผู้มีน้ำเชื้อแรงกว่า จึงเป็นลักษณะเด่น"

"น้ำเชื้อของพ่อขนสีดำมีมากกว่าขนสีขาวของเพศเมีย พอผสมกันออกมาลูกก็เลยมีเฉพาะสีดำ ลักษณะเด่นคือ น้ำเชื้อมากกว่า ลักษณะด้อยคือ น้ำเชื้อจะน้อยกว่า"

3. เป็นการแบ่งเซลล์ของพ่อและแม่ที่ไม่เท่ากัน ดังคำตอบต่อไปนี้

"สีดำของพ่อมีการแบ่งเซลล์มากกว่า สีขาวของแม่ จึงให้สีดำเป็นลักษณะเด่น สีขาวเป็นลักษณะด้อย"

"เป็นการแบ่งเซลล์ไม่เท่ากัน ก็เลยออกลูกมามีแต่สีดำ จึงให้สีดำเป็นลักษณะเด่น สีขาวเป็นลักษณะด้อย"

"เพศผู้น้ำเชื้อมีเซลล์มากกว่าเพศเมีย"

4. ยีนที่ได้รับมามากจะทำให้เป็นยีนเด่น ซึ่งแนวคิดที่ถูกต้องลูกจะได้รับการถ่ายทอดจากพ่อและแม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับว่ายีนตัวใดเป็นยีนเด่นหรือด้อย ไม่ใช่รับมาจากตัวใดมากกว่าจึงจะเป็นยีนเด่น รับมาน้อยกว่าจึงจะเป็นยีนด้อย ดังคำตอบต่อไปนี้

"ถ่ายทอดพันธุกรรมมาจากพ่อ ได้มาจากพ่อมากกว่าจึงเรียกว่าลักษณะเด่น ขนสีขาวของแม่จึงเป็นลักษณะด้อย คำว่าลักษณะเด่น คือ ได้จากตัวใดตัวหนึ่งมากกว่า มีจำนวนมากกว่า ส่วนลักษณะด้อย คือ ได้มาจากตัวใดตัวหนึ่งน้อยกว่า หรือมีน้อยกว่า"

"ได้รับการถ่ายทอดพันธุกรรมจากพ่อและแม่ แต่ได้จากพ่อมากกว่าจึงเป็นลักษณะเด่น ได้จากแม่เหมือนกันแต่ไม่ปรากฏออกมาจึงเป็นลักษณะด้อย"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"ถ่ายทอดทางพันธุกรรมจากพ่อมากกว่าที่ได้รับการถ่ายทอดจากแม่ จึงให้ขนสีดำของพ่อเป็นลักษณะเด่น สีขาวของแม่เป็นลักษณะด้อย"

"มีโฮโมนสุนัขตัวผู้มากกว่าโฮโมนตัวเมีย ลูกออกมามีลักษณะของพ่อมากว่าตัวแม่"

5. เด็กเข้าใจว่าลักษณะด้อยปรากฏในรุ่นลูกได้ และมีจำนวนน้อยกว่าในรุ่นลูก แต่แนวคิดที่ถูกต้องลักษณะเด่นจะปรากฏในรุ่นลูกหรือทุกรุ่น ส่วนลักษณะด้อยไม่ปรากฏในรุ่นลูกแต่จะปรากฏในรุ่นต่อไปและมีจำนวนน้อยกว่า ดังคำตอบต่อไปนี้

"ลูกทั้งหมดมีขนสีดำ ซึ่งมีมากกว่า จึงให้ขนสีดำเป็นลักษณะเด่น ส่วนสีขาวไม่มีเลย จึงให้ขนสีขาวเป็นลักษณะด้อย"

"ลูกมีขนสีดำจำนวนมากกว่าขนสีขาว สีดำจึงเป็นลักษณะเด่น สีขาวมันมีจำนวนน้อยกว่าจึงเป็นลักษณะด้อย"

6. ไม่เข้าใจความหมายของคำว่า ลักษณะเด่น และลักษณะด้อย โดยจะให้สิ่งที่ตนเองชอบว่าเป็นลักษณะเด่น หรือกำหนดลักษณะเด่น ลักษณะด้อยเองตามความคิดของตน โดยไม่นำแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์มาใช้ เช่น สี ความสวยงาม ความสะอาด เป็นต้นดังคำตอบต่อไปนี้

"สีเข้มกว่า เรียกว่าลักษณะเด่น สีอ่อนกว่า เรียกว่าลักษณะด้อย"

"ขนสีดำเป็นลักษณะเด่น มันเข้มกว่าขนสีขาวจึงให้มันเป็นลักษณะเด่น"

"สีดำเด่นกว่าและมีมากกว่าสีขาว จึงให้สีดำเป็นลักษณะเด่น สีขาวเป็นลักษณะด้อย"

"ขนสีดำมันสวยงามกว่าขนสีขาว ขนสีดำจึงเป็นลักษณะเด่น"

"ตัวผู้มีสีสันสวยงาม สะดุดตามากกว่าตัวเมีย ลักษณะตัวผู้จึงเป็นลักษณะเด่น คำว่าลักษณะเด่น คือ ความสวยงาม สะดุดตา"

"สีดำเป็นตัวผู้จึงเป็นลักษณะเด่น ขนสีขาวเป็นตัวเมีย จึงเป็นลักษณะด้อย และสีดำมีความทนทาน แข็งแรงกว่าสีขาว จึงเป็นลักษณะเด่น"

"ขนสีดำเป็นสีที่เข้มกว่าจึงเป็นลักษณะเด่น สีขาวไม่เข้ม จึงเป็นลักษณะด้อย"

"ขนสีขาวสวยแต่เวลาไปเล่นที่ไหนขนก็จะมีสีดำ สีดำจึงเป็นลักษณะเด่น สีขาวจึงเป็นลักษณะด้อย"

"ลักษณะเด่นคือมันสวย สุดยอด สีดำมันสวยกว่าสีขาว มันจึงเป็นลักษณะเด่น"

"สีดำมันสวยกว่าสีขาว จึงให้สีดำเป็นลักษณะเด่น"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"ลักษณะเด่นคือมีความสวย ส่วนลักษณะด้อยคือมันลาย"

"ขนสีขาวเป็นลักษณะเด่นเพราะมันสว่างมากกว่า สีดำมันมืด มันจึงเป็นลักษณะด้อย"

"ขนสีขาวมองดูสะอาดตากว่าสีดำ จึงให้เป็นลักษณะเด่นส่วนสีดำสกปรกกว่าจึงให้เป็นลักษณะด้อย"

"ตัวผู้ผสมพันธุ์กับตัวเมียมีลูกออกมา ลักษณะเด่นดูจากสีสัน หน้าตา รูปร่าง ท่าทาง"

"ทั้งสองตัวมีรูปร่างเท่ากัน ขนาดเท่ากัน สีต่างกัน ตัวผู้ให้น้ำเชื้อมากกว่าตัวเมีย แต่ตัวเมียสีเข้มกว่า ทั้งสองจึงมีค่าเท่ากัน ลูกทั้งสี่ตัวจะออกมาเป็นสีขาวหรือสีดำก็ได้ ทั้งสองเป็นลักษณะเด่นเหมือนกัน"

"ขนของสัตว์ทุกตัวมีลักษณะแตกต่างกัน ขนของสัตว์ทุกตัวมีลักษณะเด่น ขนสีดำไม่เหมือนขนสีขาวจึงเป็นลักษณะเด่นเหมือนกัน"

"สุนัขตัวผู้ลูกต้องเกิดมาเป็นขนเหมือนพ่อมากกว่า ตัวเมีย ให้ทั้งสองเป็นลักษณะเด่น มันเด่นทั้งสองสี ไม่เข้าใจคำว่าลักษณะเด่น ลักษณะด้อย"

"สัตว์ทั้งหลายมีลักษณะเด่นในตัว แต่ละลักษณะถือเป็นลักษณะเด่น ทั้งสีดำและสีขาว"

ไม่มีแนวคิด

นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ไม่ทราบ"

5. การจำแนกสาร

มีข้อสอบ จำนวน 2 ข้อ ได้แก่ การจำแนกสารโดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์และการจำแนกสารโดยใช้สมบัติต่างๆ ที่เหมือนกันเป็นเกณฑ์ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และจำแนกประเภทของแนวคิดได้ผลดังตารางที่ 12

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 12 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่อง การจำแนกสาร (จำนวน 94 คน)

ข้อที่	กลุ่มของแนวคิด/จำนวน (ร้อยละ)				
	SU	PU	PU/SM	SM	NU
7	19 (20.21)	1 (1.06)	2 (2.13)	69 (73.40)	3 (3.19)
8	4 (4.26)	64 (68.09)	0 (0)	25 (26.60)	1 (1.06)
สรุปรวม	23 (12.23)	65 (34.57)	2 (1.06)	94 (50.00)	4 (2.13)

จากตารางที่ 12 ที่ผู้วิจัยวัดแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องการจำแนกสาร ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิจัยเป็นรายข้อ ดังนี้

คำถามข้อที่ 7 เป็นคำถามเกี่ยวกับการจำแนกสาร โดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (SU) คิดเป็นร้อยละ 20.21 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 1.06 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 2.13 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SM) ร้อยละ 73.40 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 3.19 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

นักเรียนสามารถจำแนกสาร โดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์ได้ถูกต้อง โดยบอกสถานะของสารได้ถูกต้องทั้งหมด ดังคำตอบต่อไปนี้

"สารทั้งสามชนิดมีสถานะเป็นของแข็งเหมือนกัน"

"สารทั้งสามชนิดมีสถานะเป็นของแข็งเหมือนกัน จึงจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน"

"มีสถานะเป็นของแข็งทั้งสามชนิด ส่วนข้ออื่น มีของเหลว แก๊ส และของแข็งปนกันไป"

"สารในข้อ ก มีลักษณะเป็นของแข็งทั้งหมด ข้ออื่นมีลักษณะปะปนกันไป มีทั้งของเหลว แก๊ส ของแข็ง ผสมกัน จึงไม่ได้จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน"

"มีสถานะเป็นของแข็งเหมือนกันทั้งหมด แต่ข้ออื่นผสมกัน มีทั้งของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ไม่ใช่สถานะเดียวกันจะจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันไม่ได้"

"ดินน้ำมันเป็นของแข็ง เกลือเป็นของแข็ง ชอล์กเป็นของแข็ง ทั้งหมดมีสถานะเหมือนกันจึงจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

นักเรียนสามารถจำแนกสารโดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์ได้ถูกต้อง แต่อธิบายสถานะของสารไม่ครบถ้วน ดังคำตอบต่อไปนี้

"เป็นของแข็งเหมือนกันทั้งหมด แต่ข้ออื่นเป็นของเหลว ของแข็ง มีสารปนกันไป"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

นักเรียนสามารถจำแนกสารโดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์ได้ถูกต้องแต่บอกสถานะของสารไม่ถูกต้องบางส่วน ดังคำตอบต่อไปนี้

"มีสถานะเป็นของแข็งเหมือนกันทั้งหมด แต่ข้ออื่นมีทั้งของแข็ง ของเหลว ไอน้ำรวมอยู่ด้วยกัน ปะปนกัน"

"มีสถานะเป็นของแข็งเหมือนกันทั้งหมด ส่วนข้ออื่นปนกันไป มีทั้งของเหลวและของแข็งในข้อเดียวกัน ซึ่งสารต่างๆ ในโลกนี้มี 2 สถานะ คือ ของแข็งและของเหลว"

แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่อง การจำแนกสารโดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์ ในประเด็นดังต่อไปนี้

1. ใช้คำอื่นแทนคำว่า "สถานะ" เช่น ลักษณะ, ส่วนผสม, สาร เป็นต้น ดังคำตอบต่อไปนี้

"มันมีสารเหมือนกัน จึงจัดไว้ในกลุ่มเดียวกันดินน้ำมันมีสาร เกลือมันเค็ม ชอล์กเป็นฝุ่นละออง"

"เป็นส่วนผสมเดียวกัน"

"สารในข้อ ก มีลักษณะเป็นของแข็งทั้งหมด ข้ออื่นมีลักษณะปะปนกันไป"

"สารมีสถานะมากมาย นับไม่ได้ เช่น สารเคมี สารอันตราย สารสกปรก ฯลฯ"

2. ไม่เข้าใจการจำแนกสารโดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์ได้ โดยนำเอาสารที่มีสถานะทั้งสามสถานะ ได้แก่ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส มาจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ดังคำตอบต่อไปนี้

"มีของแข็ง ของเหลว และแก๊ส อยู่ในข้อเดียวกัน"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"มันแตกต่างจากพวก ในกลุ่มเดียวกันสารทั้งสามชนิดไม่เหมือนกันเลย ผงซักฟอก ใช้สำหรับซักผ้าต่างๆ น้ำปลาเอาไว้ปรุงรส ไอน้ำก็ระเหยไปตามอากาศ"

"ในข้อนี้มีทุกสถานะ ได้แก่ ทราย เป็นของแข็ง น้ำส้มสายชูเป็นของเหลว ควันไฟ เป็นแก๊ส ซึ่งมีครบทุกสถานะ"

"มีของแข็ง ของเหลว และแก๊ส อยู่ในข้อเดียวกัน ครบทั้ง สถานะ จึงจัดอยู่ด้วยกัน"

"ทรายมีสถานะเป็นของแข็ง น้ำส้มสายชูมีสถานะเป็นของเหลว ควันไฟมีสถานะ เป็นแก๊ส มันมีสถานะแตกต่างกันและครบทั้งสามสถานะ"

3. ไม่เข้าใจการจำแนกสารโดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์ โดยนำส่วนผสมของสารที่เหมือนกันหรือแตกต่างกันมาใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนก และใช้เกณฑ์อื่นๆ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ทั้งสามชนิดมันละลายน้ำได้หมด น้ำตาลทรายมีสถานะเป็นของแข็ง น้ำเกลือมี สถานะเป็นของเหลว น้ำมันมีสถานะเป็นของเหลว"

"มันมีสารเหมือนกัน จึงจัดไว้ในกลุ่มเดียวกันดินน้ำมันมีสาร เกลือมันเค็ม ชอล์ก เป็นฝุ่นละออง"

"ทั้งหมดมีสารเหมือนกัน"

"เป็นส่วนประกอบเดียวกัน สารมี 3 สถานะ ได้แก่ สารสี สารละลาย และ สารอาหาร"

"เป็นส่วนผสมเดียวกัน ใช้สารหรือของผสมเดียวกันมี ซึ่งสารมี 3 สถานะ ได้แก่ สารผสมสารไหว้ และสารตัดสิน"

"ดินน้ำมันมีส่วนผสมมากมาย เกลือเป็นส่วนผสมเค็ม ชอล์กเป็นผง"

"ดินน้ำน้ำมันไม่ใช้ส่วนผสมของสาร เกลือและชอล์กก็ไม่ใช้ส่วนผสมของสาร ทั้ง สามชนิดไม่ใช้ส่วนผสมของสารเหมือนกัน จึงจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน"

"ไม่ได้ใช้ส่วนผสมของสาร ดินน้ำมันมีสถานะเหมือนดิน เกลือมีสถานะเหมือน เกล็ดปลา ชอล์กมีสถานะเป็นผง ฝุ่น"

"มันใช้ประโยชน์ได้เหมือนกัน"

"มันแตกต่างจากพวก ในกลุ่มเดียวกันสารทั้งสามชนิดไม่เหมือนกันเลย ผงซักฟอก ใช้สำหรับซักผ้าต่างๆ น้ำปลาเอาไว้ปรุงรส ไอน้ำก็ระเหยไปตามอากาศ"

"ควันไฟทำให้แสบตา น้ำส้มสายชูทำให้ท้องเสีย ทรายตากแดดทำให้เท้าเราร้อน ทั้งหมดมันมีผลเสียต่อเรา"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"น้ำตาลทรายมีสถานะเป็นของแข็ง น้ำเกลือมีสถานะเป็นของเหลว น้ำมันมีสถานะเป็นของเหลว มีสถานะแตกต่างกัน แต่เอามาผสมกันได้"

"น้ำตาลทราย น้ำเกลือ น้ำมัน ใช้ปรุงอาหารได้ แต่ไม่ทราบสถานะของมัน"

"สารทั้งสามอย่างนี้มันผสมกันได้ เมื่อเทน้ำลงไปในแก้วเทน้ำมันลงไปมันลอยเหนือน้ำ"

4. ไม่เข้าใจคำว่า "ของแข็ง" กับ "ความแข็ง" โดยคิดว่าเป็นคำเดียวกัน ของแข็งต้องมีความแข็งเท่านั้น ดังคำตอบต่อไปนี้

"ดินน้ำมันเป็นของเหลว เพราะมันเหลว ของแข็งต้องเป็นก้อนเมื่อจับมันต้องแข็ง"

5. ระบุสถานะของสารไม่ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน หรือรู้เพียงบางสถานะของสารเท่านั้น ดังคำตอบต่อไปนี้

"สารทั้งสามชนิดมีสถานะต่างกัน ทรายเป็นผง น้ำส้มสายชูเป็นน้ำ ควันเป็นละออง"

"ดินน้ำมัน เกลือ ชอล์ก มันเป็นของเหลวเหมือนกันทั้งหมด"

"มีสถานะเป็นของแข็งเหมือนกันทั้งหมด ส่วนข้ออื่นปนกันไป มีทั้งของเหลวและของแข็งในข้อเดียวกัน ซึ่งสารต่างๆ ในโลกนี้มี 2 สถานะ คือ ของแข็งและของเหลว"

"เป็นส่วนประกอบเดียวกัน สารมี 3 สถานะ ได้แก่ สารสี สารละลาย และสารอาหาร"

"เป็นส่วนผสมเดียวกัน ใช้สารหรือของผสมเดียวกันมี ซึ่งสารมี 3 สถานะ ได้แก่ สารผสม สารไหว้ และสารตัดสิน"

"ชอล์กมีสถานะเป็นผง ฝุ่น"

"มีสถานะเป็นของแข็งเหมือนกันทั้งหมด แต่ข้ออื่นมีทั้งของแข็ง ของเหลว ไอน้ำรวมอยู่ด้วยกัน ปะปนกัน"

"สารทั้งสามชนิดมีสถานะต่างกัน ทรายเป็นผง น้ำส้มสายชูเป็นน้ำ ควันเป็นละออง"

"น้ำตาลทรายมีสถานะเป็นของแข็ง น้ำเกลือเป็นน้ำ น้ำมันเป็นน้ำ"

"น้ำตาลมีสถานะเป็นหวาน เกลือมันเค็ม น้ำมันไม่ทราบ"

"สารมีสถานะมากมาย นับไม่ได้ เช่น สารเคมี สารอันตราย สารสกปรก ฯลฯ"

6. ไม่เข้าใจสมบัติของสารแต่ละสถานะ เช่น เข้าใจว่าของแข็งต้องแข็ง สารที่มีลักษณะเป็นผง ฝุ่น ไม่ใช่ของแข็ง หรือสารบางชนิดเมื่อถูกความร้อนจะเหลว จึงคิดว่าเป็น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ของเหลวจากประสบการณ์ที่เคยได้สัมผัสโดย หรือสารที่มีขนาดเล็ก ไหลได้จึงคิดว่าเป็นของเหลว ซึ่งเกิดจากการพิจารณาสมบัติของสารแต่ละสถานะเพียงลักษณะบางอย่างเท่านั้น ดังคำตอบต่อไปนี้

"ดินน้ำมันเป็นของเหลว เกลือเป็นของแข็ง ชอล์กเป็นของแข็ง มันมีสถานะแตกต่างกัน"

"ดินน้ำมัน เกลือ ชอล์ก เป็นของเหลวทั้งหมด"

"ทั้งสามชนิดมีสถานะไม่เหมือนกัน ดินน้ำมันเหมือนดินเหนียว เกลือเหมือนเกล็ดชอล์กเหมือนดินขาวเป็นผง"

"ดินน้ำมันมีสถานะเหมือนดิน เกลือมีสถานะเหมือนเกล็ดปลา ชอล์กมีสถานะเป็นผง ฝุ่น"

"มันเป็นสารแตกต่างจากพวก น้ำตาลมันหวาน เกลือมันเค็ม ส่วนน้ำมันสำหรับทอดอะไรก็ได้"

"ดินน้ำมันเป็นของแข็ง เกลือเป็นของแข็ง ชอล์กเป็นของแข็ง ผงซักฟอกเป็นของเหลว น้ำปลาเป็นของเหลว ไอน้ำเป็นแก๊ส ทรายเป็นของเหลว น้ำส้มเป็นของเหลว ควันไฟเป็นแก๊ส น้ำตาลเป็นของเหลว น้ำเกลือเป็นของเหลว น้ำมันเป็นของเหลว"

7. สารที่มีคำว่า "น้ำ" จะมีสถานะเป็นของเหลว ดังคำตอบต่อไปนี้

"น้ำเกลือ น้ำมัน น้ำตาลทราย มันเป็นน้ำเหมือนกัน มีสถานะเป็นของเหลวเหมือนกันทั้งหมด"

"น้ำตาลทรายมีสถานะเป็นของเหลว น้ำเกลือมีสถานะเป็นของเหลว น้ำมันมีสถานะเป็นของเหลว ทั้งหมดมีสถานะเป็นของเหลวเหมือนกัน"

"น้ำตาลทราย น้ำเกลือ น้ำมัน สารในข้อนี้มีลักษณะเป็นน้ำเหมือนกัน"

ไม่มีแนวคิด

นักเรียนไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับสถานะของสารได้ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ไม่ทราบ"

"ไม่ทราบเกี่ยวกับสถานะของสาร"

"สารมีสถานะเหมือนกัน แต่ไม่ทราบเกี่ยวกับสถานะ"

คำถามข้อที่ 8 เป็นคำถามเกี่ยวกับการจำแนกสารโดยใช้สมบัติต่างๆ ที่เหมือนกันเป็นเกณฑ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (SU) คิดเป็นร้อยละ 4.26 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 68.09 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วน และคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 0 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิด เชิงวิทยาศาสตร์ (SM) ร้อยละ 26.60 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 1.06 โดยมีคำตอบ ที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

นักเรียนสามารถจำแนกสารตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ได้ และอธิบายได้ถูกต้อง ครบถ้วน ดังคำตอบต่อไปนี้

"เป็นของแข็ง ไม่ละลายน้ำ นำไฟฟ้า และไม่นำความร้อน มีสมบัติเหมือนกับโจทย์ ที่กำหนดให้"

"ของแข็งไม่ละลาย นำไฟฟ้า ไม่นำความร้อน มันมีสมบัติเหมือนกับข้อมูลที่ กำหนดให้ในโจทย์"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

นักเรียนส่วนมากจำแนกสารได้แต่อธิบายสมบัติของสารไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ โดย บอกเฉพาะสมบัติบางประการ หรือมีสมบัติเหมือนกันเท่านั้น ดังคำตอบต่อไปนี้

"มันไม่ละลาย นำไฟฟ้า และไม่นำความร้อน ซึ่งเหมือนกับโจทย์ที่กำหนดให้"

"มีสมบัติเหมือนกันกับโจทย์ที่กำหนดให้ จึงจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน"

"มันมีสมบัติตรงกับข้อมูลในโจทย์ที่กำหนดให้ จึงควรจัดไว้ในกลุ่มเดียวกัน"

"วัตถุเป็นก้อนแสดงว่าเป็นของแข็ง เมื่อนำไปแช่ยังเป็นก้อนเหมือนเดิมแสดงว่า ไม่ละลายน้ำ มันจึงมีสมบัติตรงกับสารที่สมศรีพบ จึงจัดไว้ด้วยกัน"

"มีสมบัติเหมือนกันจึงจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน มันเป็นของแข็งดูได้จากมันเป็นก้อน ผิวขรุขระ นำไปแช่น้ำยังเป็นก้อนเหมือนเดิม แสดงว่ารูปร่างเหมือนเดิม"

"ทดสอบมาแล้วมันมีสมบัติเหมือนกันจึงจัดไว้ด้วยกัน"

"เป็นของแข็ง ลอยน้ำได้ ต้องเป็นของแข็งแน่นอน มีสมบัติเหมือนกับโจทย์ที่ กำหนดให้"

"มันมีผิวขรุขระและเป็นก้อนน่าจะเป็นของแข็ง ไม่ใช่ของเหลว มันเหมือนกับ โจทย์ที่กำหนดให้"

แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่อง การจำแนกสารโดยใช้สมบัติต่างๆ ที่

เหมือนกันเป็นเกณฑ์ได้ ในประเด็นดังต่อไปนี้

1. จำแนกสารโดยใช้สมบัติต่างๆ ที่เหมือนกันไม่ได้ โดยระบุสมบัติของสารไม่ถูกต้อง ได้แก่ สถานะ การละลายน้ำ การนำไฟฟ้า และการนำความร้อน ดังคำตอบต่อไปนี้

"มันเป็นของเหลว ละลายได้บางส่วน มันเหมือนกับโจทย์ที่กำหนดให้"

2. ใช้สมบัติที่แตกต่างกันจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ดังคำตอบต่อไปนี้

"มันต่างกับโจทย์ที่กำหนดให้"

"มันมีสมบัติต่างกับโจทย์ที่กำหนดให้ เป็นของแข็งกับของเหลว"

"เป็นของแข็ง มันต่างกับโจทย์ที่กำหนดให้จึงจัดอยู่กลุ่มเดียวกัน"

"มันเป็นของแข็ง มันไม่ละลาย นำไฟฟ้า ไม่นำความร้อน มันต่างกับโจทย์ที่กำหนดให้"

3. พิจารณาเพียงสมบัติบางประการที่เหมือนกันของสารเท่านั้นก็จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันได้ โดยสมบัติอื่นๆ ไม่เหมือนกัน ดังคำตอบต่อไปนี้

"มันไม่นำความร้อน มันเหมือนกับโจทย์ที่กำหนดให้"

"ของเหลวละลายได้ง่าย มันเหมือนกับโจทย์ที่กำหนดให้"

"มันเป็นของแข็ง ไม่ละลายน้ำได้ จึงลอยน้ำได้ เหมือนกับโจทย์ที่กำหนดให้"

"มันเป็นของเหลว ละลายได้บางส่วน มันเหมือนกับโจทย์ที่กำหนดให้"

ไม่มีแนวคิด

นักเรียนไม่สามารถอธิบายการจำแนกสารได้เลย ดังคำตอบต่อไปนี้

"ไม่สามารถอธิบายได้"

ผลการวิจัยแนวคิดนักเรียน เรื่อง การจำแนกสาร สรุปได้ว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ร้อยละ 12.23 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ ร้อยละ 34.57 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 1.06 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 50.00 และไม่มีแนวคิด ร้อยละ 2.13

6. สารละลาย

มีข้อสอบ 1 ข้อ ได้แก่ สมบัติของสารละลาย ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และจำแนกประเภทของแนวคิดได้ผลดังตารางที่ 13

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 13 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่อง สารละลาย (จำนวน 94 คน)

ข้อที่	กลุ่มของแนวคิด/จำนวน (ร้อยละ)				
	SU	PU	PU/SM	SM	NU
9	12 (12.77)	20 (21.28)	40 (42.55)	22 (23.40)	0 (0)

จากตารางที่ 13 ที่ผู้วิจัยวัดแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องสารละลาย มีข้อคำถาม 1 ข้อ ดังนี้

คำถามข้อที่ 9 เป็นคำถามเกี่ยวกับสมบัติของสารละลาย

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (SU) คิดเป็นร้อยละ 12.77 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 21.28 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 42.55 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SM) ร้อยละ 23.40 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 0 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสารละลายได้ถูกต้อง และบอกสถานะของสารละลายได้ครบถ้วน ดังคำตอบต่อไปนี้

"ละลายน้ำได้หมด เป็นการนำสารตั้งแต่สองสารมาผสมกัน เนื้อของสารรวมกันเป็นเนื้อเดียวกัน มีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊สได้ทั้งสามสถานะ"

"สารละลายได้หมด มันเป็นของเหลว ของแข็ง หรือแก๊สก็ได้ เนื้อของสารละลายรวมเป็นเนื้อเดียวกัน"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสารละลายได้ถูกต้อง และบอกสถานะของสารละลายได้แต่ไม่ครบทุกสถานะ ดังคำตอบต่อไปนี้

"มันละลายน้ำได้หมด เนื้อมันเป็นสารเดียวกัน มันเป็นของผสมที่มีตั้งแต่ 2 สารขึ้นไป มาผสมกัน เรียกว่า สารละลาย"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"มันเป็นการผสมของสารสองชนิดเข้าด้วยกัน แล้วมันละลายเข้าด้วยกันทั้งหมด เนื้อของสารเป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมด"

"สารละลายน้ำได้หมด ไม่เหลือเป็นก้อนไว้ให้เห็นเนื้อสารรวมเป็นเนื้อเดียวกัน จึงเรียกว่าสารละลาย"

"ละลายได้หมด เนื้อของสารมันผสมเป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมด"

"ละลายได้หมด ลักษณะเนื้อสารรวมอยู่ด้วยกันเป็นเนื้อเดียวกัน เป็นของเหลว ของแข็งก็ได้"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

นักเรียนอธิบายความหมายของสารละลายได้ถูกต้องบางส่วน และบอกสถานะของสารละลายได้แต่ไม่ครบทุกสถานะ และมีบางส่วนไม่ถูกต้อง ดังคำตอบต่อไปนี้

"มันละลายน้ำได้หมด เนื้อรวมเป็นเนื้อเดียวกัน สารละลายเป็นของแข็งไม่ได้ เป็นของเหลวและแก๊สได้"

"ละลายน้ำได้หมด เนื้อของสารละลายมันแยกกันอยู่เป็นส่วนๆ ลอยไปตามอากาศ สารละลายเป็นของแข็งไม่ได้ แต่เป็นของเหลว เป็นแก๊สได้"

"ละลายน้ำได้หมด เนื้อของสารมันผสมกันเป็นเนื้อเดียวกัน เป็นของแข็งไม่ได้ เป็นแก๊สได้ ของเหลวได้"

"ละลายน้ำได้หมด ลักษณะเนื้อสารแยกกันคนละส่วน เป็นของเหลวและแก๊สได้ แต่เป็นของแข็งไม่ได้"

แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่อง สารละลาย ในประเด็นดังต่อไปนี้

1. การละลายเป็นการเกิดปฏิกิริยาได้สารใหม่ขึ้นมา ดังคำตอบต่อไปนี้

"มันละลายได้หมด มองไม่เห็นสารเดิม เกิดเป็นสารใหม่ เนื้อเดียวกัน"

"สารละลายได้หมด มองไม่เห็นสิ่งที่ใส่น้ำลงไป ได้สารละลายใหม่ เนื้อของสารละลายได้ดี รวมเป็นเนื้อเดียวกัน"

"สารละลายได้หมด เกิดสารใหม่ เนื้อสารเป็นเนื้อเดียวกัน เป็นสารผสมที่มีเนื้อเดียวกัน"

2. สารละลายต้องละลายน้ำได้ ดังคำตอบต่อไปนี้

"มันละลายน้ำได้หมด เนื้อรวมเป็นเนื้อเดียวกัน สารละลายเป็นของแข็งไม่ได้ เป็นของเหลวและแก๊สได้"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"สาร B ละลายน้ำได้หมด จึงเรียกว่า สารละลาย เป็นได้เฉพาะของแข็ง กับของเหลวเท่านั้น อยู่ในสถานะแก๊สไม่ได้"

"มันละลายน้ำได้ และละลายได้หมด เนื้อมันเป็นเนื้อเดียวกัน เป็นของเหลวได้ แต่เป็นของแข็งและแก๊สไม่ได้"

3. ไม่เข้าใจความหมายของสารละลาย และใช้อื่นแทน เช่น สารผสม เป็นต้น ดังคำตอบต่อไปนี้

"สาร B ละลายน้ำได้หมด จึงจัดให้เป็นสารผสม และของเหลวเป็นสารละลายได้เท่านั้น"

4. บอกสถานะของสารละลายไม่ได้ คิดว่าสารละลายมีสถานะเป็นของเหลวได้เท่านั้น โดยพิจารณาเฉพาะสถานะของสารก่อนที่จะนำมาผสมกัน ดังคำตอบต่อไปนี้

"ละลายน้ำได้หมด เนื้อของสารจะผสมเข้ากันรวมเป็นเนื้อเดียวกัน เป็นของเหลวได้ แต่เป็นของแข็งและแก๊สไม่ได้"

"ละลายน้ำได้หมด เนื้อของมันรวมกันเป็นเนื้อเดียวกัน เป็นของเหลวได้เท่านั้น"

"มันเป็นของเหลว สารละลายเป็นได้เฉพาะของเหลวเท่านั้น"

"ละลายน้ำได้หมด มีสารตั้งแต่สองชนิดนำมาผสมกัน เนื้อผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน สารละลายมีสถานะเป็นของเหลวได้เท่านั้น เป็นของแข็งและแก๊สไม่ได้"

"เป็นสารของเหลว จึงคิดว่าเป็นสารละลาย สารละลายมีสถานะเป็นของเหลวได้เท่านั้น"

5. เข้าใจว่าสารละลายเกิดขึ้นได้โดยการนำของแข็งมาละลายในของเหลวได้หรือของเหลวผสมกับของเหลว ของเหลวผสมกับแก๊ส หรือแก๊สผสมกับแก๊สได้เท่านั้น แต่ของแข็งไม่สามารถนำมาละลายกันได้ ซึ่งคำนึงถึงลักษณะของเนื้อสารที่นำมาผสมกัน จึงทำให้บอกสถานะของสารละลายได้ไม่ครบ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ละลายน้ำได้หมด เนื้อสารรวมกันเป็นเนื้อเดียวกัน มองไม่เห็นสารอื่น เป็นได้เฉพาะของเหลว และแก๊สเท่านั้น เป็นของแข็งไม่ได้"

"ละลายน้ำได้หมด มีสารตั้งแต่สองชนิดนำมาผสมกัน เนื้อผสมเป็นเนื้อเดียวกัน มีสถานะเป็นของเหลวและแก๊สได้ แต่เป็นของแข็งไม่ได้"

"ละลายได้หมด เนื้อของมันผสมกันเป็นเนื้อเดียวกันเช่น น้ำเกลือ เป็นสารละลาย สารละลายอยู่ในสถานะของแข็งไม่ได้ แต่อยู่ในสถานะของเหลวและแก๊สได้"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"มันละลายน้ำได้หมด เนื้อรวมเป็นเนื้อเดียวกัน เรียกว่า สารละลาย เป็นของแข็งไม่ได้ เป็นแก๊สและของเหลวได้"

"ละลายได้บางส่วน บางส่วนตกตะกอน เนื้อของสารแยกกันเป็นส่วนๆ อยู่เห็นได้ชัดเจน มีสถานะเป็นของเหลวและแก๊สได้ แต่เป็นของแข็งไม่ได้"

6. การหลอมเหลวกับการละลายเป็นสิ่งเดียวกัน ดังคำตอบต่อไปนี้

"น้ำตาลเป็นสารละลาย เพราะ เมื่อเอาน้ำตาลไปใส่ในน้ำร้อนมันก็จะละลายได้"

"สาร B ละลายได้หมด สารละลายมันเป็นของแข็งกลายมาเป็นของเหลว แล้วเนื้อมันเป็นน้ำ มีส่วนที่เหลืออยู่ เรียกว่า สารละลาย เช่น น้ำเกลือ เป็นได้เฉพาะของแข็ง กับของเหลวเท่านั้น อยู่ในสถานะแก๊สไม่ได้"

7. ลักษณะเนื้อของสารละลายไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกัน แยกกันคนละส่วน เป็นสารเนื้อผสม เช่น สารแขวนลอย เป็นต้น ดังคำตอบต่อไปนี้

"ละลายน้ำได้หมด ลักษณะเนื้อสารแยกกันคนละส่วน เป็นของเหลวและแก๊สได้ แต่เป็นของแข็งไม่ได้"

"ละลายน้ำได้หมด มันจึงเป็นสารละลาย สารผสมกันแล้วลักษณะเนื้อสารแยกกันอยู่เป็นส่วนๆ มีสถานะเป็นของเหลว ของแข็ง และแก๊ส ก็ได้"

"ละลายน้ำได้หมด เป็นเนื้อผสม แยกกันเห็นได้ชัดเจนเนื้อเป็นผงและของเหลวแยกเป็นส่วนๆ"

"สารละลายจะละลายได้บางส่วน ยังมองเห็นบางส่วนอยู่ จึงจะรู้ว่ามันละลายอยู่ด้วยกัน"

"สารละลายน้ำได้บางส่วน บางส่วนตกตะกอนอยู่ เนื้อไม่ได้เป็นเนื้อเดียวกัน แยกกันเห็นได้ชัดเจน เรียกว่า สารละลาย มีสถานะเป็นของเหลวและของแข็งได้ แต่เป็นแก๊สไม่ได้"

"มันละลายน้ำได้ แต่บางส่วนละลายได้ไม่หมด มีบางส่วนตกตะกอนที่ก้น มันจึงเป็นสารละลาย"

"ไม่ละลาย ตกตะกอนที่ก้นภาชนะ ถ้ามีการตกตะกอนแสดงว่ามันมีการละลายแล้วจึงเรียกว่าสารละลาย มีสถานะเป็นของแข็งไม่ได้ แต่เป็นของเหลวและแก๊สได้"

7. ความดันของของเหลว

มีข้อสอบ 2 ข้อ ได้แก่ ความดันของของเหลว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และจำแนกประเภทของแนวคิดได้ผลดังตารางที่ 14

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 14 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่อง ความดันของของเหลว (จำนวน 94 คน)

ข้อที่	กลุ่มของแนวคิด/จำนวน (ร้อยละ)				
	SU	PU	PU/SM	SM	NU
10	25 (26.60)	7 (7.45)	6 (6.38)	52 (55.32)	4 (4.26)
11	26 (27.66)	21 (22.34)	5 (5.32)	29 (30.85)	13 (13.83)
สรุปรวม	51 (27.13)	28 (14.89)	11 (5.85)	81 (43.09)	17 (9.04)

จากตารางที่ 14 ที่ผู้วิจัยวัดแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องความดันของของเหลว ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิจัยเป็นรายข้อ ดังนี้

คำถามข้อที่ 10 เป็นคำถามเกี่ยวกับความดันของของเหลวที่ระดับต่างกัน

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (SU) คิดเป็นร้อยละ 26.60 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 7.45 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 6.38 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SM) ร้อยละ 55.32 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 4.26 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

นักเรียนสามารถอธิบายถึงปัจจัยที่มีผลต่อความดันของของเหลวได้ถูกต้องสมบูรณ์ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ตั้งไว้ที่สูงๆ น้ำจะมีแรงดันมาก ยิ่งสูงน้ำก็จะยิ่งมีแรงดันมาก แรงดันของน้ำ ขึ้นอยู่กับความสูง"

"ตั้งไว้สูงๆ น้ำจะไหลแรง เกิดจากแรงดันของน้ำ ยิ่งสูงน้ำจะยิ่งมีแรงดันมาก"

"แรงดันของน้ำ ระดับสูงน้ำมีแรงดันมากกว่าระดับต่ำ ยิ่งสูงมากแรงดันของน้ำจะมาก น้ำจึงไหลได้ไกล"

"ตั้งไว้สูงจะมีแรงดันของน้ำมาก ยิ่งสูงน้ำยิ่งมีแรงมันมากเท่านั้น เมื่อมีแรงดันมากก็จะส่งไปได้ไกลๆ"

"ตั้งไว้ที่สูงทำให้น้ำไหลได้แรงและไกล เพราะมีแรงดันของน้ำมาก"

"แรงดันของน้ำ ที่ระดับสูงๆ จะมีแรงดันของน้ำมากกว่าที่ต่ำๆ ซึ่งแรงดันของน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระดับความสูงหรือความลึก ยิ่งสูงจะมีแรงดันน้ำมาก ที่ต่ำจะมีแรงดันน้ำน้อย"

"อยู่สูงน้ำจะมีแรงดันมาก เป็นแรงดันของน้ำ ทำให้น้ำไหลลงมาตามท่อได้แรงและสะดวก แต่ถ้าอยู่ที่ต่ำ แรงดันน้ำจะน้อย จะไหลไปได้ไม่ไกล"

"ตั้งไว้ที่สูงน้ำจะไหลลงมาแรง เกิดจากความดันของน้ำ ยิ่งสูงๆ จะมีความดันของน้ำมาก จึงส่งไปได้ไกลๆ"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

นักเรียนสามารถอธิบายได้แต่ไม่ครบถ้วน ดังคำตอบต่อไปนี้

"เกิดจากแรงดันของน้ำ ยิ่งสูงน้ำจะมีแรงดันมากเท่านั้น"

"ที่สูงจะมีความดันของน้ำมากกว่าที่ระดับต่ำ"

"ตั้งไว้ที่สูงจะมีแรงดันมาก แต่ไม่ทราบว่าเป็นแรงดันของอะไร"

"ระดับน้ำมันอยู่สูง ทำให้ส่งได้ไกล"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

นักเรียนสามารถอธิบายถึงความดันของน้ำได้แต่มีบางส่วนไม่ถูกต้อง ดังคำตอบต่อไปนี้

"น้ำจะไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ เกิดจากแรงดันของน้ำ ยิ่งสูงแรงดันของน้ำจะยิ่งมากเท่านั้น"

"ที่ระดับสูงจะมีแรงดันของน้ำมาก จึงไหลลงมาได้ง่ายขึ้นและไกล"

"ตั้งไว้ที่ระดับสูงจะทำให้น้ำไหลได้สะดวก เพราะมีแรงดันของน้ำมาก"

"ตั้งไว้ที่สูงน้ำจะไหลแรงกว่าทุกข้อ มีฝนตกลงมา และโลกมีแรงดึงดูด ทำให้น้ำตกลงมาจากที่สูงลงมาที่ต่ำ"

"ยิ่งตั้งไว้ที่สูงจะยิ่งไหลแรงมากท่านั้น เพราะมีแรงดันของความกดอากาศสูง ยิ่งสูงความกดอากาศจะมากขึ้น จึงดันน้ำลงมาทำให้น้ำไหลได้แรงมากขึ้น"

"น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ เกิดจากแรงดันของน้ำ ที่สูงๆ จะมีแรงดันของน้ำมากกว่าที่ต่ำๆ"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่อง ความดันของของเหลว ในประเด็นดังต่อไปนี้

1. น้ำจะไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ โดยแรงดึงดูดของโลกไม่เกี่ยวกับแรงดันของน้ำ ดังคำตอบต่อไปนี้

"น้ำไหลลงมาที่พื้นตามแรงดึงดูดของโลก แต่สูงมากก็ไม่ดี จะทำให้แรงดึงดูดน้อยลง ต้องสูงในระยะหนึ่งพอดี"

"มีแรงดึงดูดของโลก ทำให้น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ"

"มีแรงดึงดูดของโลก ทำให้น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำได้อย่างรวดเร็วและไปได้ไกล"

"ความสูงจะทำให้น้ำไหลไปเรื่อยๆ มันเกิดจากแรงดึงดูดของโลก"

"มีแรงโน้มถ่วงของโลก ดึงให้น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ตั้งไว้สูงน้ำจึงไหลไปได้ไกล"

"ตั้งไว้ที่สูงน้ำจะไหลแรงกว่าทุกข้อ มีฝนตกลงมา และโลกมีแรงดึงดูด ทำให้น้ำตกลงมาจากที่สูงลงมาที่ต่ำ"

2. น้ำจะไหลได้ต้องใช้เครื่องปั๊มน้ำ การวางท่อประปา ใช้พลังงานในการสูบน้ำ ดังคำตอบต่อไปนี้

"น้ำจะไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ มีท่อใส่น้ำ จะทำให้ไหลไปตามท่อ"

"ตั้งไว้สูงจะไหลได้ไกลกว่าที่ต่ำ เกิดจากการลำเลียงน้ำจากท่อประปา ไม่มีท่อน้ำจะไหลลงมาไม่ได้"

"น้ำต้องไหลจากที่สูงลงมาสู่ที่ต่ำ เป็นธรรมชาติของน้ำ และตั้งไว้ที่สูงๆ จะไหลไปได้ไกลๆ ต้องต่อท่อลงมาด้วย ถ้าไม่ต่อท่อจะไหลลงมาไม่ได้"

