

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามโนคติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่และเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติตามแบบฮิวสัน Hewson and Hewson (2003) ได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบวัดมโนคติกับประชากรที่ใช้เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One group pretest posttest design) ผู้วิจัยได้ทำการทดลอง โดยแบ่งเป็นผลการวิจัยและอภิปรายผลตามลำดับ ดังนี้

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 มโนคติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ก่อนการจัดการเรียนรู้

ตอนที่ 2 มโนคติระหว่างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

ตอนที่ 3 มโนคติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ หลังการจัดการเรียนรู้

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบมโนคติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้

ตอนที่ 1 มโนคติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ก่อนการจัดการเรียนรู้

ผลมโนคติการทำแบบทดสอบ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยทำการเก็บผลก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบวัดมโนคติที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น เพื่อวัดระดับมโนคติ แบบทดสอบวัดมโนคติ 7 เรื่องๆ ละ 3 ข้อ รวม 21 ข้อ มโนคติที่ใช้วัดคือ เรื่อง แรง แรงเสียดทาน มวล กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 และแรงดึงดูดระหว่างมวล

ตาราง 7 แสดงผลการทำแบบทดสอบวัดมโนคติก่อนเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ข้อสอบข้อที่	ระดับความเข้าใจมโนคติก่อนการจัดการเรียนรู้									
	ความไม่เข้าใจมโนคติ (NU)		ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน (MC)		ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วน และมีมโนคติที่ผิดพลาด (PS)		ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)		ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ (CU)	
	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ข้อที่ 1	2	5.0	1	2.5	27	67.5	10	25.0	0	0.0
ข้อที่ 2	3	7.50	2	5.0	26	65.0	8	20.0	1	2.5
ข้อที่ 3	1	2.50	5	12.5	24	60.0	7	17.5	3	7.5
รวมเฉลี่ย		5.0		6.7		64.2		20.8		3.3
ข้อที่ 4	3	7.5	11	27.5	18	45.0	8	20.0	0	12.5
ข้อที่ 5	1	2.5	3	7.5	23	57.5	11	27.5	0	0.0
ข้อที่ 6	0	0.0	11	27.5	24	60.0	4	10.0	1	2.5
รวมเฉลี่ย		3.3		20.8		54.2		19.2		5.0
ข้อที่ 7	0	0.0	5	12.5	29	72.5	3	7.5	3	7.5
ข้อที่ 8	4	10.0	12	30.0	19	47.5	4	10.0	1	2.5
ข้อที่ 9	2	5.0	8	20.0	23	57.5	5	12.5	2	5.0
รวมเฉลี่ย		5.0		20.8		59.2		10.0		5.0

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อสอบ ข้อที่	ระดับความเข้าใจนิมิตก่อนการจัดการเรียนรู้									
	ความเข้าใจนิมิต (NU)		ความเข้าใจนิมิต ในระดับที่คลาดเคลื่อน (MC)		ความเข้าใจนิมิต เพียงบางส่วน และ มีนิมิตที่ผิดพลาด (PS)		ความเข้าใจนิมิต ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)		ความเข้าใจนิมิต ที่ระดับสมบูรณ์ (CU)	
	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ข้อที่ 10	5	12.5	3	7.5	27	67.5	5	12.5	0	0.0
ข้อที่ 11	6	15.0	5	12.5	26	65.0	2	5.0	1	2.5
ข้อที่ 12	7	17.5	2	5.0	24	60.0	6	15.0	1	2.5
รวมเฉลี่ย		15.0		8.3		64.2		10.8		1.7
ข้อที่ 13	2	5.0	4	10.0	29	72.5	5	12.5	0	0.0
ข้อที่ 14	9	22.5	8	20.0	23	57.5	0	0.0	0	0.0
ข้อที่ 15	11	27.5	11	27.5	18	45.0	0	0.0	0	0.0
รวมเฉลี่ย		18.3		19.2		58.3		4.2		0.0
ข้อที่ 16	1	2.5	4	10.0	27	67.5	7	17.5	1	2.5
ข้อที่ 17	4	10.0	6	15.0	24	60.0	6	15.0	0	0.0
ข้อที่ 18	5	12.5	9	22.5	20	50.0	6	15.0	0	0.0
รวมเฉลี่ย		8.3		15.8		59.2		15.8		0.8

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อสอบ ข้อที่	ระดับความเข้าใจนิมิตก่อนการจัดการเรียนรู้							
	ความไม่เข้าใจนิมิต (NU)	ความเข้าใจนิมิต ในระดับที่คลาดเคลื่อน (MC)	ความเข้าใจนิมิต เพียงบางส่วน และ นิมิตที่ผิดพลาด (PS)	ความเข้าใจนิมิต ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	ความเข้าใจนิมิต ที่ระดับสมบูรณ์ (CU)			
	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ข้อที่ 19	1	2.5	5	12.5	28	70.0	6	15.0
ข้อที่ 20	5	12.5	9	22.5	25	62.5	1	2.5
ข้อที่ 21	8	20.0	8	20.0	24	60.0	0	0.0
รวมเฉลี่ย		16.7		15.0		64.2		5.8

จากผลตาราง 7 แสดงระดับมโนมติก่อนการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผล คือ

ข้อที่ 1 ข้อใดคือความหมายของแรงในทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง วัดความเข้าใจ มโนคติความหมายของแรงก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 25.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียง บางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 67.5 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 และอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.0

ข้อที่ 2 ข้อใดคือเด็กชายสองคนต้องการลากคันหนึ่งไปในทางซ้ายด้วยแรง 40 นิวตัน และทางขวาด้วยแรง 80 นิวตัน รถคันนี้จะเคลื่อนที่ด้วยแรงขนาดเท่าไร วัดความเข้าใจมโนคติ เรื่อง เวกเตอร์ของแรง ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจ มโนคติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจ มโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 65.0 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.0 และอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.50

ข้อที่ 3 คำกล่าวในข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง ก. วัตถุที่เคลื่อนที่ไปสักครู่แล้วหยุดแสดงว่า ไม่มีแรงกระทำ ข. วัตถุจะเคลื่อนที่ได้ต้องมีแรงกระทำต่อวัตถุเสมอ ค. วัตถุจะเคลื่อนที่ได้ไม่จำเป็นต้องมีแรงมากระทำเสมอไปวัตถุก็ยังคงสภาพการเคลื่อนที่ได้ ง. วัตถุที่วางอยู่บนโต๊ะ แสดงว่า ไม่มีแรงไปกระทำวัดความเข้าใจมโนคติ เรื่อง ของแรงกับการเคลื่อนที่ ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 3 คน คิดเป็น ร้อยละ 7.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ระดับความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติ ที่ผิดพลาด จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60.0 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับ ที่คลาดเคลื่อน จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 และอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจ มโนคติ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.50

จากผลการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ ในข้อที่ 1 ถึง 3 เป็นการวัดมโนคติ เรื่อง แรง โดยผลการศึกษาปรากฏว่า ในเรื่องแรง พบว่านักเรียนมีระดับมโนคติอยู่ที่ (PS) ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาดมากที่สุด มากถึงเฉลี่ยร้อยละ 64.2 โดยนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่เหตุผลประกอบคำตอบยังมีผิดพลาดบางส่วน มโนคติผิดพลาดบางส่วนในเรื่องความหมายของแรงในทางวิทยาศาสตร์ การรวมเวกเตอร์ของแรง และผลของแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่

ข้อที่ 4 ข้อใดบอกความหมายของแรงเสียดทานได้ถูกต้องวัดความเข้าใจมโนคติ เรื่อง ความหมายของแรงเสียดทาน