"น้ำที่อยู่ระดับสูงจะไหลไปได้ไกล โดยสูบน้ำจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ และป้องกันขโมยได้ด้วย"

"ถ้าตั้งสูงจะส่งกลางอากาศไม่ได้ ถ้าตั้งไว้บนพื้นจะสูบน้ำได้สะดวก จึงไหลได้ไกล"

"เครื่องไดนาโมจะส่งน้ำไปได้ไกล ถ้าตั้งไว้สูงจะสูบน้ำยาก ตั้งไว้ต่ำก็สูบยากเหมือนกัน"

"เกิดจากตัวก๊อกน้ำจะนำส่งน้ำไปตามท่อต่างๆ น้ำจึงไกลออกไปได้ไกล"

3. น้ำที่อยู่ระดับสูงจะไหลได้แรงและไกลเพราะความดันอากาศหรือความกด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

อากาศ ยิ่งสูงมากจะยิ่งมีความกดอากาศมากเท่านั้น ดังคำตอบต่อไปนี้

"เกิดจากความดันของอากาศ ที่สูงความดันของอากาศจะมาก"

"ตั้งไว้ที่สูงจะมีแรงดันของอากาศมาก อากาศจะไปดันน้ำทำให้ไหลได้ไกล"

"แรงดันของอากาศ ยิ่งสูงแรงดันของอากาศจะยิ่งมาก ทำให้น้ำไหลไปได้ไกล"

"ตั้งไว้ที่สูงจะมีแรงดันมากกว่า ยิ่งสูงยิ่งมีแรงดันมากเท่านั้น แรงดันดังกล่าวคือแรงดันของลม"

"ตั้งไว้ที่สูงจะมีแรงดันของอากาศมาก ทำให้น้ำไหลไปได้ไกลๆ"

"ยิ่งตั้งไว้ที่สูงจะยิ่งไหลแรงมากท่านั้น เพราะมีแรงดันของความกดอากาศสูง ยิ่งสูงความกดอากาศจะมากขึ้น จึงดันน้ำลงมาทำให้น้ำไหลได้แรงมากขึ้น"

"น้ำจะไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ เนื่องจากมีความดันของอากาศ ยิ่งสูงอากาศจะยิ่งมีความดันมาก จะดันน้ำไหลลงมาแรง"

"ตั้งไว้สูงจะมีแรงดันของอากาศมาก ยิ่งสูงจะมีแรงดันของอากาศมากเท่านั้น"

"มีแรงดันของแก๊สมาก ที่ระดับสูงๆ แรงดันของแก๊สจะมากจะดันให้น้ำไหลไปได้ไกล"

"ที่สูงๆ น้ำจะไหลได้เร็วกว่าที่ต่ำๆ เกิดจากอากาศไปดันน้ำ ที่สูงอากาศจะมีแรงดันมาก"

4. น้ำในที่ระดับเดียวกันจะไม่ไหล ต้องไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำเท่านั้น เป็นธรรมชาติของน้ำ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ตั้งไว้สูงจะทำให้น้ำไหลสะดวกมากขึ้น น้ำเป็นของเหลวจะไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ"

"น้ำจะไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ เกิดจากแรงดันของน้ำ ยิ่งสูงแรงดันของน้ำจะยิ่งมากเท่านั้น"

"น้ำต้องไหลจากที่สูงลงมาสู่ที่ต่ำ เป็นธรรมชาติของน้ำ และตั้งไว้ที่สูงๆ จะไหลไปได้ไกลๆ ต้องต่อท่อลงมาด้วย ถ้าไม่ต่อท่อจะไหลลงมาไม่ได้"

"ตั้งไว้สูงจะไหลได้ไกล เกิดจากน้ำมันไหลได้เองตามธรรมชาติของน้ำ"

5. ขนาดของท่อส่งน้ำหรือท่อประปามีผลต่อแรงดันของน้ำ ซึ่งไม่เกี่ยวกับแรงดันของน้ำ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ท่อใหญ่ไหลแรงกว่า ขึ้นอยู่กับขนาดของท่อ"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"ท่อเล็กไหลแรงกว่า เพราะขนาดท่อเล็กจะมีแรงดันมากกว่า ยิ่งเล็กมากจะมีแรงดันมากเท่านั้น"

6. ภาชนะที่บรรจุน้ำมีผลต่อความดันของน้ำ โดยภาชนะที่มีขนาดใหญ่จะทำให้น้ำมีความดันมาก ทำให้น้ำไหลแรงและไกล ดังคำตอบต่อไปนี้

"ตั้งโอ่งใบใหญ่กับใบเล็กไว้ที่ระดับเดียวกัน เจาะรูกว้างเท่ากัน ที่ระดับเดียวกัน น้ำจะไหลออกมาไม่เท่ากัน โดยโอ่งใบใหญ่ไหลออกมาได้แรงกว่าโอ่งใบเล็กเพราะมีน้ำมากกว่า แรงดันจึงมากกว่าตามขนาดของโอ่ง"

7. น้ำหนักของน้ำจะมากในที่ระดับสูง ดังคำตอบต่อไปนี้

"น้ำหนักของน้ำมากในที่ระดับสูง จึงส่งไปได้ไกลๆ"

8. ที่ระดับต่ำกว่าพื้นดินน้ำจะมีแรงดันมาก และอากาศมีแรงดันมากทำให้น้ำไหลไปได้ไกล ดังคำตอบต่อไปนี้

"ตั้งไว้ต่ำกว่าพื้นดินน้ำจะไหลแรง เพราะมีแรงดันของน้ำ ยิ่งอยู่ต่ำมากเท่าใด น้ำจะมีแรงดันมากเท่านั้น"

"อยู่ต่ำจะไหลได้สะดวก เพราะมีแรงดันของน้ำ อยู่ต่ำมากน้ำยิ่งมีแรงดันมาก"

"ระดับน้ำข้างล่างจะไหลแรงมากกว่าข้างบน เหมือนเราเอาน้ำใส่ขวด แล้วเจาะรูจะรู้ว่ารูที่อยู่ข้างล่างจะไหลแรง"

"ยิ่งอยู่ต่ำน้ำจะมีแรงดันอากาศมาก ทำให้น้ำไหลได้แรง ยิ่งอยู่ต่ำกว่าพื้นดินมากเท่าใด แรงดันอากาศจะมากขึ้นเท่านั้น จึงมีแรงดันมากทำให้น้ำไหลได้แรงมากขึ้น เคยได้ทำการทดลองเจาะรูกระป๋อง ปรากฏว่า รูข้างล่างไหลแรงกว่าเพื่อน"

"ตั้งไว้ต่ำกว่าพื้นดินน้ำจะไหลไปได้ไกล เพราะความดันของอากาศมาก จึงดันให้น้ำไหลไปได้ไกลๆ ที่ระดับต่ำอากาศจะมีแรงดันมาก และถังจะไม่ตกลงมาด้วย"

"ที่ระดับต่ำน้ำจะไหลได้ไกล เหมือนเราเจาะรูกระป๋อง รูที่อยู่ต่ำที่สุดจะไหลได้ไกลที่สุด ยิ่งอยู่ต่ำน้ำยิ่งไหลได้แรงมากเท่านั้น"

9. ตั้งไว้อย่างไรก็ได้น้ำจะไหลได้เองตามธรรมชาติ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ตั้งไว้อย่างไรก็ได้ น้ำมันก็จะไหลไปได้เหมือนกัน"

ไม่มีแนวคิด

นักเรียนไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับความดันของของเหลวได้ หรือตอบไม่ตรงประเด็น ดังคำตอบต่อไปนี้

"เครื่องยนต์ทำงาน เอาเครื่องยนต์ไปสูบน้ำจึงไหลได้แรง"

มหาวิทยาลัย มหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"ถ้าเทน้ำออกมาน้ำจะไหลลงมาจากบนลงสู่พื้นด้านล่าง แต่บอกเหตุผลอื่นไม่ได้"

"ตั้งไว้สูงจะไหลได้ดีกว่า แต่ไม่ทราบเหตุผล"

"ตั้งไว้สูงจะไหลได้สะดวกกว่าตั้งไว้ต่ำ ไม่ทราบเหตุผล"

คำถามข้อที่ 11 เป็นคำถามเกี่ยวกับระดับของของเหลวที่มีผลต่อความดันของของเหลว

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (SU) คิดเป็นร้อยละ 27.66 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 22.34 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 5.32 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SM) ร้อยละ 30.85 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ13.83 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

นักเรียนเลือกคำตอบได้ถูกต้องและอธิบายได้ถูกต้องสมบูรณ์ ดังคำตอบต่อไปนี้

"มีระดับน้ำสูงกว่าเดือนอื่นๆ ยิ่งมีระดับสูงน้ำจะยิ่งมีแรงดันน้ำมาก จึงส่งไปได้ไกลๆ"

"ปริมาณน้ำมากกว่า ระดับน้ำสูงแสดงว่าปริมาณของน้ำย่อมมากด้วย น้ำจะอัดแน่นก็จะสามารถส่งไปได้ไกล ถ้านำแก้วสูง แก้วขนาดปานกลาง และแก้วใบเล็กมาใส่น้ำ น้ำที่ระดับสูงกว่าจะไหลแรงที่สุด ยิ่งระดับสูงเท่าไรน้ำก็จะไหลออกมาแรงเท่านั้น มีผลแบบเดียวกัน"

"มีระดับน้ำมากกว่าเดือนอื่น ระดับน้ำมากก็จะทำให้น้ำมีแรงดันมาก ปริมาณของน้ำไม่เกี่ยวข้อง ขึ้นอยู่กับระดับของน้ำเท่านั้น"

"มีระดับน้ำสูงมากที่สุดกว่าทุกเดือน เมื่อระดับน้ำสูงน้ำก็จะมีแรงดันมาก จึงส่งไปได้ไกล"

"มีแรงดันน้ำมากที่สุด เพราะมีระดับน้ำสูงมากกว่าเดือนอื่นๆ"

"มีระดับน้ำสูงที่สุด จึงมีแรงดันน้ำมาก แรงดันของน้ำขึ้นอยู่กับระดับน้ำ ยิ่งสูงน้ำจะยิ่งมีแรงดันมากเท่านั้น"

"ระดับน้ำมากจะมีแรงดันของน้ำมาก แรงดันของน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระดับความสูงหรือความลึก ถ้าสูงหรือลึกมากน้ำก็จะมีแรงดันมากเท่านั้น"

"น้ำที่ระดับสูงๆ จะมีแรงดันมาก ถ้าปริมาณน้ำเท่ากันแต่ตั้งไว้ที่สูงกับที่ต่ำต่างกัน ตั้งไว้ที่ระดับสูงน้ำจะมีแรงดันมากที่กว่าตั้งไว้ระดับต่ำ"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"ระดับน้ำสูงมากจะทำให้เกิดความดันน้ำมาก จึงส่งไปได้ไกลๆ เหมือนน้ำเต็มถัง มันมีระดับสูงจะมีความดันมาก จะไหลไปได้ไกลๆ"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องแต่อธิบายได้ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ แต่ไม่มีส่วนใดผิด ดังคำตอบต่อไปนี้

"มีระดับน้ำสูงกว่าเดือนอื่น ทำให้เกษตรกรได้ใช้น้ำมากที่สุด ระดับน้ำมากเท่าไรก็ส่งไปได้ไกลเท่านั้น"

"มีระดับน้ำสูงกว่าเดือนอื่น ระดับน้ำยิ่งสูงก็จะยิ่งส่งได้ไกลขึ้นอยู่กับระดับน้ำ"

"มีน้ำมากกว่าเดือนอื่น ระดับน้ำมากหรือสูง จะไปได้ไกลเท่านั้น"

"ระดับน้ำสูงกว่า จึงส่งน้ำไปได้ไกลกว่า"

"มีระดับน้ำมากที่สุด ก็จะส่งไปได้ไกล ระดับน้ำมากก็คือระดับน้ำสูง"

"ระดับของน้ำมากหรือสูงจะทำให้มีแรงดันของน้ำมากขึ้น"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้อง อธิบายได้ถูกต้องบางส่วนแต่มีบางส่วนที่ไม่ถูกต้อง ดังคำตอบต่อไปนี้

"ระดับน้ำมากกว่าเดือนอื่น มีแรงส่งน้ำมาก แรงส่งน้ำขึ้นอยู่กับระดับน้ำและปริมาณของน้ำด้วย"

"มีน้ำมากจะส่งไปได้ไกล ขึ้นอยู่กับระดับน้ำและปริมาณมากด้วย"

"มีระดับน้ำสูงกว่าเดือนอื่นๆ ปริมาณน้ำมาก ระดับน้ำก็สูงด้วย จึงทำให้น้ำมีแรงดันมาก สามารถส่งไปได้ไกล"

"มีระดับน้ำมากกว่าเดือนอื่นๆ ปริมาณของน้ำก็เข้ามาเกี่ยวข้อง ถ้าระดับน้ำสูงก็แสดงว่ามีปริมาณของน้ำมากด้วย แต่ถ้าใส่น้ำในโอ่งใบเล็กกับใบใหญ่ตั้งไว้ต่างระดับ โอ่งใบใหญ่ตั้งไว้ต่ำกว่าโอ่งใบเล็ก โอ่งใบเล็กจะไหลได้ไกลกว่า ขึ้นอยู่กับระดับความสูงเท่านั้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณ"

"มีระดับน้ำสูงกว่าทุกเดือน จึงส่งน้ำไปได้ไกลกว่าเดือนอื่นๆ ยิ่งน้ำระดับน้ำสูงเท่าไรก็จะยิ่งส่งไปได้ไกลเท่านั้น และยังมีปริมาณน้ำมากกว่าเดือนอื่นๆ ด้วย"

แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องแรงดันของของเหลวในประเด็นดังต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. แรงดันของน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำ ถ้าน้ำปริมาณมากแรงดันจะมาก จึงสามารถส่งน้ำไปได้ไกล ดังคำตอบต่อไปนี้

"มีระดับน้ำมากที่สุด ระดับน้ำคือปริมาณน้ำ ถ้ามีน้ำมากจะส่งไปได้ไกลๆ ให้คนใช้ได้ทั่วกัน"

"มีระดับน้ำมากที่สุด น้ำมีปริมาณมากจะส่งไปให้เกษตรกรเพาะปลูกได้มากที่สุด"

"เดือนนี้มีปริมาณน้ำมากกว่าทุกเดือน"

"น้ำมีมากกว่าเดือนอื่น ปริมาณน้ำมากจึงส่งไปได้ไกล"

"มีโมเลกุลของน้ำปริมาณกว้างที่สุด จึงไหลไปได้ไกลที่สุด"

"น้ำมากที่สุด ปริมาณน้ำมากจะมีแรงดันของน้ำมาก จึงส่งไปได้ไกล"

"มีปริมาณน้ำมาก ย่อมส่งไปได้ไกลกว่า แรงดันของน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำไม่ได้ขึ้นอยู่กับระดับความสูง"

2. น้ำที่อยู่ในระดับสูงจะส่งไปได้ไกล โดยไม่ได้คำนึงถึงเรื่องแรงดันของน้ำ ดังคำตอบต่อไปนี้

"มีระดับน้ำสูงที่สุด สามารถส่งน้ำไปได้ไกล 19.6 เมตร ซึ่งส่งไปได้ไกลที่สุด"

"มีระดับน้ำสูงกว่าเดือนอื่น ยิ่งสูงมากจะยิ่งส่งไปได้ไกลเท่านั้น"

3. น้ำมีแรงดันแรงดันเพราะแรงโน้มถ่วงของโลก จึงทำให้น้ำไหลไปได้ ดังคำตอบต่อไปนี้

"มีระดับน้ำไหลไปได้ไกล 19.6 เมตร เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลก"

4. น้ำจะไหลไปได้ไกลขึ้นอยู่กับแรงดันของอากาศ ดังคำตอบต่อไปนี้

"มีความดันอากาศมากกว่าเดือนอื่นๆ"

5. น้ำจะสามารถส่งไปได้ไกลมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความต้องการใช้น้ำ หรือปัจจัยอื่นๆ เช่น ปริมาณฝนตก ฤดูกาล เป็นต้น โดยไม่ได้เกี่ยวข้องกับแรงดันของน้ำ ดังคำตอบต่อไปนี้

"เดือนตุลาคมเป็นเดือนสิบ ช่วงนั้นชาวนากำลังทำนา เป็นฤดูการทำนา มีฝนตกมาก จึงต้องส่งน้ำไปให้มากๆ"

"มีระดับน้ำมากที่สุด น้ำมีปริมาณมากจะส่งไปให้เกษตรกรเพาะปลูกได้มากที่สุด"

"มันเริ่มต้นปีใหม่ ในเดือนมกราคม"

"มีน้ำเยอะ ระดับน้ำก็สูงด้วย มีน้ำมากก็ใช้ได้นาน จึงส่งไปได้ไกลๆ เวลาสูบน้ำจะสูบได้มากและไปได้ไกล"

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครสวรรค์
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"เป็นเดือนที่ชาวนากำลังทำนา จึงต้องการใช้น้ำมากที่สุด"

ไม่มีแนวคิด

นักเรียนเลือกคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่สามารถอธิบายได้ ตอบในลักษณะทวนคำถาม หรือตอบไม่ตรงประเด็น ดังคำตอบต่อไปนี้

"ดูจากข้อมูลสามารถส่งน้ำไปได้ไกล 19.6 เมตร ซึ่งส่งไปไกลที่สุด"

"ในเดือนนี้จะมีฝนตกมากกว่าทุกเดือน"

"มันเป็นฤดูฝน"

"ฝนตกมาก"

"ไม่ทราบ"

"ส่งน้ำไปได้ไกลที่สุด แต่ไม่ทราบเหตุผล"

"เดือนกรกฎาคมสามารถส่งน้ำไปได้ไกล 19.6 เมตร ซึ่งไกลที่สุด"

ผลการวิจัยแนวคิดนักเรียน เรื่อง ความดันของของเหลว สรุปได้ว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ร้อยละ 27.13 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ ร้อยละ 14.89 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 5.85 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 43.09 และไม่มีแนวคิด ร้อยละ 9.04

8. แรงลอยตัว

มีข้อสอบ 1 ข้อ ได้แก่ แรงลอยตัวของของเหลวต่างชนิดกัน ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และจำแนกประเภทของแนวคิดได้ผลดังตารางที่ 15

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 15 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่อง แรงลอยตัว (จำนวน 94 คน)

ข้อที่	กลุ่มของแนวคิด/จำนวน (ร้อยละ)				
	SU	PU	PU/SM	SM	NU
12	13 (13.83)	6 (6.38)	18 (19.15)	56 (59.57)	1 (1.06)

จากตารางที่ 15 ที่ผู้วิจัยวัดแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องแรงลอยตัว มีข้อคำถาม 1 ข้อ ดังนี้

คำถามข้อที่ 12 เป็นคำถามเกี่ยวกับแรงลอยตัวของของเหลวต่างชนิดกัน

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (SU) คิดเป็นร้อยละ 13.83 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 6.38 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 19.15 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SM) ร้อยละ 59.57 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 1.06 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

นักเรียนเลือกคำตอบได้ถูกต้องและอธิบายเกี่ยวกับแรงลอยตัวของของเหลวต่างชนิดกันได้ถูกต้อง สมบูรณ์ โดยกล่าวถึงปัจจัยที่ทำให้วัตถุลอยหรือจมมีผลมาจากแรงลอยตัวของของเหลว ดังคำตอบต่อไปนี้

"ดูจากภาพ วัตถุมันจมลงไปในของเหลว จึงมีแรงลอยตัวน้อยที่สุด วัตถุมันจมต่างกัน จมมากแสดงว่ามีแรงลอยตัวน้อย แรงลอยตัวมีได้ในของเหลวเท่านั้น ของเหลวจะมีแรงลอยตัวแต่ที่อื่นไม่มี"

"ดูจากภาพ วัตถุจมในของเหลว ของเหลวจึงมีแรงลอยตัวน้อยที่สุด"

"วัตถุไม่สามารถลอยตัวได้ วัตถุมันจมลงไปในของเหลวเนื่องจากของเหลวมีความหนาแน่นน้อยที่สุด จึงทำให้มีแรงลอยตัวน้อยที่สุด"

"ของเหลวมีความดันไม่พอ วัตถุมันจึงจมลงไป แสดงว่าของเหลวมีแรงลอยตัวน้อย"

"แรงลอยตัวน้อย ดูจากวัตถุ A มันจมลงไปในของเหลว แรงลอยตัวคือ แรงดันของน้ำที่ดันเราขึ้นมา ซึ่งแรงลอยตัวมีเฉพาะในน้ำ น้ำจะมีแรงดันเราขึ้นมา สังเกตเวลาไปว่ายน้ำเราจะสามารถลอยตัวในน้ำได้"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

นักเรียนเลือกคำตอบถูกและสามารถอธิบายเกี่ยวกับการจม การลอยของวัตถุในของเหลวต่างชนิดกันได้ แต่ยังไม่สมบูรณ์ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ดูจากรูปภาพ วัตถุ A มันจมอยู่ใต้ของเหลว ของเหลวชนิดนี้จึงมีแรงลอยตัวน้อยที่สุด แต่ไม่ทราบว่าแรงลอยตัวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอะไร"

"ดูจากรูปภาพ วัตถุมันจมลงไปในของเหลว แต่ข้ออื่นมันลอย"

"วัตถุมันจมลงไปจนถึงก้นแก้ว ส่วนข้ออื่นมันลอย"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"ของเหลวชนิดที่ 4 มีความดันไม่พอ วัตถุจึงจมลงไป แสดงว่าแรงลอยตัวของเหลวมีน้อย"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

นักเรียนเลือกคำตอบได้ถูกต้อง อธิบายเกี่ยวกับแรงลอยตัวได้ถูกต้องบางส่วนและมีบางส่วนไม่ถูกต้อง ดังคำตอบต่อไปนี้

"วัตถุ A จมลงไปในของเหลวมากที่สุด จึงมีแรงลอยตัวน้อยที่สุด ถ้าของเหลวมีแรงลอยตัวมากวัตถุจะลอยขึ้นมา แรงลอยตัวคือ ความดันที่ดันวัตถุ มีได้ทุกทิศทาง แรงลอยตัวมีในของเหลว และของแข็ง"

"ดูจากรูปภาพ วัตถุ A มันจมอยู่ข้างล่าง แสดงว่ามีแรงลอยตัวน้อยที่สุด แรงลอยตัวคือ ความดันของสารชนิดนั้น ดันวัตถุขึ้นมีทิศตรงข้ามกับน้ำหนักของวัตถุ แรงลอยตัวมีในของเหลวเท่านั้น"

"ดูจากภาพเห็นชัดเจน วัตถุจะต่ำสุด มันจมลงไป แสดงว่าของเหลวมีแรงน้อยตัวน้อยที่สุด แรงลอยตัวคือ การมีอากาศอยู่ข้างใน ถ้าไม่มีอากาศจะลอยตัวไม่ได้ แรงลอยตัวจะมีอยู่ทุกทิศทางในอากาศ"

"ดูจากภาพ วัตถุ A มันต่ำมากที่สุด แรงลอยตัวมีในอากาศ และของเหลว แต่ในของแข็งไม่มี"

"วัตถุมันจม ของเหลวชนิดที่ 4 จึงมีแรงลอยตัวน้อยที่สุด แรงลอยตัวคือ แรงที่ทำให้วัตถุลอยขึ้น แต่ไม่ทราบว่าแรงลอยตัวขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง ของเหลวแต่ละชนิดมีแรงลอยตัวไม่เท่ากัน โดยของเหลวชนิดที่ 3 จะมีแรงลอยตัวมากที่สุด ดูได้จากวัตถุมันลอยอยู่บนของเหลวและของเหลวชนิดที่ 4 มีแรงลอยตัว"

"วัตถุมันจม แรงลอยตัวคือ แรงที่ทำให้วัตถุลอยขึ้น ของเหลวแต่ละชนิดมีแรงลอยตัวไม่เท่ากัน โดยของเหลวชนิดที่ 3 จะมีแรงลอยตัวมากที่สุด ดูได้จากวัตถุมันลอยอยู่บนของเหลว และของเหลวชนิดที่ 4 มีแรงลอยตัวน้อยที่สุด ดูได้จากวัตถุมันจมอยู่ใต้ของเหลว"

"วัตถุไม่สามารถลอยได้ ดูจากรูปภาพ แต่ไม่ทราบว่าแรงลอยตัวคืออะไร คิดว่าแรงลอยตัวมีอยู่ในของเหลวและแก๊ส แต่อยู่ในของแข็งไม่มี"

"วัตถุไม่สามารถลอยได้ ดูจากรูปภาพ แต่ไม่ทราบว่าแรงลอยตัวคืออะไร แรงลอยตัวไม่มีในของแข็ง แต่มีในของเหลวและแก๊ส"

"วัตถุจมอยู่ในของเหลว จึงมีแรงลอยตัวน้อยที่สุด แรงลอยตัว คือ แรงพยุงของของเหลวที่พยุงวัตถุขึ้น แรงลอยตัวของของเหลวทั้งสี่ชนิดไม่เท่ากัน โดยชนิดที่ 4 น้อยที่สุด ชนิดที่ 3 มากที่สุด ดูจากการจมการลอยของวัตถุ ทิศทางของแรงลอยตัวจะพุ่งขึ้นตรงกันข้ามกับทิศทางของน้ำหนักของวัตถุ แรงลอยตัวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุ ถ้ามีมวลมากจะจม มีมวลน้อยจะลอย ,มวลของของเหลว ถ้ามากจะมีแรงลอยตัวมาก แรงดันอากาศ การจับตัวของของเหลว ความหนาแน่นของของเหลว

"ดูจากรูปภาพที่ 4 วัตถุมันจมลงไปใต้ของเหลว แรงลอยตัวจึงน้อยที่สุด ของเหลวทั้งสี่ชนิดมีแรงลอยตัวไม่เท่ากัน แรงลอยตัวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุและแรงกดดันของโลกที่กระทำต่อวัตถุ แรงลอยตัวมีอยู่ในของเหลว และในอากาศ"

"วัตถุมันจม แสดงว่าของเหลวมันมีแรงลอยตัวน้อย แรงลอยตัวคือ แรงที่ทำให้วัตถุลอยขึ้น มีอยู่ได้ทั่วไป ซึ่งของเหลวทั้ง 4 ชนิด มีแรงลอยตัวไม่เท่ากัน ของเหลวชนิดที่ 3 มีแรงลอยตัวมากที่สุด ดูจากรูปภาพมันเบา วัตถุมันลอยอยู่บนของเหลว"

แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแรงลอยตัวของของเหลวในประเด็นดังต่อไปนี้

1. แรงลอยตัวคือแรงที่มีในวัตถุ ทำให้วัตถุมันลอยขึ้นได้ ซึ่งมีอยู่ได้ทั่วไปทั้งในของเหลว ของแข็ง และแก๊ส ดังคำตอบต่อไปนี้

"วัตถุมันจมมากที่สุด ของเหลวจึงมีแรงดันน้อยที่สุด แรงลอยตัวคือ แรงดันของวัตถุ ถ้าแรงดันมากก็จะลอยขึ้นสูง ถ้าแรงดันน้อยวัตถุจะจมลงไป ต่ำลงไป ของเหลวแต่ละชนิดมีแรงลอยตัวไม่เท่ากัน สังเกตจากวัตถุ วัตถุจะมีการลอยและการจมต่างกัน ถ้ามันลอยแสดงว่ามีแรงลอยตัวมาก ถ้ามันจมแสดงว่ามีแรงลอยตัวน้อยแรงลอยตัวมีในอากาศและของเหลว"

"วัตถุมันลอยขึ้น จึงมีแรงลอยตัวน้อยที่สุด แรงลอยตัวคือ แรงที่ทำให้วัตถุลอยขึ้น"

"ดูจากรูปวัตถุมันจมอยู่ครึ่งหนึ่ง ถ้าวัตถุมันลอยอยู่บนของเหลวแสดงว่ามีแรงลอยตัวมากที่สุด ของเหลวทั้งสี่ชนิดมีแรงลอยตัวไม่เท่ากันดูจากการจมการลอยของวัตถุไม่เท่ากัน ซึ่งแรงลอยตัวจะมีในของเหลวและแก๊ส แต่ไม่มีในของแข็ง"

"ตัวละลายไม่มีแรงมากพอที่จะดันวัตถุขึ้น แรงลอยตัวไม่มีในของแข็ง จะมีในอากาศและของเหลว"

"วัตถุมันลอยอยู่บนผิวหน้าของของเหลว แสดงว่ามีแรงกระทำต่อวัตถุน้อยที่สุด แรงลอยตัว คือ แรงดันของเหลวที่ดันวัตถุให้ลอยขึ้นมา มีทิศตรงข้ามกับน้ำหนักของวัตถุ แรงลอยตัวมีในของแข็ง ของเหลว และแก๊ส"

"วัตถุมันลอยอยู่บนของเหลว มันจึงมีแรงลอยตัวน้อยที่สุด แรงลอยตัวคือ แรงดันของวัตถุ ถ้าแรงดันมากก็จะลอยขึ้นสูง ถ้าแรงดันน้อยวัตถุจะจมลงไป ต่ำลงไป ของเหลวแต่ละชนิดมีแรงลอยตัวไม่เท่ากัน สังเกตจากวัตถุ วัตถุจะมีการลอยและการจมต่างกัน ถ้ามันลอยแสดงว่ามีแรงลอยตัวมากถ้ามันจมแสดงว่ามีแรงลอยตัวน้อย แรงลอยตัวมีในของเหลว"

"วัตถุมันลอยตัวได้แสดงว่าวัตถุ A มีน้ำหนักน้อย แรงลอยตัวจะมีได้ทั้งในของเหลว ของแข็ง และในอากาศ"

"วัตถุมันลอยตัวไม่ได้ จึงมีแรงลอยตัวน้อยที่สุด"

"ดูจากภาพวัตถุ A มันจมลงไปใต้ของเหลว จึงมีแรงลอยตัวน้อยที่สุด"

"ดูจากรูปภาพ วัตถุ A มันจมอยู่ข้างล่าง แสดงว่ามีแรงลอยตัวน้อยที่สุด แรงลอยตัวคือ ความดันของสารชนิดนั้น ดันวัตถุขึ้นมีทิศตรงข้ามกับน้ำหนักของวัตถุ แรงลอยตัวมีในของเหลวเท่านั้น"

"ดูจากภาพวัตถุมันจม จึงมีแรงลอยตัวน้อยที่สุด แต่อธิบายความหมายของแรงลอยตัวไม่ได้"

2. แรงลอยตัวคือความเบาของวัตถุ ทำให้วัตถุมันลอยขึ้นไปได้ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ดูจากรูปภาพ วัตถุมันจมแสดงว่าของเหลวมีแรงลอยตัวน้อย แรงลอยตัวคือ ความเบาของวัตถุ มีอยู่ทุกที่ มีอยู่ได้ทั่วไป ซึ่งของเหลวทั้ง 4 ชนิด มีแรงลอยตัวไม่เท่ากัน ของเหลวชนิดที่ 3 มีแรงลอยตัวมากที่สุด ดูจากรูปภาพมันเบา วัตถุมันลอยอยู่บนของเหลว"

"วัตถุมันจม แรงลอยตัวมันจึงน้อย แรงลอยตัวคือ มันเบา จึงเกิดแรงลอยตัว มีอยู่ได้ทั่วไป ซึ่งของเหลวทั้ง 4 ชนิด มีแรงลอยตัวไม่เท่ากัน ของเหลวชนิดที่ 3 มีแรงลอยตัวมากที่สุด ดูจากรูปภาพมันเบา วัตถุมันลอยอยู่บนของเหลว"

3. ไม่เข้าใจเรื่องความหนาแน่นของวัตถุซึ่งมีผลต่อแรงลอยตัวของของเหลว ดังคำตอบต่อไปนี้

"วัตถุอยู่ต่ำกว่าของเหลว แสดงว่าของเหลวมีแรงลอยตัวน้อยที่สุด แรงลอยตัว คือ แรงดันของน้ำ แรงลอยตัวมีอยู่ในของเหลว แก๊ส แต่ไม่มีอยู่ในของแข็ง แรงลอยตัวในของเหลวแต่ละชนิดไม่เท่ากัน แรงลอยตัวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุที่นำไปลอยในของเหลว ,ปริมาตรของของเหลว ถ้าของเหลวมีปริมาตรมากก็จะมีแรงลอยตัวมาก และ

น้ำหนักของวัตถุ ถ้าน้ำหนักวัตถุน้อย จะลอย ถ้าวัตถุมีน้ำหนักมากจะจม และ ความหนาแน่น เคยได้ยิน แต่ไม่เข้าใจว่ามันเกี่ยวข้องกับแรงลอยตัวอย่างไร

4. ปริมาตรของของเหลวมีส่วนเกี่ยวข้องกับแรงลอยตัว ถ้าของเหลวมีปริมาตรมากจะมีแรงลอยตัวมาก ดังคำตอบไปนี้

"แรงลอยตัวน้อยที่สุด ดูจากวัตถุไม่สามารถลอยในของเหลวได้ แรงลอยตัว คือ มันเบา วัตถุที่เป็นของแข็งไม่มีแรงลอยตัว แต่ของเหลวและแก๊สจะมีแรงลอยตัว แรงลอยตัวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความหนัก เบา ของวัตถุ และปริมาตรของของเหลว ถ้าปริมาตรมากจะมีแรงมากกว่า"

5. น้ำหนักของวัตถุจะมีผลต่อแรงลอยตัวของของเหลว ถ้าน้ำหนักวัตถุมากของเหลวจะมีแรงลอยตัวน้อย ดูจากวัตถุมันจม ดังคำตอบต่อไปนี้

"ดูจากภาพวัตถุมันจมลงไปในของเหลว วัตถุมันอาจจะมีน้ำหนักมากมันจึงจม"

"ดูจากรูปภาพวัตถุมันลอยอยู่บนผิวของเหลว ส่วนของเหลวที่มีแรงลอยตัวมากที่สุดคือชนิดที่ 4 ดูจากวัตถุมันจมลงไปใต้ของเหลว ซึ่งแรงลอยตัวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุ และชนิดของของเหลว"

"ดูจากวัตถุมันหนัก มันจมลงไปข้างล่าง"

"วัตถุมันหนักวัตถุมันจึงจม แรงลอยตัวจึงน้อยที่สุดของเหลวทั้งสี่ชนิดมีแรงลอยตัวไม่เท่ากัน แรงลอยตัวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุ และแรงกดดันของโลกที่กระทำต่อวัตถุ แรงลอยตัวมีอยู่ในของเหลว และในอากาศ"

"ดูจากภาพวัตถุ A มันจม ของเหลวจึงมีแรงลอยตัวน้อย แรงลอยตัวคือ น้ำหนักมันน้อยจะทำให้เกิดแรงลอยตัว มีอยู่ได้ทั่วไป ซึ่งของเหลวทั้ง 4 ชนิด มีแรงลอยตัวไม่เท่ากัน ของเหลวชนิดที่ 3 มีแรงลอยตัวมากที่สุด ดูจากรูปภาพมันเบา วัตถุมันลอยอยู่บนของเหลว"

6. ถ้ามวลของของเหลวมากจะทำให้มีแรงลอยตัวมากด้วย ดังคำตอบต่อไปนี้

"วัตถุจมอยู่ในของเหลว จึงมีแรงลอยตัวน้อยที่สุด แรงลอยตัว คือ แรงพยุงของของเหลวที่พยุงวัตถุขึ้น แรงลอยตัวของของเหลวทั้งสี่ชนิดไม่เท่ากัน โดยชนิดที่ 4 น้อยที่สุด ชนิดที่ 3 มากที่สุด ดูจากการจมการลอยของวัตถุ ทิศทางของแรงลอยตัวจะพุ่งขึ้นตรงกันข้ามกับทิศทางของน้ำหนักของวัตถุ แรงลอยตัวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุ ถ้ามีมวลมากจะจม มีมวลน้อยจะลอยมวลของของเหลว ถ้ามากจะมีแรงลอยตัวมาก แรงดันอากาศ การจับตัวของของเหลว ความหนาแน่นของของเหลว"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

7. แรงลอยตัวจะมากหรือน้อยเกี่ยวข้องกับแรงดันอากาศ ถ้าแรงดันอากาศมากจะมีแรงลอยตัวมากด้วย ดังคำตอบต่อไปนี้

"ดูจากภาพเห็นชัดเจน วัตถุจะต่ำสุด มันจมลงไป แสดงว่าของเหลวมีแรงน้อยตัวน้อยที่สุด แรงลอยตัวคือ การมีอากาศอยู่ข้างใน ถ้าไม่มีอากาศจะลอยตัวไม่ได้ แรงลอยตัวจะมีอยู่ทุกทิศทางในอากาศ"

"ของเหลวชนิดที่ 4 รับวัตถุ A ไม่ได้ มันจึงลมลงไปในของเหลว แสดงว่ามีแรงลอยตัวน้อยที่สุด แรงลอยตัวจะมีอยู่ที่ใต้ร่มไม้จะมีแรงลอยตัว ลมพัดเข้าไปใต้ร่วมไม้ ทำให้วัตถุลอยขึ้นได้"

"ไม่มีแรงในของเหลว ของเหลวรับน้ำหนักวัตถุไม่ได้วัตถุ A มันหนัก จึงจมลงไป ถ้าเป็นโฟมจะลอยอยู่บนพื้นผิวของน้ำ ถ้าของเหลวมันมีแรงลอยตัวมากมันจะดันไม่วัตถุจม แรงลอยตัวคือ แรงดันของลมข้างล่างที่ดันขึ้นมาข้างบน มีเฉพาะในที่โล่ง"

"ของเหลวชนิดที่ 4 ไม่มีแรงลอยตัว วัตถุ A มันจึงจมลงไป ไม่ลอยขึ้นมาเหมือนของเหลวชนิดอื่นๆ แรงลอยตัวคือ แรงดันของลมข้างล่างที่ดันขึ้นมาข้างบน มีเฉพาะในที่โล่ง มีลมเพราะแรงลอยตัวเป็นแรงดันของลมที่ดันวัตถุขึ้น"

8. แรงลอยตัวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแรงกดดันของโลก ดังคำตอบต่อไปนี้

"ดูจากรูปภาพวัตถุมันลอยอยู่บนของเหลว จึงคิดว่ามันมีแรงลอยตัวน้อยที่สุด ของเหลวทั้งสี่ชนิดมีแรงลอยตัวไม่เท่ากัน แรงลอยตัวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุ และแรงกดดันของโลกที่กระทำต่อวัตถุ แรงลอยตัวมีอยู่ในของเหลว และในอากาศ"

"วัตถุมันมีค่าหนักมันจะจม วัตถุมันมีแรงลอยตัวน้อยมันจึงลอยของเหลวทั้งสี่ชนิดมีแรงลอยตัวไม่เท่ากัน แรงลอยตัวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุ และแรงกดดันของโลกที่กระทำต่อวัตถุ แรงลอยตัวมีอยู่ในของเหลว ของแข็ง และในอากาศ"

ไม่มีแนวคิด

นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องแต่ไม่สามารถอธิบายได้ และตอบว่าไม่รู้ ไม่ทราบ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ไม่ทราบ"

9. การเคลื่อนที่ของเสียง

มีข้อสอบ 2 ข้อ ได้แก่ ลักษณะการเคลื่อนที่ของเสียงและอัตราเร็วของเสียงผ่านตัวกลางแต่ละชนิด ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และจำแนกประเภทของแนวคิดได้ผลดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่อง การเคลื่อนที่ของเสียง (จำนวน 94 คน)

ข้อที่	กลุ่มของแนวคิด/จำนวน (ร้อยละ)				
	SU	PU	PU/SM	SM	NU
13	4 (4.26)	20 (21.28)	9 (9.57)	58 (61.70)	3 (3.19)
14	1 (1.06)	17 (18.09)	2 (2.13)	54 (57.45)	20 (21.28)
สรุปรวม	5 (2.66)	37 (19.68)	11 (5.85)	112 (59.57)	23 (12.23)

จากตารางที่ 16 ที่ผู้วิจัยวัดแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องการเคลื่อนที่ของเสียง ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิจัยเป็นรายข้อ ดังนี้

คำถามข้อที่ 13 เป็นคำถามเกี่ยวกับลักษณะการเคลื่อนที่ของเสียง

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (SU) คิดเป็นร้อยละ 4.26 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 21.28 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 9.57 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SM) ร้อยละ 61.70 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 3.19 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้อง และสามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของเสียงที่ผ่านตัวกลางได้ถูกต้อง สมบูรณ์ ดังคำตอบต่อไปนี้

"เสียงเคลื่อนที่กระจายไปทุกทิศทุกทาง โดยต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ถ้าไม่มีตัวกลางจะเคลื่อนที่ผ่านไปไม่ได้ เสียงจะเคลื่อนที่ผ่านของแข็งได้เร็วกว่าอากาศ เพราะของแข็งมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศ จึงส่งผ่านเสียงได้เร็วกว่าอากาศ อัตราความเร็วของเสียงที่ผ่านพื้นดินจะมากกว่าในตัวกลางอื่น"

"เสียงเคลื่อนที่กระจายไปทุกทิศทุกทาง โดยต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ถ้าไม่มีตัวกลางจะเคลื่อนที่ผ่านไปไม่ได้ อัตราเร็วของเสียงที่ผ่านตัวกลางไม่เท่ากัน โดยเสียงจะ

เคลื่อนที่ผ่านของแข็งได้เร็วที่สุด เนื่องจากมีความหนาแน่นมากที่สุด"

"เสียงเคลื่อนที่กระจายไปทุกทิศทุกทาง โดยต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ถ้าไม่มีตัวกลางจะเคลื่อนที่ผ่านไปไม่ได้ อัตราเร็วของเสียงที่ผ่านตัวกลางจะต่างกัน โดยเสียงผ่านตัวกลางที่เป็นพื้นดินเร็วกว่าอากาศ เพราะดินมีความหนานแน่นมากกว่าอากาศ"

"เสียงเคลื่อนที่กระจายไปทุกทิศทุกทาง โดยต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ถ้าไม่มีตัวกลางจะเคลื่อนที่ผ่านไปไม่ได้ อัตราเร็วของเสียงผ่านตัวกลางไม่เท่ากัน โดยผ่านพื้นดินเร็วกว่าอากาศ ขึ้นอยู่กับความหนาแน่น ของแข็งมีความหนานแน่นมากกว่าอากาศเสียงจึงเคลื่อนที่ได้เร็วกว่า"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องและอธิบายการเคลื่อนที่ของเสียงได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ และไม่มีส่วนใดผิด ดังคำตอบต่อไปนี้

"เสียงก้องจะอยู่ที่พื้นดิน อัตราเร็วของเสียงจะผ่านพื้นดินมาหาหูของคน เสียงอยู่ที่พื้นดินจะได้ยินเร็วกว่าในอากาศ เพราะกว่ามาถึงเราเสียงจะเบาลงเรื่อยๆ"

"อัตราเร็วของเสียงผ่านตัวกลางเร็วไม่เท่ากัน โดยเสียงเดินทางผ่านดินได้เร็วกว่าในอากาศ เวลาเอาหูแนบกับพื้นดินจึงได้ยินเสียงของข้าศึกเดินมาเร็วกว่ายืนฟัง"

"เสียงต้องใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่ พื้นดินเสียงจะเดินผ่านได้เร็วกว่าอากาศ"

"เสียงอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ตัวกลางแต่ละชนิดมีความเร็วไม่เท่ากัน เสียงผ่านดินได้เร็วกว่าอากาศ"

"เสียงเดินทางของข้าศึกผ่านตัวกลางของพื้นดิน ผ่านอากาศได้ แต่อัตราเร็วของเสียงจะผ่านพื้นดินได้เร็วกว่าในอากาศ"

"เสียงเคลื่อนที่กระจายไปทุกทิศทุกทาง เสียงเดินทางผ่านของแข็งได้ดีที่สุด อัตราเร็วของเสียงที่ผ่านตัวกลางไม่เท่ากัน"

"เสียงเคลื่อนที่กระจายไปทุกทิศทาง โดยต้องผ่านตัวกลาง ถ้าไม่มีตัวกลาง เสียงจะเคลื่อนที่ไม่ได้ เพราะเสียงต้องใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่เสียงเดินทางในดินได้ยินชัดเจนกว่าในอากาศ และเสียงจะเดินทางผ่านดินได้เร็วกว่าในอากาศ"

"เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือน มันกระจายออกไปทุกทิศทาง แต่ได้ยินไม่เท่ากัน คนที่อยู่ด้านหน้าแหล่งกำเนิดจะได้ยินชัดเจนที่สุด ถ้าอยู่จุดอื่นจะได้ยินน้อยลง ขึ้นอยู่กับทางตรงกับแหล่งกำเนิด และเสียงมันต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ถ้าไม่มีตัวกลางมันจะเคลื่อนที่ไปไม่ได้ อัตราเร็วของเสียงผ่านตัวกลางไม่เหมือนกัน โดยเสียงจะเดินทางผ่านดินได้เร็วกว่า

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

อากาศ"

"ระหว่างยืนฟังกับเอาหูแนบพื้น เอาหูแนบกับพื้นจะได้ยินเร็วกว่า โดยเสียงเดินทางผ่านตัวกลางที่เป็นดินได้เร็วกว่าในอากาศ"

"เสียงเดินทางผ่านตัวกลางไม่เท่ากัน ดินและอากาศเป็นตัวกลาง เสียงจะเดินทางผ่านดินเร็วกว่าอากาศ เสียงเดินทางต้องอาศัยตัวกลาง ถ้าไม่มีตัวกลาง จะเคลื่อนที่ไปไม่ได้"

"เสียงเดินทางผ่านดินเร็วกว่าอากาศจึงฟังจากพื้นดิน จะได้ยินเสียงก่อนยืนฟังในอากาศ เสียงเดินทางต้องอาศัยตัวกลาง ถ้าไม่มีตัวกลางมันจะไปไม่ได้"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

นักเรียนเลือกคำตอบถูก แต่อธิบายการเคลื่อนที่ของเสียงได้ถูกต้องบางส่วนและมีบางส่วนไม่ถูกต้อง ดังคำตอบต่อไปนี้

"เสียงอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ โดยตัวกลางที่เป็นอากาศจะได้ยินเสียงเร็วกว่าในดิน"

"เสียงอาศัยตัวกลางในการเดินทาง เวลายืนจะได้ยินเสียงดังกว่าอยู่บนพื้นดิน เสียงจะผ่านอากาศเร็วกว่าดิน"

"เสียงอาศัยตัวกลางในการเดินทาง เวลาเดินกระทืบเท้าลงบนดิน เสียงสะเทือนมากับดิน ไม่ได้มาทางอากาศ อัตราเร็วของเสียงผ่านดินจึงเร็วกว่าอากาศ"

"เสียงผ่านตัวกลางของพื้นดิน ไม่ผ่านตัวกลางของอากาศ เสียงสั่นสะเทือนบนพื้นดิน จึงได้ยินมากที่สุด"

"เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือน มันกระจายออกไปทุกทิศทาง แต่ได้ยินไม่เท่ากัน คนที่อยู่ด้านหน้าแหล่งกำเนิดจะได้ยินชัดเจนที่สุด ถ้าอยู่จุดอื่นจะได้ยินน้อยลง ขึ้นอยู่กับทางตรงกับแหล่งกำเนิด และเสียงมันต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ถ้าไม่มีตัวกลางมันจะเคลื่อนที่ไปไม่ได้ ตัวกลางแต่ละชนิดเสียงจะเดินทางผ่านได้ไม่เท่ากัน โดยจากช้าที่สุดไปหาเร็วที่สุด คือ ของเหลว แก๊ส และของแข็ง ตามลำดับ เอาหูแนบพื้นจึงได้ยินเร็วที่สุด"

"อัตราเร็วของเสียงผ่านตัวกลางไม่เท่ากัน เอาหูแนบพื้นจะได้ยินเสียงแรงกว่ายืนฟังในอากาศ"

"อัตราเร็วของเสียงผ่านตัวกลางไม่เท่ากัน ระหว่างอากาศกับดิน อากาศจะเร็วกว่า"

"เสียงมันผ่านจากตัวกลาง เอาหูแนบพื้นตัวกลางคือดิน ถ้ายืนฟังตัวกลางคืออากาศในดินเสียงจะวิ่งได้เร็วกว่าในอากาศ จึงเอาหูแนบพื้นฟัง แต่ถ้าไม่มีตัวกลาง มันก็ผ่านได้เหมือนเดิม"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"เสียงเดินทางผ่านตัวกลางไม่เท่ากัน เสียงจะเดินทางผ่านดินเร็วกว่าอากาศ เสียงถ้าไม่มีอากาศก็ผ่านได้"

แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของเสียงผ่านตัวกลาง ในประเด็นดังต่อไปนี้

1. เสียงหนักจะตกอยู่ที่พื้นดินไม่ลอยไปในอากาศ ดังคำตอบต่อไปนี้

"เสียงเดินมากับพื้น เสียงหนักตกอยู่พื้นดิน จึงได้ยินเสียงชัดเจนกว่าฟังในอากาศ คนสมัยโบราณเดินเอาจึงต้องเอาหูแนบกับพื้นดิน แต่ทุกวันนี้ขี่รถ จึงไม่ต้องใช้วิธีในโบราณ"

"เสียงหนักจะตกที่พื้นดิน ถ้ามีสัตว์ใหญ่เดินมาจะมีเสียงหนักขึ้น"

"คนเราเวลาก้าวเท้าลงบนพื้นดิน จะเกิดเสียงหนักที่พื้น"

"ข้าศึกจะมีอาวุธต่างๆ ที่หนักพร้อมที่จะโจมตีได้ทันที ความหนักของเสียงจึงตกอยู่ที่พื้นดิน"

"เวลาเดินบนพื้นดินจะได้ยินเสียงหนักตกลงบนพื้น"

"เสียงหนักจะตกที่พื้นดิน เสียงเดินจากพื้นดินมันเป็นเสียงกระจายออกได้กว้าง"

"เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือน ต้องใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่เวลาคนเดินเสียงหนักจะตกที่พื้นดิน จึงเอาหูแนบพื้นจะได้ยินเสียงได้ชัดเจน"

"เสียงมีอัตราการเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางแต่ละชนิดไม่เท่ากัน โดยเสียงหนักจะตกอยู่ที่พื้นดิน"

"เสียงเคลื่อนที่กระจายไปทุกทิศทาง และอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ เสียงหนักจะตกอยู่ที่พื้นดิน เสียงที่คนเดินจะกระแทกลงกับพื้น จึงทำให้ได้ยินเสียง ในอากาศจึงไม่ได้ยิน"

"เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือน มันกระจายออกไปทุกทิศทาง แต่ได้ยินไม่เท่ากัน คนที่อยู่ด้านหน้าแหล่งกำเนิดจะได้ยินชัดเจนที่สุด ถ้าอยู่จุดอื่นจะได้ยินน้อยลง ขึ้นอยู่กับทางตรงกับแหล่งกำเนิด และเสียงมันต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ถ้าไม่มีตัวกลางมันจะเคลื่อนที่ไปไม่ได้ เสียงหนักของเท้าจะตกอยู่ที่พื้นดิน ถ้ายืนฟังในอากาศจะไม่ได้ยิน"

2. การสั่นสะเทือนของเสียงถ้าอยู่ในของแข็งจะสั่นสะเทือนได้ดีกว่าอยู่ในอากาศ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับความถี่ของเสียงไม่ใช่อัตราเร็วของเสียงที่ผ่านตัวกลาง เพราะความถี่จะทำให้เกิดเสียงสูงเสียงต่ำ ไม่ใช่ความเร็วของเสียง โดยนักเรียนคิดว่าถ้าสั่นสะเทือนมากจะได้ยินเร็วกว่าสั่นสะเทือนน้อย ดังคำตอบต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือน มันกระจายไปทุกทิศทางเวลาเดินเกิดการสั่นสะเทือน เสียงจึงมากับพื้นดิน ถ้ายืนฟังจะไม่ได้ยินเสียง จึงเอาหูแนบกับพื้นดิน เสียงมันน้อยที่เกิดจากการสั่นสะเทือนในอากาศ แต่ในดินจะสั่นมากกว่า"

"ความถี่ของเสียง ซึ่งความถี่ของเสียงเป็นเสียงชนิดต่างๆ เช่น เสียงเดินเท้า เสียงพูดคุย เป็นต้น"

"ความถี่ที่จะได้ยินเสียงของข้าศึก ในอากาศความถี่จะน้อยกว่าในดิน"

"เสียงน่าจะเกิดจากความถี่ของเสียง ความถี่มากับพื้นดิน จึงเอาหูแนบกับพื้น ถ้ายืนฟังความถี่จะไม่ได้ยิน"

3. การได้ยินเสียงเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความดังของเสียง ถ้าเสียงดังมากจะได้ยินเร็วกว่าเสียงเบาหรือเสียงค่อย ดังคำตอบต่อไปนี้

"เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือน เคลื่อนที่กระจายไปทุกทิศทาง เอาหูแนบพื้นจึงได้ยินเสียงดังมากกว่า"

"เสียงดังอยู่ที่พื้นดิน ถ้าฟังในอากาศจะไม่ได้ยิน เสียงเดินทางผ่านอากาศกับดินไม่เท่ากัน โดยที่เสียงเดินในดินได้เร็วกว่าอากาศ"

"เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือน ต้องใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่ เวลาคนเดินจะมีสียงดังอยู่ที่พื้นดินมากกว่าทางอากาศ จะได้ยินชัดเจนกว่าเมื่อฟังจากพื้นดิน และสามารถรู้ได้ว่าเป็นของเสียงเดินของอะไร มีมากน้อยเท่าใด"

"เคลื่อนที่กระจายไปทุกทิศทุกทาง เสียงต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อน โดยเสียงจะผ่านของแข็งได้ดังที่สุด"

"เสียงกระจายไปทุกทิศทาง โดยต้องผ่านตัวกลาง ถ้าไม่มีตัวกลาง เสียงจะเคลื่อนที่ไม่ได้ เพราะเสียงต้องใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่ เสียงคนเดินมาที่พื้นดินจะมีเสียงดังมากกว่าอากาศ จึงเอาหูแนบพื้นดินในการฟัง"

"เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือน มันกระจายออกไปทุกทิศทาง แต่ได้ยินไม่เท่ากัน คนที่อยู่ด้านหน้าแหล่งกำเนิดจะได้ยินชัดเจนที่สุด ถ้าอยู่จุดอื่นจะได้ยินน้อยลง ขึ้นอยู่กับทางตรงกับแหล่งกำเนิด และเสียงมันต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ถ้าไม่มีตัวกลางมันจะเคลื่อนที่ไปไม่ได้ ความดังของเสียงกระเทือนมาจากพื้นดิน แนบหูฟังจากพื้นดินจะได้ยินชัดเจนกว่าในอากาศ เพราะเสียงผ่านดินได้ แต่ผ่านอากาศไม่ได้"

"คนเดินมาเสียงจะสะเทือนเข้าหูเรา ฟังในอากาศจะได้ยินแต่จะได้ยินไม่ดีเท่าฟังจากพื้นดิน เสียงจะค่อยกว่า"

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4. ความดังของเสียงกับความถี่ของเสียงเป็นสิ่งเดียวกัน ดังคำตอบต่อไปนี้

"เสียงเคลื่อนที่กระจายไปทุกทิศทาง โดยต้องผ่านตัวกลาง ถ้าไม่มีตัวกลาง เสียงจะเคลื่อนที่ไม่ได้ เพราะเสียงต้องใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่ ในข้อนี้เป็นเรื่องของความถี่ของเสียง ทำให้คนที่เดินมาเขาจะได้ยินเสียง ดินเป็นของแข็ง จะได้ยินเสียงได้ดังมากที่สุด"

"เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือน มันกระจายออกไปทุกทิศทาง แต่ได้ยินไม่เท่ากัน คนที่อยู่ด้านหน้าแหล่งกำเนิดจะได้ยินชัดเจนที่สุด ถ้าอยู่จุดอื่นจะได้ยินน้อยลง ขึ้นอยู่กับทางตรงกับแหล่งกำเนิด และเสียงมันต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ถ้าไม่มีตัวกลางมันจะเคลื่อนที่ไปไม่ได้ เราฟังได้ก็ต่อเมื่อความถี่ดี บนพื้นดินเสียงจะมีความถี่มากกว่าในอากาศ ซึ่งความถี่ของเสียงคือเสียงที่ดังกว่า"

5. เสียงเคลื่อนที่ได้โดยไม่อาศัยตัวกลาง ดังคำตอบต่อไปนี้

"เสียงมันผ่านจากตัวกลาง เอาหูแนบพื้นตัวกลางคือดิน ถ้ายืนฟังตัวกลางคืออากาศ ในดินเสียงจะวิ่งได้เร็วกว่าในอากาศ จึงเอาหูแนบพื้นฟัง แต่ถ้าไม่มีตัวกลาง มันก็ผ่านได้เหมือนเดิม"

"เสียงเดินทางผ่านตัวกลางไม่เท่ากัน เสียงจะเดินทางผ่านดินเร็วกว่าอากาศ เสียงถ้าไม่มีอากาศก็ผ่านได้"

ไม่มีแนวคิด

นักเรียนเลือกคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่สามารถอธิบายแนวคิดได้ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ไม่ทราบ"

คำถามข้อที่ 14 เป็นคำถามเกี่ยวกับอัตราเร็วของเสียงในตัวกลางแต่ละชนิด

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (SU) คิดเป็นร้อยละ 1.06 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 18.09 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 2.13 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SM) ร้อยละ 57.54 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 21.28 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้อง และอธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของเสียงผ่านตัวกลางแต่ละชนิดได้ถูกต้อง สมบูรณ์ ดังคำตอบต่อไปนี้

"เสียงเดินทางผ่านแก๊ส ของเหลว ของแข็ง จากช้าไปหาเร็วตามลำดับ ความเร็วของเสียงขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของวัตถุ ยิ่งมีความหนาแน่นมากความเร็วของเสียงจะเร็วมาก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เท่านั้น"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

นักเรียนเลือกคำตอบถูก สามารถอธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของเสียงผ่านตัวกลางได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ และไม่มีส่วนใดผิด ดังคำตอบต่อไปนี้

"เสียงจะผ่านตัวกลางต่างกัน จากช้าไปหาเร็ว คือ จากแก๊ส ของเหลว และของแข็ง ตามลำดับ"

"เสียงจะวิ่งผ่านตัวกลางจากช้าที่สุดไปหาเร็วที่สุด คือ แก๊ส ของเหลว และของแข็ง ตามลำดับ ซึ่งอากาศจะเป็นสิ่งที่ไม่ค่อยได้ยินเสียง"

"เสียงเดินทางผ่านตัวกลางที่เป็น อากาศ น้ำ ของแข็งจากช้าที่สุดไปหาเร็วที่สุด อากาศมองไม่เห็น ของเหลวนุ่มที่สุด ไม้เป็นสิ่งที่แข็ง แต่แข็งสู้เหล็กไม่ได้"

"เสียงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางเรียงลำดับจากช้าที่สุดไปเร็วที่สุด คือ แก๊ส ของเหลว ของแข็ง"

"อัตราเร็วของเสียงเดินทางเร็วไปหาช้า จาก ของแข็ง ของเหลว และอากาศ แต่ไม่ทราบสาเหตุเพราะอะไรจึงเป็นอย่างนั้น"

"เสียงเคลื่อนที่ได้โดยผ่านวัตถุที่มีสถานะต่างกันจากช้าที่สุดไปเร็วที่สุด จากอากาศ ของเหลว และของแข็ง ตามลำดับ แต่ไม่ทราบว่าเกิดจากอะไรจึงเป็นอย่างนั้น"

"เสียงจะเคลื่อนที่ช้าเร็วต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของตัวกลาง โดยเรียงจากช้าที่สุดไปเร็วที่สุด คือ อากาศ น้ำ ไม้ เหล็ก แต่ไม่ทราบว่าเพราะสาเหตุอะไร"

"วัตถุต่างชนิดกันจะทำให้เสียงเคลื่อนที่ได้เร็วต่างกัน โดยเรียงลำดับจากเร็วไปหาช้า คือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ตามลำดับ แต่อธิบายไม่ได้ว่าเพราะอะไร"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

นักเรียนเลือกคำตอบถูก อธิบายการเคลื่อนที่ของเสียงผ่านตัวกลางได้ถูกต้องบางส่วนและมีบางส่วนผิด ดังคำตอบต่อไปนี้

"เสียงจะเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางเท่ากัน โดยจะผ่านแก๊สได้ช้าที่สุด น้ำ และของแข็ง ตามลำดับ"

"ขึ้นอยู่กับมวล ความหนาแน่นของเนื้อสาร อากาศมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ น้ำน้อยกว่าไม้ ไม้น้อยกว่าเหล็ก จึงทำให้เสียงผ่านตัวกลางได้เร็วต่างกัน"

แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของเสียงผ่านตัวกลางชนิดต่างๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ในประเด็นดังต่อไปนี้

1. สารที่มองเห็นได้เท่านั้นเสียงจึงจะผ่านได้ ส่วนสารที่มองไม่เห็น เช่น อากาศ เสียงจะผ่านไม่ได้หรือผ่านได้น้อยมาก ดังคำตอบต่อไปนี้

"อากาศเป็นสิ่งที่มองไม่เห็น เสียงจึงผ่านได้น้อยที่สุด แต่ไม่ทราบเหตุผลอื่น"

"อากาศเป็นตัวกลางที่ไม่สามารถมองเห็นได้จึงช้าที่สุด แต่อธิบายไม่ได้ว่าทำไม เสียงจึงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางในแต่ละชนิดได้ไม่เท่ากัน"

2. เรียงลำดับการเคลื่อนที่ของเสียงผ่านตัวกลางแต่ละชนิดได้ไม่ถูกต้อง ดังคำตอบต่อไปนี้

"เสียงผ่านจากอากาศมา ผ่านในก๊าซ ของเหลว และของแข็ง จากเร็วที่สุดไปช้าที่สุดตามลำดับ"

"เสียงผ่านตัวกลางได้เร็วแตกต่างกัน โดยเรียงลำดับจากเร็วที่สุดไปช้าที่สด คือ ของเหลว แก๊ส และของแข็ง ตามลำดับ แต่ไม่ทราบว่าทำไปจึงเป็นอย่างนี้"

"เสียงผ่านของเหลวได้ดีกว่าของแข็ง เรียงลำดับจากเร็วไปหาช้า คือ แก๊ส ของเหลว และของแข็ง ตามลำดับ"

3. เสียงจะต้องเดินทางผ่านอากาศทุกครั้ง ดังคำตอบต่อไปนี้

"สิ่งใดก็แล้วแต่ต้องผ่านอากาศก่อนทุกอย่าง"

4. ความเร็วของเสียงขึ้นอยู่กับมวลหรือขนาดของวัตถุที่เป็นตัวกลาง โดยวัตถุที่มีมวลมากหรือขนาดใหญ่เสียงจะเคลื่อนที่ได้ช้ากว่าวัตถุที่มีมวลน้อย ดังคำตอบต่อไปนี้

"เหล็กมันมีลักษณะแข็ง หนา จึงทำให้เสียงเคลื่อนที่ผ่านมันได้น้อย มันจึงช้ากว่าเพื่อน ขึ้นอยู่กับขนาด"

"เหล็กเป็นของแข็งเสียงจะผ่านได้น้อย จึงช้าที่สุด อากาศเบาที่สุดเสียงจึงผ่านได้เร็วที่สุด"

5. วัตถุที่มีขนาดโมเลกุลเล็กเสียงจะเคลื่อนที่ผ่านได้น้อยกว่าโมเลกุลใหญ่ แต่ความเป็นจริงนั้น ของแข็งจะมีโมเลกุลเล็กที่สุด เสียงจะเคลื่อนที่ผ่านได้เร็วที่สุด ดังคำตอบต่อไปนี้

"ใช้เส้นผ่านศูนย์กลางจากน้อยไปหามาก โดยอากาศจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยที่สุด"

6. การได้ยินเสียงขึ้นอยู่กับแรงโน้มถ่วงของโลก ดังคำตอบต่อไปนี้

"อากาศมีลมแรงจึงได้ยินเสียงค่อย น้ำจะไม่ได้ยินเสียงกัน ไม้จะได้ยินชัดเจน เหล็ก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ได้ยินชัดเจนที่สุด ขึ้นอยู่กับแรงโน้มถ่วง"

7. เสียงเคลื่อนที่ได้เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับลักษณะเสียงทุ้มกับเสียงแหลม ดังคำตอบต่อไปนี้

"ไม้มีเสียงทุ้ม เหล็กมีเสียงแหลม อากาศไม่มีเสียง น้ำมีเสียงทุ้ม"

"เหล็กเป็นของแข็ง เสียงจะผ่านได้ช้าที่สุด เหล็กจะเสียงแหลม ไม้ดังโต๊กๆ น้ำดังจ้ากๆ อากาศไม่มีเสียง"

"เหล็กเสียงแหลม ไม้เสียงทุ้ม น้ำเสียงแหลม อากาศเสียงทุ้ม จากเร็วไปหาช้า ขึ้นอยู่กับลักษณะเสียงทุ้มกับเสียงแหลม"

8. เสียงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางได้เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับแรงดัน ดังคำตอบต่อไปนี้

"เหล็กมีแรงดันน้อย จึงช้ากว่าเพื่อน ขึ้นอยู่กับแรงดัน"

9. เสียงจะเคลื่อนที่ไปพร้อมกับตัวกลาง ตัวกลางที่เคลื่อนที่ได้เร็วกว่า เสียงก็จะเคลื่อนที่ได้เร็วตามไปด้วย ดังคำตอบต่อไปนี้

"อากาศมันมีการเคลื่อนที่ มันเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด"

"เหล็กมีการเคลื่อนตัวช้า กว่าไม้ กว่าน้ำ และอากาศตามลำดับ เกิดจากลมหรืออากาศที่ที่อยู่สูงพัดลงมา"

ไม่มีแนวคิด

นักเรียนเลือกคำตอบถูก แต่ไม่สามารถอธิบายแนวคิดได้ หรืออธิบายไม่ตรงประเด็น ดังคำตอบต่อไปนี้

"อากาศจะช้ากว่าน้ำ แต่ไม่ทราบเหตุผล"

"ไม่ทราบ"

"อากาศบางครั้งจะได้ยินเร็วมากจึงไม่ชัดเจนต่อการได้ยิน ในน้ำจะได้ยินต่อเมื่อนำสิ่งของไปกระแทกน้ำ ไม้จะได้ยินต่อเมื่อลมพัดแล้วมันสีกันไปมา เหล็กจะได้ยินตอนที่เรานำไปตีหรือฟาดวัตถุต่างๆ"

ผลการวิจัยแนวคิดนักเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่ของเสียง สรุปได้ว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ร้อยละ 2.66 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ ร้อยละ 19.68 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 5.85 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 59.57 และไม่มีแนวคิด ร้อยละ 12.23

10. คุณภาพของเสียง

มีข้อสอบ 2 ข้อ ได้แก่ ความดังของเสียง และความถี่ของเสียง ผู้วิจัยได้ทำการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิเคราะห์และจำแนกประเภทของแนวคิดได้ผลดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่อง คุณภาพของเสียง (จำนวน 94 คน)

ข้อที่	กลุ่มของแนวคิด/จำนวน (ร้อยละ)				
	SU	PU	PU/SM	SM	NU
15	9 (9.57)	51 (54.26)	4 (4.26)	30 (31.91)	0 (0)
16	6 (6.38)	54 (57.45)	8 (8.51)	25 (26.60)	1 (1.06)
สรุปรวม	15 (7.98)	105 (55.85)	12 (6.38)	55 (29.26)	1 (0.53)

จากตารางที่ 17 ที่ผู้วิจัยวัดแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องคุณภาพของเสียง ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิจัยเป็นรายข้อ ดังนี้

คำถามข้อที่ 15 เป็นคำถามเกี่ยวกับความดังของเสียง

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (SU) คิดเป็นร้อยละ 9.57 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 54.26 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 4.26 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SM) ร้อยละ 31.91 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 0 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้อง และสามารถอธิบายเกี่ยวกับความดังของเสียงได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ถ้ายืนอยู่ใกล้ที่สุด จะได้ยินเสียงดังที่สุด ถ้ายืนไกลเสียงจะเบาลง ยิ่งระยะห่างออกไปมากเท่าใดจะได้ยินเสียงเบาลงมากเท่านั้น เนื่องจากมีพื้นที่มากขึ้น เสียงกระจายออกไปมากจึงทำให้เสียงเบาลง"

"ความดังของเสียงเมื่ออยู่ใกล้ จะได้ยินเสียงดังที่สุดถ้าอยู่ไกลเสียงมันจะไปกับลม

เสียงกระจายออกไปทุกทิศทาง ในบริเวณกว้างมากขึ้น จึงได้ยินเสียงเบาลง"

"ยืนใกล้ที่สุด จะได้ยินเสียงดังที่สุด ความดังของเสียงขึ้นอยู่กับระยะจากที่กำเนิดเสียง โดยระยะใกล้จะได้ยินเสียงดังมากที่สุด และ ชนิดของตัวกลางที่เสียงผ่าน เสียงจะเคลื่อนที่กระจายไปในอากาศ โดยระยะใกล้จะได้ยินเสียงชัดเจนที่สุด ถ้าไกลเสียงจะกระจายออกไปมาก จะได้ยินเสียงเบาลง"

"ระยะห่างน้อยกว่าทุกครั้ง ความดังของเสียงขึ้นอยู่กับระยะจากที่กำเนิดเสียง โดยระยะใกล้จะได้ยินเสียงดังมากที่สุด และ ชนิดของตัวกลางที่เสียงผ่าน เสียงจะเคลื่อนที่กระจายไปในอากาศ โดยระยะใกล้จะได้ยินเสียงชัดเจนที่สุด ถ้าไกลเสียงจะกระจายออกไปมาก จะได้ยินเสียงเบาลง"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

นักเรียนเลือกคำตอบถูก อธิบายเกี่ยวกับความดังของเสียงได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์ ครบถ้วน ดังคำตอบต่อไปนี้

"อยู่ใกล้ที่สุด จึงได้ยินเสียงดังที่สุด"

"มีระยะห่างน้อยที่สุดจะได้ยินเสียงดังมากที่สุด"

"อยู่ใกล้จากลำโพงที่สุด จึงได้ยินเสียงดังที่สุด"

"ระยะใกล้จะได้ยินเสียงดังมากกว่าระยะไกล"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

นักเรียนเลือกคำตอบถูก อธิบายได้ถูกต้องบางส่วนและมีบางส่วนไม่ถูกต้อง ดังคำตอบต่อไปนี้

"อยู่ใกล้แหล่งกำเนิดเสียงมากที่สุด ซึ่งความดังของเสียงขึ้นอยู่กับระยะห่าง ความถี่ของเสียง และตัวกลางที่ผ่าน"

"อยู่ใกล้ที่สุด ซึ่งความดังของเสียงขึ้นอยู่กับระยะห่างความถี่ของเสียง และตัวกลางที่ผ่าน"

"ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงใกล้ที่สุด ซึ่งความดังของเสียงขึ้นอยู่กับระยะห่างความถี่ของเสียง และตัวกลางที่ผ่าน"

แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความดังของเสียงในประเด็นดังต่อไปนี้

1. ความดังของเสียงขึ้นอยู่กับความถี่ของเสียง ดังคำตอบต่อไปนี้

"ความถี่ของเสียงเมื่ออยู่ใกล้จะได้ยินมากที่สุด ถ้าอยู่ไกลเสียงมันจะไปกับลม เสียง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กระจายออกไปทุกทิศทาง ในบริเวณกว้างมากขึ้น จึงได้ยินเสียงเบาลง"

"ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงใกล้ที่สุด ซึ่งความดังของเสียงขึ้นอยู่กับระยะห่าง ความถี่ของเสียง และตัวกลางที่ผ่าน"

2. ระยะห่างมากที่สุดจะได้ยินเสียงดังมากที่สุด เพราะยืนฟังอยู่ในระยะไกล แหล่งกำเนิดเสียงต้องใช้เสียงดังมากขึ้นจึงจะได้ยิน ดังคำตอบต่อไปนี้

"เครื่องขยายเสียงจะเปิดดังที่สุด เพราะไปยืนฟังอยู่ไกลจึงต้องเปิดเสียงดังมาก จึงจะได้ยินเสียง"

"ความดังของเสียงขึ้นอยู่กับการฟังของเรา"

"ความดังของเสียงขึ้นอยู่กับระยะโดยไกลได้ยินดังกว่าอยู่ใกล้"

"ที่ระยะ 20 เมตรจะได้ยินเสียงดังมากที่สุด อยู่ไกลเท่าไรเสียงจะดังมากเท่านั้น"

คำถามข้อที่ 16 เป็นคำถามเกี่ยวกับความถี่ของเสียง

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (SU) คิดเป็นร้อยละ 6.38 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 57.45 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 8.51 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SM) ร้อยละ 26.60 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 1.06 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

นักเรียนเลือกคำตอบถูกและอธิบายเกี่ยวกับความถี่ของเสียงได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ลำอากาศที่ยาวที่สุด และปริมาณน้ำน้อยที่สุด เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือน ถ้ามีอัตราเร็วในการสั่นมากเรียกว่ามีความถี่มาก จะทำให้เกิดเสียงสูง น้ำน้อยเมื่อเราออกแรงตีความถี่จะมากหรือสูงทำให้เกิดเสียงสูงหรือเสียงแหลม"

"ปริมาณน้ำน้อยที่สุด ลำอากาศยาวที่สุด จะทำให้เกิดความถี่มากทำให้เกิดเสียงสูง"

"น้ำน้อยจะเกิดเสียงสูง เมื่อออกแรงตีจะเกิดความถี่มาก จึงเกิดเสียงสูงหรือเสียงแหลม"

"น้ำน้อยจะเกิดเสียงสูง เกิดจากความถี่มากเสียงจะสูง ถ้ามีความถี่น้อยเสียงจะทุ้ม"

"น้ำน้อยจะเกิดการสั่นสะเทือนมากจึงทำให้เกิดเสียงสูงหรือเสียงแหลม ถ้าสั่นน้อยจะเกิดเสียงต่ำ"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

นักเรียนเลือกคำตอบถูก แต่อธิบายได้ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ และไม่มีส่วนใดผิด ดังคำตอบต่อไปนี้

"มีน้ำน้อยที่สุด จะเกิดเสียงสูงหรือเสียงแหลมที่สุด"

"มีน้ำน้อยที่สุด เวลาเคาะเสียงจะกระจายออกมาได้ดีที่สุด จึงเกิดเสียงสูงที่สุด"

"น้ำน้อยที่สุด มีช่องว่างของอากาศมาก ทำให้เกิดเสียงสูง แต่ไม่ทราบว่าทำไมจึงเป็นอย่างนั้น"

"มีน้ำน้อยจึงมีเสียงแหลมหรือสูง ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำ"

"มีน้ำน้อยกว่าทุกใบจึงเกิดเสียงสูง แต่ไม่ทราบว่าทำไมน้ำน้อยจึงเกิดเสียงสูง และเสียงสูงเกิดจากอะไร"

"ใบที่ 1 มีน้ำน้อยที่สุด เวลาเคาะจึงเสียงดังมากและแหลมมากที่สุด น้ำน้อยจะมีอากาศมากกว่าทุกใบ แต่บอกไม่ได้ว่าเสียงสูงหรือเสียงแหลมเกิดจากอะไร"

"น้ำน้อยจะทำให้เกิดเสียงสูงหรือเสียงแหลม เนื่องจาก มีที่ว่างของเสียงมากที่สุด จึงเกิดเสียงสูงหรือเสียงแหลม"

"มีน้ำน้อยถ้าเคาะจะได้ยินเสียงแหลมหรือเสียงสูง เสียงแหลมขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำน้อย แก้วใบที่มีน้ำมากจะได้ยินเสียงทุ้มที่สุด"

"มีความถี่สูง น้ำน้อยจะเกิดความถี่มาก ถ้ามีความถี่มากจะเกิดเสียงสูง ถ้ามีความถี่น้อยจะเกิดเสียงต่ำ แต่อธิบายความหมายของความถี่ไม่ได้"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

นักเรียนเลือกคำตอบถูก แต่อธิบายได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้นและมีบางส่วนไม่ถูกต้อง ดังคำตอบต่อไปนี้

"มีน้ำน้อยกว่าทุกใบจึงเกิดเสียงสูง เสียงสูงหรือเสียงแหลมเกิดจากความดันของตัวกลาง คือแก้ว"

"มีน้ำน้อยที่สุด แต่ถ้าเคาะใบที่ 4 จะดังค่อยที่สุด แต่บอกเหตุผลไม่ได้"

"มีน้ำน้อยที่สุดทำให้เกิดเสียงแหลมและเสียงดังมากที่สุดด้วย แต่ไม่ทราบเหตุผล"

"มีน้ำน้อยที่สุด มีอากาศในแก้วมาก ทำให้มีแรงดันของอากาศมากจึงจะเกิดเสียงแหลมที่สุด"

"มีน้ำน้อยจะทำให้เสียงสูงหรือแหลม เกิดจากความดันของน้ำมากทำให้เกิดเสียงสูงได้"

แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความถี่ของเสียง ในประเด็นดังต่อไปนี้

1. ความดังของเสียงกับความถี่ของเสียงคือสิ่งเดียวกัน ดังคำตอบต่อไปนี้

"มีน้ำน้อย จะเกิดแรงสั่นสะเทือนมาก จึงเกิดเสียงแหลม เกิดความดังมากเสียงจึงแหลมหรือสูง"

"น้ำน้อยจะมีเสียงดังมากที่สุด แต่ไม่ทราบเหตุผล"

"มีน้ำน้อยที่สุดทำให้เกิดเสียงแหลมและเสียงดังมากที่สุดด้วย แต่ไม่ทราบเหตุผล"

"มีน้ำน้อยจะเกิดเสียงดัง ไม่ทราบเหตุผล"

2. เสียงสูงหรือเสียงแหลมเกิดจากแรงดัน ดังคำตอบต่อไปนี้

"มีน้ำน้อยกว่าทุกใบ ถ้าเอาน้ำออกเสียงจะยิ่งสูงมากขึ้น คิดว่าเป็นเพราะแรงดันแต่ไม่ทราบว่าแรงดันอะไร"

"มีน้ำน้อยกว่าใบอื่น เสียงจึงสูงกว่า สิ่งที่ทำให้เกิดเสียงสูงก็คือไม่มีแรงดันน้ำ"

"มีน้ำน้อยที่สุด และมีอากาศมากที่สุด จึงทำให้เกิดเสียงสูงหรือเสียงแหลม เกิดจากแรงดันของน้ำน้อย จึงทำให้มีเสียงสูง"

"มีน้ำน้อยกว่าทุกใบจึงเกิดเสียงสูง เสียงสูงหรือเสียงแหลมเกิดจากความดันของตัวกลาง คือแก้ว"

"มีน้ำน้อยที่สุด มีอากาศในแก้วมาก ทำให้มีแรงดันของอากาศมากจึงจะเกิดเสียงแหลมที่สุด"

"น้ำมีน้อย อากาศมีมาก ตีแล้วจะได้ยินเสียงสูง อากาศมีแรงดันมาก"

"มีน้ำน้อยจะทำให้เสียงสูงหรือแหลม เกิดจากความดันของน้ำมากทำให้เกิดเสียงสูงได้"

3. เสียงสูงหรือเสียงแหลมเกิดจากมีพื้นที่มาก ดังคำตอบต่อไปนี้

"มีอากาศมากที่สุด จึงเกิดเสียงแหลมที่สุด"

"มีน้ำน้อย และมีอากาศมากที่สุดจะเกิดเสียงสูง"

4. เสียงสูงหรือเสียงแหลมเกิดจากแรงโน้มถ่วง ดังคำตอบต่อไปนี้

"แก้วมีน้ำน้อยที่สุด เกิดจากแรงโน้มถ่วงของเสียง"

5. มวลมากจะทำให้เกิดความถี่มาก จึงเกิดเสียงสูงหรือเสียงแหลม ซึ่งเข้าใจสลับระหว่างความถี่ของเสียงมากทำให้เกิดเสียงทุ้ม ความถี่ต่ำทำให้เกิดเสียงแหลม ดังคำตอบต่อไปนี้

"ปริมาณน้ำมากที่สุดเสียงจะกระจายได้มากที่สุดเวลาเคาะ จึงทำให้เกิดเสียงสูงหรือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครราชสีมา
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เสียงแหลม"

"ปริมาณน้ำมากที่สุด จึงทำให้เกิดเสียงแหลมหรือเสียงสูงที่สุด"

"น้ำมาก อากาศมีน้อย จะทำให้เกิดเสียงแหลม ถ้าอากาศมีมากจะทำให้เกิดเสียงทุ้ม"

ไม่มีแนวคิด

นักเรียนเลือกคำตอบถูกแต่ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับความถี่ของเสียงได้ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ไม่ทราบ"

ผลการวิจัยแนวคิดนักเรียน เรื่อง คุณภาพของเสียง สรุปได้ว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ร้อยละ 7.98 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ ร้อยละ 55.85 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 6.38 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 29.26 และไม่มีแนวคิด ร้อยละ 0.53

11. การเกิดเมฆ หมอก

มีข้อสอบ 1 ข้อ ได้แก่ ลักษณะการเกิดเมฆ หมอก ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และจำแนกประเภทของแนวคิดได้ผลดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่อง การเกิดเมฆหมอก (จำนวน 94 คน)

ข้อที่	กลุ่มของแนวคิด/จำนวน (ร้อยละ)				
	SU	PU	PU/SM	SM	NU
17	6 (6.38)	23 (24.47)	5 (5.32)	43 (45.74)	17 (18.09)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากตารางที่ 18 ที่ผู้วิจัยวัดแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง การเกิดเมฆ หมอก มีข้อคำถาม 1 ข้อ ดังนี้

คำถามข้อที่ 17 เป็นคำถามเกี่ยวกับลักษณะการเกิดเมฆ หมอก

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (SU) คิดเป็นร้อยละ 6.38 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 24.47 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 5.32 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิง

วิทยาศาสตร์ (SM) ร้อยละ 45.47 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 18.09 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

นักเรียนเลือกคำตอบถูกและสามารถอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดเมฆ หมอก ได้ถูกต้อง สมบูรณ์ ดังคำตอบต่อไปนี้

"เป็นละอองน้ำ มีสีขาวเหมือนกัน เกิดในช่วงฤดูหนาวเหมือนกัน เกิดจากอุณหภูมิข้างในตัวเรากับข้างนอกแตกต่างกัน โดยในร่างกายมีอุณหภูมิสูงกว่าข้างนอก เวลาพูดอากาศจากข้างในปากมากระทบกับอากาศเย็นข้างนอกจะเกิดเป็นละอองน้ำเล็กๆมองเห็นได้ด้วยตาเรา"

"ในร่างกายอากาศอบอุ่นเวลาพูดออกมาเจออากาศเย็น อุณหภูมิไม่เท่ากัน จึงเกิดเป็นควันออกมาซึ่งเหมือนหมอก มันมีลักษณะเป็นละอองน้ำเล็กๆเหมือนกัน"

"ควันที่ออกจากปากเกิดเวลาพูดออกมาร่างกายอบอุ่นกว่าข้างนอก อากาศสองที่ไม่เหมือนกัน จึงทำให้เกิดการควบแน่น หมอกก็เกิดเหมือนกัน เป็นละอองน้ำเหมือนกัน"

"มันเกิดเหมือนกัน ควันที่ออกจากปากเวลาพูดจะเกิดจากในตัวเรามีอุณหภูมิสูงกว่าข้างนอกเมื่อลมออกมาจากปากมาเจอกับความเย็นข้างนอกจะเกิดการเปลี่ยนสถานะจากไอน้ำเป็นหยดน้ำเล็กๆ เรียกว่าเกิดการควบแน่น ซึ่งหมอกก็เกิดจากการควบแน่นเหมือนกัน"

"มันเกิดเหมือนกัน เมื่ออุณหภูมิสองที่ต่างกัน ไอน้ำที่ออกมาจากปากจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว เรียกว่าเกิดการควบแน่น ซึ่งหมอกก็เกิดเหมือนกัน"

"ปากเรามีอากาศเวลาเราหายใจออกมาอุณหภูมิสองที่ไม่เท่ากันจะเกิดการควบแน่น คือ เปลี่ยนสถานะจากไอน้ำเป็นของของเหลว หยดน้ำเล็กๆ ซึ่งหมอกก็เกิดจากการควบแน่นเหมือนกัน"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

นักเรียนเลือกคำตอบถูก อธิบายได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ และไม่มีส่วนใดผิด ดังคำตอบต่อไปนี้

"หมอกคล้ายควันเหมือนโจทย์บอก เกิดจากข้างในจากตัวเรากับอากาศข้างนอกอุณหภูมิต่างกันต่างกัน เวลาหายใจออกมาปะทะกัน จึงเกิดเป็นเหมือนควันออกมา"

"ควันจะเหมือนหมอก เกิดในฤดูหนาวมากๆ"

"ควันที่ออกจากปากเป็นละอองน้ำเหมือนหมอกในตอนเช้า"

"มีลักษณะเหมือนกัน เป็นละอองน้ำเล็กๆ เหมือนกัน มีสีขาวเหมือนกัน"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"เป็นละอองน้ำเหมือนกัน เกิดในฤดูหนาวเท่านั้นเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิสองที่แตกต่างกัน หมอกเกิดขึ้นโดยมีละอองน้ำจากเมฆ หมอกกับเมฆเป็นสิ่งเดียวกัน"

"ควันที่ออกจากปากและหมอกเป็นละอองน้ำเหมือนกัน"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

นักเรียนเลือกคำตอบถูก อธิบายได้ถูกต้องบางส่วนเท่านั้น และมีบางส่วนไม่ถูกต้อง ดังคำตอบต่อไปนี้

"ควันเป็นสีขาวเหมือนหมอก เกิดในช่วงฤดูหนาว เหมือนเวลาเปิดตู้เย็น ข้างในมันจะเย็นมาก พอเปิดออกมามันร้อนมันจะละลายจึงมองเห็นเป็นควันขาวออกมา"

"สีขาวเหมือนหมอก หมอกและควันเป็นไอน้ำเหมือนกัน ที่ลอยอยู่บนท้องฟ้าลักษณะการเกิดไม่เหมือนกัน เวลาเราพูดข้างในตัวเราร้อนแต่ข้างนอกเย็น จะเกิดเป็นควัน ซึ่งเกิดเฉพาะในเวลาอากาศเย็นเท่านั้น ซึ่งเหมือนหมอกก็จะเกิดเฉพาะในเวลาอากาศหนาวเย็นเท่านั้น ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิข้างในกับข้างนอกต่างกันจึงเกิดได้ เวลาอื่นๆ ไม่มีโอกาสเกิดขึ้น"

"มีลักษณะเหมือนกัน เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ อุณหภูมิไม่เท่ากัน ระหว่างข้างนอกกับข้างใน อุณหภูมิในตัวเราต่ำกว่าข้างนอก ข้างนอกสูงกว่าในตัวเรา จึงทำให้เกิดควันออกจากปากได้"

"เป็นไอน้ำเหมือนกัน การเกิดเหมือนกัน เกิดจากอากาศเย็น อุณหภูมิในตัวเราสูงกว่าข้างนอก เวลาหนาวลมหายใจจะมีไอน้ำที่อุณหภูมิสูงกว่าเมื่อมาเจอกับอากาศข้างนอกจะเกิดการเปลี่ยนสถานะจากไอเป็นของเหลว หยดน้ำเล็กๆ ซึ่งหมอกก็เกิดเหมือนกัน"

"มีลักษณะเป็นไอน้ำเหมือนกัน และการเกิดเหมือนกันเกิดจากการหายใจออกทางจมูก ภายในร่างกายเรามีอุณหภูมิสูงกว่าข้างนอก มากระทบกับความเย็นเกิดการเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำมาแทน"

แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเกิดเมฆ หมอก ในประเด็นดังต่อไปนี้

1. หมอกอยู่ในสถานะของแก๊ส โดยระบุว่าเป็นไอน้ำ ดังคำตอบต่อไปนี้

"หมอกเป็นควันเหมือนกัน มีสถานะเป็นไอน้ำเหมือนกัน"

"เป็นแก๊สเหมือนกัน หน้าร้อนมันจะไม่สามารถเกิดได้ แต่ไม่รู้ว่ามันเกิดขึ้นได้อย่างไร"

"มันเป็นไอน้ำเหมือนกัน"

"เป็นไอน้ำเหมือนกัน มีสถานะแก๊สเหมือนกัน"

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. อธิบายลักษณะการควบแน่นไม่ถูกต้อง ดังคำตอบต่อไปนี้

"ควันเป็นสีขาวเหมือนหมอก เกิดในช่วงฤดูหนาว เหมือนเวลาเปิดตู้เย็น ข้างในมันจะเย็นมาก พอเปิดออกมามันร้อนมันจะละลายจึงมองเห็นเป็นควันขาวออกมา"

3. อุณหภูมิในร่างกายต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศข้างนอกตัวเรา จะทำให้เกิดควันออกจากปากได้ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ควันเหมือนหมอก เกิดเฉพาะในฤดูหนาว ตัวเราเย็นเวลาพูดออกมาจึงทำให้เกิดควันออกมา"

"มีลักษณะเหมือนกัน เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ อุณหภูมิไม่เท่ากัน ระหว่างข้างนอกกับข้างใน อุณหภูมิในตัวเราต่ำกว่าข้างนอก ข้างนอกสูงกว่าในตัวเรา จึงทำให้เกิดควันออกจากปากได้"

4. หมอกจะเกิดขึ้นเฉพาะเวลาที่ไม่มีแสงแดดเท่านั้น ซึ่งแสงแดดจะไม่เกี่ยวข้องกับการเกิดหมอกเลย ดังคำตอบต่อไปนี้

"เกิดจากไม่มีแสงแดด ทำให้มองเห็นควันที่ออกจากปาก และเกิดในฤดูหนาวเท่านั้น"

ไม่มีแนวคิด

นักเรียนเลือกคำตอบถูกแต่ไม่สามารถอธิบายได้ หรือตอบไม่ตรงประเด็น หรือตอบในลักษณะทวนคำถาม ดังคำตอบต่อไปนี้

"ในร่างกายอากาศอบอุ่น ทำให้เวลาพูดจะมีควันออกมามันมีลักษณะเหมือนหมอกแต่ไม่ทราบว่าเป็นอะไร"

"มันเหมือนกัน แต่อธิบายไม่ได้"

"ไม่ทราบ"

"หมอกทำให้เสียงมีไม่มาก ควันลอยออกจากปาก เกิดขึ้นในเวลาหนาวเท่านั้น"

"สีขาวเหมือนกัน เกิดในช่วงฤดูหนาวเหมือนกัน แต่ไม่ทราบอย่างอื่น"

"หมอกจะลงยามหนาว ควันที่ออกจากปากก็เกิดในฤดูหนาว จึงเหมือนกัน"

"ลักษณะเหมือนกัน"

"ในฤดูหนาวจะเกิดหมอก ควันออกจากปากก็เกิดในฤดูหนาวเหมือนกัน"

"เกิดขึ้นเหมือนกัน แต่อธิบายไม่ได้"

12. หยาดน้ำฟ้า

มีข้อสอบ 1 ข้อ ได้แก่ ความหมายของหยาดน้ำฟ้า ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จำแนกประเภทของแนวคิดได้ผลดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่อง หยาดน้ำฟ้า (จำนวน 94 คน)

ข้อที่	กลุ่มของแนวคิด/จำนวน (ร้อยละ)				
	SU	PU	PU/SM	SM	NU
18	2 (2.13)	17 (18.09)	9 (9.57)	60 (63.83)	6 (6.38)

จากตารางที่ 19 ที่ผู้วิจัยวัดแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องหยาดน้ำฟ้า มีข้อคำถาม 1 ข้อ ดังนี้

คำถามข้อที่ 18 เป็นคำถามเกี่ยวกับความหมายของหยาดน้ำฟ้า

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (SU) คิดเป็นร้อยละ 2.13 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 18.09 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 9.57 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SM) ร้อยละ 63.83 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 6.38 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

นักเรียนเลือกคำตอบถูกและอธิบายเกี่ยวกับหยาดน้ำฟ้าได้ถูกต้อง สมบูรณ์ ดังคำตอบต่อไปนี้

"น้ำค้างมันค้างอยู่ ไม่ได้ตกลงมาโดยค้างบนในไม้ และหมอกมันลอยอยู่มันไม่ได้ตกลงมา"

"น้ำค้างและหมอกไม่ได้ตกลงมาจากฟ้า น้ำค้างจะเกาะบนใบไม้ หมอกจะลอยอยู่บนท้องฟ้า"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

นักเรียนเลือกคำตอบถูก อธิบายได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ และไม่มีส่วนใดผิด ดังคำตอบต่อไปนี้

"น้ำค้างและหมอกไม่ได้ตกลงมาจากฟ้า"

"น้ำค้างและหมอกไม่ได้ตกลงมาจากฟ้า จึงไม่ใช่หยาดน้ำฟ้า

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"น้ำค้างไม่ใช่น้ำที่ตกลงมาจากฟ้า แต่เป็นน้ำที่ค้างบนใบไม้ ต้นหญ้าต่างๆ"

"หมอกเป็นไอน้ำรวมตัวกันเป็นก้อนเมฆแต่ไม่ได้ตกลงมา มันลอยขึ้นไป"

"หมอกมันเป็นละอองน้ำลอยอยู่"

"น้ำค้างไม่ใช่น้ำฟ้า น้ำค้างเป็นน้ำที่มาจากหมอก อยู่ตามใบไม้ใบหญ้า"

"ไอน้ำรวมตัวกันเป็นก้อนเมฆ ทำให้เกิดฝนตก หมอกมันลอยอยู่ไม่ได้ตกลงมา"

"ไอน้ำรวมตัวกันเป็นเมฆ หมอกก็เป็นเมฆชนิดหนึ่งมันไม่ได้ตกลงมา"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

นักเรียนเลือกคำตอบถูก แต่อธิบายได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น และมีบางส่วนไม่ถูกต้อง ดังคำตอบต่อไปนี้

"น้ำค้างไม่ใช่น้ำที่ตกจากฟ้าแต่เป็นน้ำที่ค้างอยู่บนใบไม้ ใบหญ้า หรืออื่นๆ ส่วนหมอกเป็นเพียงไอน้ำ"

"หมอกมันเป็นแก๊ส น้ำค้างมันไม่ได้ตกลงมาบนพื้นโลก จึงไม่ใช่หยาดน้ำฟ้า"

"น้ำค้างไม่ตกลงมาแต่จะค้างบนใบไม้ ใบหญ้า ส่วนหมอกเป็นเพียงไอน้ำเท่านั้นมันลอยอยู่บนฟ้าไม่ได้ตกลงมา"

"เป็นละอองน้ำที่มาจากที่อื่น ไม่ใช่ตกมาจากท้องฟ้าและมันไม่ใช่หยดน้ำ"

"น้ำค้างเกิดมาจากหมอก หมอกไม่ได้ตกลงมา และมันไม่ใช่หยาดน้ำแต่มันเป็นละอองน้ำ"

"หมอกไม่ใช่หยาดน้ำ แต่เป็นแก๊ส เกิดขึ้นในฤดูหนาว น้ำค้างอาจจะเป็นน้ำเกิดจากหมอกก็ได้ จึงไม่ใช่หยาดน้ำฟ้า"

"น้ำค้างและหมอกเกิดจากก้อนเมฆที่ระเหยและแยกตัวกันไป หมอกมันไม่ตกจากท้องฟ้า ก้อนเมฆไม่ได้ตกจากท้องฟ้าลงสู่พื้นดิน"

"หมอกไม่ใช่หยาดน้ำฟ้า มันไม่ได้ตกลงมา แต่น้ำค้างเป็นหยาดน้ำฟ้า"

แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับหยาดน้ำฟ้า ในประเด็นดังต่อไปนี้

1. หยาดน้ำฟ้าจะอยู่ในสถานะของเหลวเท่านั้น ส่วนสารที่อยู่ในสถานะของแข็งจะเป็นหยาดน้ำฟ้าไม่ได้ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ฝนเป็นหยดน้ำ แต่หิมะเป็นเหมือนน้ำแข็ง มันเป็นเกล็ดไม่ใช่น้ำ"

"ฝนตกลงมาจากฟ้า เป็นหยาดน้ำ แต่หิมะก็ตกลงมาเหมือนกัน แต่มันไม่ใช่หยาดน้ำ"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"ฝนและหิมะตกลงมาจากฟ้า ถึงแม้จะตกลงมาจากท้องฟ้า แต่ก็ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงให้เป็นหยาดน้ำฟ้าได้"

"หิมะไม่ใช่หยาดน้ำฟ้า เพราะมันเป็นน้ำแข็ง"

"หยาดน้ำต้องตกลงมา ฝนตกลงมา หิมะก็ตกลงมาเหมือนกัน แต่หิมะเป็นก้อนเหมือนน้ำแข็งไม่ใช่หยาดน้ำ"

"ลูกเห็บเป็นก้อน ฝนเป็นน้ำ จึงไม่ใช่หยาดน้ำฟ้า"

"ฝนเป็นหยาดน้ำฟ้า แต่ลูกเห็บไม่ใช่หยาดน้ำฟ้า เพราะมันแข็งเป็นก้อนไม่ได้เป็นหยดน้ำ"

"ฝนเป็นหยาดน้ำฟ้า แต่ลูกเห็บไม่ใช่หยาดน้ำฟ้า เพราะ มันเป็นก้อน หยาดน้ำฟ้าต้องเป็นเหมือนเม็ดน้ำฝน"

"มันเป็นก้อนตกลงมามันไม่ใช่หยาดน้ำ"

"หิมะกับลูกเห็บมันเป็นก้อนน้ำแข็ง หยาดน้ำต้องเป็นหยดน้ำเท่านั้น"

"หิมะเป็นน้ำแข็งไม่ใช่น้ำ หยาดน้ำฟ้าไม่ใช่ของแข็ง แต่เป็นของเหลว"

"หิมะและลูกเห็บไม่ได้เป็นน้ำ แต่เป็นเหมือนก้อนน้ำแข็งเล็กๆ จึงไม่เป็นหยาดน้ำฟ้า"

"มันเป็นน้ำแข็งจึงไม่ใช่หยาดน้ำ"

"หิมะเกิดจากอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส มันเป็นก้อนไม่ใช่หยาดน้ำ ส่วนลูกเห็บเป็นฝนที่ถูกลมพัดขึ้นสู่ที่สูงกลายเป็นลูกเห็บเป็นก้อนแข็ง"

"หิมะและลูกเห็บมันละลาย มันเป็นก้อนตกลงมา แต่ไม่ใช่หยาดน้ำฟ้า เพราะมันเป็นก้อนละลายก่อนจึงจะเป็นหยดน้ำ"

"มันจะละลายก่อนโดยมันถูกแสงก่อนมันจึงละลายได้จึงไม่ใช่หยาดน้ำ"

2. หมอกเป็นไอน้ำ อยู่ในสถานะแก๊ส ดังคำตอบต่อไปนี้

"น้ำค้างไม่ตกลงมาแต่จะค้างบนใบไม้ ใบหญ้า ส่วนหมอกเป็นเพียงไอน้ำเท่านั้นมันลอยอยู่บนฟ้าไม่ได้ตกลงมา"

"น้ำค้างมีสถานะเป็นแก๊ส หมอกเป็นแก๊ส จึงไม่ใช่หยาดน้ำ แต่ทั้งสองตกลงมาจากฟ้าเหมือนกัน"

"น้ำค้างกับหมอกเป็นไอน้ำ มันตกลงมา แต่มันเป็นไอน้ำ จึงไม่ใช่หยาดน้ำ"

"หมอกไม่ใช่หยาดน้ำ แต่เป็นแก๊ส เกิดขึ้นในฤดูหนาว น้ำค้างอาจเป็นน้ำที่เกิดจากหมอกก็ได้ จึงไม่ใช่หยาดน้ำฟ้า"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"น้ำค้างกับหมอกไม่ใช่หยาดน้ำ แต่เป็นไอน้ำ"

3. หยาดน้ำฟ้าต้องมีลักษณะเป็นหยดน้ำเท่านั้น จะเป็นละอองน้ำไม่ได้ ดังคำตอบต่อไปนี้

"หมอกเป็นน้ำที่เป็นละอองตกลงมาจากฟ้าสู่พื้นดิน มันเป็นละอองน้ำแต่ไม่ใช่หยาดน้ำ"

"น้ำค้างเกิดมาจากหมอก หมอกไม่ได้ตกลงมา และมันไม่ใช่หยาดน้ำแต่มันเป็นละอองน้ำ"

"น้ำค้างกับหมอกเป็นละอองน้ำ จึงไม่ใช่หยาดน้ำฟ้า"

"น้ำค้างเป็นละอองน้ำลงมาจากฟ้า ไม่ใช่หยาดน้ำ"

4. น้ำค้างและหมอกจะตกลงมาเฉพาะตอนเช้าเท่านั้น ดังคำตอบต่อไปนี้

"น้ำค้างและหมอกจะตกลงมาตอนเช้าเท่านั้น ส่วนเวลาอื่นจะไม่ตกลงมา"

ไม่มีแนวคิด

นักเรียนเลือกคำตอบถูกแต่ไม่สามารถอธิบายได้ หรือตอบว่าไม่ทราบ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ไม่ทราบ"

13. ปรากฏการณ์ขึ้นตกของดวงดาว

มีข้อสอบ 2 ข้อ ได้แก่ ลักษณะการขึ้นตกของดวงดาว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และจำแนกประเภทของแนวคิดได้ผลดังตารางที่ 20

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 20 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่อง ปรากฏการณ์ขึ้นตกของดวงดาว (จำนวน 94 คน)

ข้อที่	กลุ่มของแนวคิด/จำนวน (ร้อยละ)				
	SU	PU	PU/SM	SM	NU
19	9 (9.57)	4 (4.26)	34 (36.17)	45 (47.87)	2 (2.13)
20	2 (2.13)	8 (8.51)	10 (10.64)	71 (75.53)	3 (3.19)
สรุปรวม	11 (5.85)	12 (6.38)	44 (23.40)	116 (61.70)	5 (2.66)

จากตารางที่ 20 ที่ผู้วิจัยวัดแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องปรากฏการณ์ขึ้นตกของดวงดาว ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิจัยเป็นรายข้อ ดังนี้

คำถามข้อที่ 19 เป็นคำถามเกี่ยวกับลักษณะของดาวและการขึ้นตกของดาว

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (SU) คิดเป็นร้อยละ 9.57 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 4.26 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 36.17 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SM) ร้อยละ 47.87 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 2.13 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องและสามารถอธิบายเกี่ยวกับลักษณะการขึ้นตกของดาวได้ถูกต้อง สมบูรณ์ ดังคำตอบต่อไปนี้

"มีการเคลื่อนที่ของโลก แต่ดาวดวงนั้นมันไม่เคลื่อนที่ มันคือดาวฤกษ์ มันอยู่นิ่งๆ เรายืนอยู่บนโลก พอโลกเราเคลื่อนที่ เราจึงมองไม่เห็นดาวดวงนั้นอีก"

"โลกหมุน ตำแหน่งของโลกจึงเปลี่ยนไป แต่ดาวดวงนั้นเป็นดาวฤกษ์มันไม่เคลื่อนที่ไปด้วย"

"โลกหมุนไป เรายืนอยู่บนโลก ก็เลยมองเห็นดาวเคลื่อนไหว ดาวดวงนั้นไม่หายไปไหน มันอยู่ที่เดิม ไม่เคลื่อนที่ไปไหนเลย เพราะมันเป็นดาวฤกษ์ แต่เราเคลื่อนที่ตามโลกเอง"

"โลกหมุนตลอดเวลา ส่วนดาวดวงนั้นมันอยู่นิ่งๆ ไม่มีการเคลื่อนที่ เนื่องจากมันเป็นดาวฤกษ์"

"โลกหมุนจึงทำให้ดาวเกิดการเปลี่ยนตำแหน่ง ซึ่งดาวดวงนั้นเป็นดาวฤกษ์มันจะอยู่นิ่งๆ มันไม่ได้เคลื่อนที่ไปไหน"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

นักเรียนเลือกคำตอบถูก อธิบายได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ ดังคำตอบต่อไปนี้

"โลกหมุนจึงทำให้เรามองไม่เห็นดาวดวงนั้นอีก ดาวมันก็อยู่ที่เดิม ไม่เคลื่อนที่ไปไหน"

"โลกหมุน ดาวที่มองเห็นนั้นไม่มีการเคลื่อนที่ แต่เราอยู่บนโลก พอโลกหมุน เราจึงมองไม่เป็นมัน"

"โลกหมุน แต่ดาวไม่หมุนด้วย เราจึงมองไม่เห็นมัน"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

นักเรียนเลือกคำตอบถูก อธิบายได้ถูกต้องบางส่วนแต่มีบางส่วนไม่ถูกต้อง ดังคำตอบต่อไปนี้

"โลกหมุน เราอยู่บนโลก เราจึงไม่เห็นดาวดวงนั้นอีกและดาวดวงนั้นมันก็เคลื่อนที่ไปด้วย"

"ดาวกระพริบแสงคือดาวฤกษ์ ที่เรามองไม่เห็นอีกขึ้นอยู่กับโลกหมุน ซึ่งโลกมีการโคจรรอบดวงอาทิตย์และหมุนรอบตัวเอง และดาวดวงนั้นมันก็เคลื่อนที่ด้วย"

"เราเคลื่อนที่ไปตามโลก และดาวดวงนั้นมันก็เคลื่อนที่ด้วย จึงทำให้เห็นดาวดวงนั้นไม่อยู่ที่เดิม"

"โลกหมุนรอบตัวเองไปเรื่อยๆ และดาวฤกษ์ดวงนั้นก็เคลื่อนที่ด้วย"

"โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ และหมุนรอบตัวเอง ทำให้เรามองไม่เห็นดาวดวงนั้นและดาวดวงนั้นมันก็เคลื่อนที่ด้วย"

"โลกหมุนไปเรื่อยๆ ไม่อยู่ที่เดิม จึงทำให้เรามองไม่เห็นดาวดวงนั้นอีก และดาวมันก็เคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ เหมือนกัน"

"โลกเราหมุน เวลามีการเปลี่ยนแปลง ทำให้เรามองไม่เห็นดาวดวงนั้นอีก และดาวมันก็เปลี่ยนตำแหน่งไปเรื่อยๆ"

"โลกหมุนทำให้เวลาเปลี่ยนไป และดาวที่กระพริบแสง ดวงนั้นเป็นดาวเคราะห์มันไม่มีการเคลื่อนที่ เรายืนอยู่บนโลกเมื่อโลกหมุน จึงทำให้เรามองไม่เห็นดาวดวงนั้นอีก"

"โลกหมุนอยู่ตลอดเวลาไม่มีหยุด และดาวที่กระพริบแสง ดวงนั้นเป็นดาวเคราะห์มันอยู่นิ่งๆ มันไม่มีการเคลื่อนที่ เรายืนอยู่บนโลกเมื่อโลกหมุน จึงทำให้เรามองไม่เห็นดาวดวงนั้นอีก"

"โลกหมุนทำให้ตำแหน่งเรายืนอยู่เปลี่ยนไป และดาวดวงนั้นเป็นดาวฤกษ์มันก็มีการเคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ ไม่หยุดนิ่ง"

"โลกหมุน เราอยู่บนโลกจึงเคลื่อนที่ไปตามโลก และดาวที่กระพริบนั้นก็มีการเคลื่อนที่ไปด้วย จึงมองไม่เห็น"

"โลกหมุนอยู่ตลอดเวลา ถ้าโลกไม่หมุนก็จะไม่เกิดตอนเย็น ไม่เห็นดวงดาว โลกของเราที่เราอยู่มันจะหมุนตลอดเวลาและดาวดวงนั้นก็มีการเคลื่อนที่ไปด้วย"

"โลกหมุน ทำให้ตำแหน่งของโลกเปลี่ยนไป ดาวที่มองเห็นเป็นดาวฤกษ์ก็มีการเคลื่อนที่ไปพร้อมกับโลก"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"โลกหมุนจึงมองไม่เห็นดาว และดาวดวงนั้นเป็นดาวเคราะห์ ก็หายไปด้วยจากตรงนั้นด้วย"

"โลกหมุน ตัวเราอยู่บนโลก จึงมองไม่เห็นดาวดวงนั้น ดาวดวงนั้นเป็นดาวเคราะห์และดาวดวงนั้นมันเคลื่อนที่ไปที่อื่นด้วย แต่มันไม่ได้หายไปไหน แล้วมันก็กลับมาเหมือนเดิม"

แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับดวงดาวในประเด็นดังต่อไปนี้

1. ดาวฤกษ์มีการเคลื่อนที่ ไม่ได้หยุดนิ่ง จึงเปลี่ยนตำแหน่งไปเรื่อยๆ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ดาวกระพริบแสงคือดาวฤกษ์ ที่เรามองไม่เห็นอีกขึ้นอยู่กับโลกหมุน ซึ่งโลกมีการโคจรรอบดวงอาทิตย์และหมุนรอบตัวเอง และดาวดวงนั้นมันก็เคลื่อนที่ด้วย"

"โลกหมุนรอบตัวเองไปเรื่อยๆ และดาวฤกษ์ดวงนั้นก็เคลื่อนที่ด้วย"

"โลกหมุนทำให้ตำแหน่งเรายืนอยู่เปลี่ยนไป และดาวดวงนั้นเป็นดาวฤกษ์มันก็มีการเคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ ไม่หยุดนิ่ง"

2. ดาวที่กระพริบแสงเป็นดาวเคราะห์ ดังคำตอบต่อไปนี้

"เวลาเปลี่ยน เนื่องจากโลกหมุน และดาวที่กระพริบแสงดวงนั้นเป็นดาวเคราะห์มันไม่มีการเคลื่อนที่ เรายืนอยู่บนโลกเมื่อโลกหมุน จึงทำให้เรามองไม่เห็นดาวดวงนั้นอีก"

"โลกหมุนอยู่ตลอดเวลาไม่มีหยุด และดาวที่กระพริบแสง ดวงนั้นเป็นดาวเคราะห์มันอยู่นิ่งๆ มันไม่มีการเคลื่อนที่ เรายืนอยู่บนโลกเมื่อโลกหมุน จึงทำให้เรามองไม่เห็นดาวดวงนั้นอีก"

"โลกหมุน ตัวเราอยู่บนโลก จึงมองไม่เห็นดาวดวงนั้น ดาวดวงนั้นเป็นดาวเคราะห์และดาวดวงนั้นมันเคลื่อนที่ไปที่อื่นด้วย แต่มันไม่ได้หายไปไหน แล้วมันก็กลับมาหมือนเดิม"

3. ดาวเคราะห์จะอยู่นิ่งๆ ไม่มีการเคลื่อนที่ ดังคำตอบต่อไปนี้

"โลกหมุนอยู่ตลอดเวลาไม่มีหยุด และดาวที่กระพริบแสง ดวงนั้นเป็นดาวเคราะห์มันอยู่นิ่งๆ มันไม่มีการเคลื่อนที่ เรายืนอยู่บนโลกเมื่อโลกหมุน จึงทำให้เรามองไม่เห็นดาวดวงนั้นอีก"

"โลกหมุน แต่ดาวดวงนั้นอยู่นิ่งๆ ไม่ได้เคลื่อนที่ไปไหน เราจึงมองไม่เห็นมันในตำแหน่งเดิม ดาวดวงนั้นมันเป็นดาวเคราะห์"

4. ดาวจะหมุนไปพร้อมกับโลก เคลื่อนที่ตามโลกไปด้วยกัน ดังคำตอบต่อไปนี้

"ดาวเคลื่อนที่ไปตามโลก โลกหมุนดาวก็หมุนไปด้วย จึงมองไม่เห็นมันอีก"

"ดาวเคลื่อนที่ตามโลก โลกหมุนดาวก็เคลื่อนที่ไปด้วย"

"ดาวจะหมุนไปพร้อมกับโลก โลกหมุน ดาวก็หมุนด้วย"

"ดาวเคลื่อนที่ตามโลกทุกครั้ง"

"ดาวจะมีการเคลื่อนที่ตามโลกที่หมุนอยู่"

"ดาวเคลื่อนที่ตามโลกที่หมุนรอบตัวเอง"

"โลกหมุนทำให้ตำแหน่งของโลกเปลี่ยนไป ดาวที่มองเห็นเป็นดาวฤกษ์ก็มีการเคลื่อนที่ไปพร้อมกับโลก"

5. ดาวจะขึ้นมาตอนกลางคืนและตกตอนเช้า โดยเคลื่อนที่ไปที่อื่นเรื่อยๆ พอถึงช่วงเวลากลางคืนดาวก็กลับมาเหมือนเดิม ดังคำตอบต่อไปนี้

"ดาวมันไม่เห็นในตอนเช้า มันไม่สว่างในตอนเช้า มันเคลื่อนที่ไปที่อื่นเรื่อยๆ พอกลางคืนมันก็กลับมาเหมือนเดิม"

"ดาวจะเคลื่อนที่เร็ว ดาวจะไม่มีในตอนกลางวัน พอถึงกลางคืนมันจะขึ้นมาใหม่"

6. ดาวฤกษ์จะเคลื่อนที่เร็วกว่าดาวชนิดอื่นๆ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ดาวดวงนั้นมันเคลื่อนที่เร็วกว่าโลกของเรา เราจึงมองไม่เห็นมัน"

"ดาวเคลื่อนที่เร็วกว่าดาวดวงอื่น โลกหมุนด้วย ดาวก็เคลื่อนที่ด้วยมันเป็นดาวฤกษ์"

7. ดาวจะถูกเผาไปในแต่ละวัน และเกิดขึ้นมาใหม่เรื่อยๆ ดังคำตอบต่อไปนี้

"มันถูกเผาผลาญไป ดาวนั้นเป็นดาวฤกษ์ และมีโอกาสเกิดขึ้นมาใหม่ได้อีก"

"มันเป็นดาวฤกษ์ ดาวมันถูกเผาไป จึงมองไม่เห็นมันอีก"

"ดาวฤกษ์จะเคลื่อนที่ไปที่อื่นและถูกเผา"

8. ดาวฤกษ์เป็นดาวที่ไม่มีแสงสว่างในตัวเอง ต้องอาศัยแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ดาวจะส่องแสงเพียง 1-2 ชั่วโมง ดาวจะหมดแสงลงไปเรื่อยๆ จึงมองไม่เห็น ดาวที่ส่องแสงก็เพราะมีแสงจากพระอาทิตย์กระทบใส่ดาวดวงนั้นก็เลยมีแสง และดาวนั้นเป็นดาวฤกษ์"

9. ดาวจะมีช่วงระยะเวลาในการส่องแสง ประมาณ 1-2 ชั่วโมง แล้วดับไป วันต่อไปจึงขึ้นมาใหม่อีกครั้ง ดังคำตอบต่อไปนี้

"มันเป็นดาวฤกษ์ โดยดาวฤกษ์มันจะส่องแสง 1-2 ชั่วโมงเท่านั้น หลังจากนั้นมันจะไม่ส่องแสง"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"ดาวฤกษ์มันส่องแสงประมาณ 1-2 ชั่วโมงเท่านั้น แล้วก็ดับไปเป็นอย่างนี้ทุกวัน ตอนเช้าไม่มีดาวจึงไม่ส่องแสง ถึงเวลากลางคืนดาวจึงจะขึ้นมากใหม่"

"ดาวที่กระพริบเป็นดาวฤกษ์ มันจะส่องแสงประมาณ 1-2 ชั่วโมง แล้วดับไป วันหลังจึงขึ้นมาใหม่"

"ดาวฤกษ์จะส่องแสงประมาณ 1-2 ชั่วโมงในแต่ละวัน วันหลังจึงปรากฏให้เห็นอีกครั้ง แล้วก็หายไปเหมือนเดิม"

"ดาวมันจะออกมา 1-2 ชั่วโมง ก็หายไป แล้วมันจึงจะขึ้นมาใหม่ในวันต่อไป ดาวฤกษ์มันมีการเคลื่อนที่ไปได้"

ไม่มีแนวคิด

นักเรียนเลือกคำตอบถูกแต่ไม่สามารถอธิบายได้ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ไม่ทราบ"

คำถามข้อที่ 20 เป็นคำถามเกี่ยวกับกลุ่มของดาวฤกษ์ที่สังเกตเห็นในแต่ละคืน

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (SU) คิดเป็นร้อยละ 2.13 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 8.51 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 10.64 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SM) ร้อยละ 75.53 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 3.19 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้อง และสามารถอธิบายเกี่ยวกับกลุ่มดาวฤกษ์ได้ถูกต้องสมบูรณ์ ดังคำตอบต่อไปนี้

"มันขึ้นตกเหมือนเดิม โดยขึ้นทางทิศตะวันออกไปตกทางทิศตะวันตก เพราะโลกหมุนรอบตัวเองในทิศทวนเข็มนาฬิกา ดาวฤกษ์มันจะอยู่นิ่งๆ ไม่มีการเคลื่อนที่ แต่เรามองเห็นมันขึ้นตกเพราะโลกหมุน"

"ลักษณะเส้นทางขึ้นตกเหมือนเดิมโดยขึ้นทางทิศตะวันออกไปตกทางทิศตะวันตก เพราะโลกหมุนรอบตัวเองในทิศทวนเข็มนาฬิกา ดาวมันไม่มีการเคลื่อนที่ แต่เราเห็นมันขึ้นตกเพราะโลกมีการเคลื่อนที่"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

นักเรียนเลือกคำตอบถูก อธิบายได้ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์ ดังคำตอบต่อไปนี้

"เส้นทางขึ้นตกของมันไม่เปลี่ยนแปลง ดาวดวงนั้นมันไม่เคลื่อนที่ไปไหน"

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"ดาวฤกษ์มีแสงสว่างในตัวเอง ลักษณะเส้นทางขึ้นตกมันเหมือนเดิม ไม่มีการเปลี่ยนแปลง เพราะโลกเราหมุนไปทางเดิม สังเกตเห็นได้ในแต่ละคืน"

"ดาวฤกษ์มีแสงสว่างในตัวเอง มีหลายดวง มันมีการขึ้นตกเหมือนเดิม จำนวนเท่าเดิม ไม่มีการเปลี่ยนแปลง"

"เห็นกลุ่มดาวฤกษ์ทุกคืน จำนวนเท่าเดิม มันไม่เคลื่อนที่ แต่มันขึ้นตกเหมือนเดิมทุกวัน โลกหมุนรอบตัวเอง ตอนกลางวันแสงสว่างของดวงอาทิตย์กลบแสงดาวจึงทำให้เรามองไม่เห็น"

"เห็นกลุ่มดาวฤกษ์ทุกคืน จำนวนเท่าเดิม มันไม่มีการเคลื่อนที่ไปไหน"

"ดาวฤกษ์ไม่เปลี่ยนแปลง ตั้งอยู่ที่เดิม ไม่เคลื่อนที่ไปไหน จึงมีเส้นทางขึ้นตกเหมือนเดิม เพราะโลกเราหมุนรอบตัวเองทุกวัน"

"เส้นทางขึ้นตกมันจะเหมือนเดิมทุกวัน เพราะมันไม่ได้เคลื่อนที่ไปไหนมันอยู่นิ่งๆ เกิดจากโลกเราหมุนรอบตัวเอง"

แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

นักเรียนเลือกคำตอบถูก อธิบายได้ถูกต้องบางส่วนและมีบางส่วนไม่ถูกต้อง ดังคำตอบต่อไปนี้

"เส้นทางขึ้นตกไม่มีการเปลี่ยนแปลง เปลี่ยนเฉพาะลักษณะแต่จำนวนคงเดิม สังเกตเห็นได้ในแต่ละคืน"

"ดาวฤกษ์มันไม่มีการเปลี่ยนแปลง จำนวนอาจจะเปลี่ยนแต่เส้นทางขึ้นตกเหมือนเดิม"

"ดาวฤกษ์มีการเคลื่อนที่แต่เส้นทางขึ้นตกมันเหมือนเดิม โดยขึ้นทางทิศตะวันออกและตกทางทิศตะวันตก จำนวนเท่าเดิมด้วย"

"ดาวฤกษ์มันเปลี่ยนแปลงจำนวนและลักษณะทุกวันแต่เส้นทางขึ้นตกมันเหมือนเดิม"

"ดาวไม่เคลื่อนที่ เส้นทางขึ้นตกเหมือนเดิม มันอยู่นิ่งๆ แต่เรามองไม่เห็นมัน เพราะมันส่องแสง 1-2 ชั่วโมงเท่านั้น"

"ดาวฤกษ์เส้นทางขึ้นตกมันเหมือนเดิมไม่เปลี่ยนแปลง แต่มันมีการเคลื่อนที่"

"ดาวฤกษ์เป็นดาวที่มีแสงสว่างในตัวเอง ดาวฤกษ์มันมีการเคลื่อนที่ เปลี่ยนตำแหน่งไปเรื่อยๆ ไม่อยู่ที่เดิม แต่มันขึ้นตกทางเดิมทุกวัน"

"ดาวฤกษ์มันขึ้นตกเหมือนเดิม ไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่ดาวฤกษ์มันทีการเคลื่อนที่

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เปลี่ยนตำแหน่งไปเรื่อยๆ ไม่อยู่ที่เดิม"

"ดาวฤกษ์ที่มองเห็นมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา แต่เส้นทางขึ้นตกเหมือนเดิม จากที่สังเกตเห็นในแต่ละคืน ไม่ทราบเพราะอะไร"

แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกลุ่มดาวฤกษ์ ในประเด็นดังต่อไปนี้

1. เส้นทางขึ้นตกของดาวฤกษ์มีการเปลี่ยนแปลงไปทุกวัน เพราะมันเคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ ไม่อยู่กับที่ ดังคำตอบต่อไปนี้

"เส้นทางของมันขึ้นตกเปลี่ยนแปลงทุกวัน มันมีการเคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ"

"โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ ดาวฤกษ์ก็มีการหมุนไปเรื่อยๆ มันจึงมีทิศทางขึ้นตกไม่เหมือนเดิม ดูจากบางคืนก็ขึ้นมา บางคืนก็ไม่ขึ้นมา"

"ดาวฤกษ์มันมีการเคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ จึงสังเกตในแต่ละคืนจะเห็นเส้นทางขึ้นตกเปลี่ยนแปลงทุกวัน"

"ดาวฤกษ์จะขึ้นเป็นวันๆ บางวันก็ขึ้น บางวันก็ไม่ขึ้น มันเคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ"

"เส้นทางมันไม่เหมือนเดิม เปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ เนื่องจากดาวฤกษ์มันทีการเคลื่อนที่ เปลี่ยนตำแหน่งไปเรื่อยๆ ไม่อยู่ที่เดิม"

2. ดาวฤกษ์ไม่มีการเคลื่อนที่แต่การขึ้นตกไม่เหมือนเดิม จำนวนและลักษณะไม่เหมือนเดิม เพราะโลกหมุนทำให้เกิดเวลาเปลี่ยนแปลง และเปลี่ยนทิศ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ดาวฤกษ์มันเปลี่ยนแปลงเส้นทางขึ้นตกทุกวัน ไม่เหมือนเดิม ดาวฤกษ์มันไม่มีการเคลื่อนที่ มันอยู่นิ่งๆ แต่ที่เรามองเห็นมันเปลี่ยนไปไม่เหมือนเดิมเพราะโลกของเราหมุน มันมีการเปลี่ยนทิศ เรายืนอยู่บนโลกจึงมองเห็นมันเปลี่ยนแปลงไปด้วย"

"ดาวฤกษ์มันเปลี่ยนแปลงทุกวัน เวลาเปลี่ยนมันก็เปลี่ยนไปด้วย เกิดจากโลกหมุน แต่ดาวดวงนั้นมันไม่หมุนมันอยู่กับที่ จึงขึ้นตกไม่เหมือนเดิม"

"เป็นการเคลื่อนที่ของโลก จึงเห็นดาวจะเปลี่ยนแปลงทุกวัน มันไม่มีการเคลื่อนที่ แต่เราเห็นเส้นทางขึ้นตกมันเปลี่ยนแปลงทุกวัน"

"มันมีจำนวนไม่เท่าเดิม และมีลักษณะเปลี่ยนไปทุกวัน จากที่เราสังเกตเห็นในแต่ละคืน เนื่องจากเวลามันไม่เหมือนเดิม จึงทำให้ดาวมันเปลี่ยนลักษณะไป"

"ดาวฤกษ์มันไม่มีการเคลื่อนที่ แต่จำนวนมันไม่เท่าเดิม ที่เห็นมันเปลี่ยนแปลงเพราะโลกของเราหมุน"

3. ดาวฤกษ์จะขึ้นมาอย่างไม่สม่ำเสมอ บางวันขึ้น บางวันไม่ขึ้นมา ดังต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"ดาวฤกษ์มันจะขึ้นเป็นวันๆ บางวันก็ขึ้น บางวันก็ไม่ขึ้น มันเคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ"

4. ดาวฤกษ์มีการเปลี่ยนลักษณะไปเรื่อยๆ เกิดจากดวงดาวเอง ดังคำตอบต่อไปนี้

"มันเปลี่ยนแปลงทุกวัน เรามองเห็นมันไม่เหมือนเดิมทุกวัน สาเหตุเกิดจากดวงดาวเอง แต่ดาวไม่มีการเคลื่อนที่ มันเปลี่ยนลักษณะเท่านั้น"

5. ดาวฤกษ์จะเปลี่ยนแปลงจำนวนและลักษณะไปเรื่อยๆ เกิดจากการโคจรรอบดวงอาทิตย์ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ดาวฤกษ์เปลี่ยนไปเรื่อยๆ การโคจรของดาวฤกษ์จะหมุนรอบดวงอาทิตย์ในแต่ละแนว จึงทำให้อาจจะเห็นดาวมากในแต่ละคืน หรือไม่เห็นแล้วแต่วงโคจร และโลกเราก็หมุนไปด้วย จึงทำให้มองเห็นมันไม่เหมือนเดิม"

"ดาวฤกษ์มันมีการโคจรรอบดวงอาทิตย์ และโลกก็โคจรรอบดวงอาทิตย์ จึงทำให้จำนวนของมันและลักษณะไม่เหมือนเดิม สังเกตเห็นได้ในแต่ละคืน"

6. ดาวฤกษ์จะมีจำนวนไม่เท่าเดิมและลักษณะไม่เหมือนเดิมในแต่ละคืน เกิดจากดาวฤกษ์เคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ ไม่หยุดนิ่ง ดังคำตอบต่อไปนี้

"สังเกตเห็นในแต่ละคืนมันไม่เหมือนเดิม เปลี่ยนแปลงตำแหน่งไปเรื่อยๆ และมันมีลักษณะไม่เหมือนเดิม บางวันเห็นมาก บางวันเห็นมีจำนวนน้อย"

"ดาวฤกษ์จะโคจรรอบดวงอาทิตย์ มันจึงมีจำนวนและลักษณะไม่เหมือนเดิม บางวันสว่างมาก บางวันสว่างน้อย บางวันเห็นมีจำนวนมาก บางน้อยก็เห็นมีน้อย"

"มองแต่ละคืนเห็นไม่เท่ากัน บางวันมีมาก บางวันมีน้อย ดาวฤกษ์มันเคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ ไม่อยู่ที่เดิม จึงทำให้เห็นมันมีการเปลี่ยนแปลงทุกวัน"

"ดาวฤกษ์ในแต่ละคืนจะมองเห็นไม่เหมือนเดิม บางวันมีมาก บางวันมีน้อย บางวันสว่างมาก บางวันมืด มองไม่เห็น เกิดจากดาวฤกษ์มันไม่อยู่นิ่งๆ มันมีการเคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ จึงทำให้มองเห็นมันมีจำนวนและลักษณะไม่เหมือนเดิม"

"จำนวนและลักษณะของดาวฤกษ์มันจะไม่เท่ากันในแต่ละคืน และดาวมันจะเปลี่ยนทิศทุกคืน เพราะมันมีการเคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ"

7. ดาวฤกษ์มันมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนและลักษณะอยู่เสมอ ทั้งที่มันไม่เคลื่อนที่ไปไหน แต่ขึ้นอยู่กับการสังเกตด้วยตาเปล่า ดังคำตอบต่อไปนี้

"ดาวฤกษ์เป็นดาวที่มีแสง มันจะเปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ ลักษณะไม่เหมือนเดิม แต่มันไม่ได้เคลื่อนที่ไปไหน อยู่ที่เดิม"

"จำนวนและลักษณะไม่เหมือนเดิม จึงทำให้เราสังเกตเห็นในแต่ละคืนแตกต่างกันไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ไม่เหมือนเดิม"

"ดาวฤกษ์มันมีแสงสว่างในตัวเอง และมันอยู่ที่เดิมไม่เคลื่อนที่ แต่จำนวนและลักษณะมันไม่เหมือนเดิมในแต่ละคืน"

"จำนวนและลักษณะไม่เหมือนเดิม บางวันก็มีมาก บางวันก็มีน้อย เปลี่ยนไปเรื่อยๆ"

"กลุ่มดาวฤกษ์แต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน จากการสังเกตเห็นในแต่ละคืน บางวันมีมาก บางวันมีน้อย"

"ดาวมันไม่เหมือนเดิมในแต่ละวัน"

"สังเกตเห็นในแต่ละคืนดาวจะมีไม่เท่ากัน บางวันเห็นมาก บางวันเห็นน้อย และลักษณะก็ไม่เหมือนเดิม บางคืนสว่างมาก บางคืนสว่างน้อย"

"ดาวมันไม่เหมือนเดิม มันมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ จำนวนมันไม่เท่าเดิม แต่ดาวมันไม่มีการเคลื่อนที่ มันอยู่ที่เดิม"

8. ดาวฤกษ์มีจำนวนเท่ากันในแต่ละกลุ่ม ดังคำตอบต่อไปนี้

"ดาวฤกษ์มันมีแสงระยิบระยับ มีจำนวนเท่ากันในแต่ละกลุ่ม"

"ดาวฤกษ์จะมีจำนวนเท่ากันในแต่ละกลุ่ม"

"จำนวนดาวมันเท่ากัน สังเกตเห็นในแต่ละคืนมีจำนวนเท่ากันในแต่ละกลุ่ม"

"ดาวฤกษ์ทุกกลุ่มจะมีจำนวนเท่ากัน มันไม่มีการเคลื่อนที่ มันอยู่นิ่งๆ"

9. ดาวฤกษ์เป็นสมาชิกของโลก ดังคำตอบต่อไปนี้

"ดาวเป็นสมาชิกของโลก แต่ละกลุ่มจะเท่ากันทุกกลุ่ม"

10. ดาวแต่ละดวงจะมีลักษณะเหมือนกัน ดังคำตอบต่อไปนี้

"ดาวแต่ละดวงจะมีลักษณะเหมือนกัน"

"ดาวทุกดวงจะเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่าง"

ไม่มีแนวคิด

นักเรียนเลือกคำตอบถูกแต่ไม่สามารถอธิบายแนวคิดได้ ดังคำตอบต่อไปนี้

"ไม่ทราบ"

"เห็นมันทุกคืน มันก็เคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ ของมัน มันขึ้นตกเหมือนเดิมทุกวัน"

ผลการวิจัยแนวคิดนักเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ขึ้นตกของดวงดาว สรุปได้ว่า นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ร้อยละ 5.85 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ ร้อยละ 6.38 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 23.40 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 61.70 และไม่มีแนวคิด ร้อยละ 2.66

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY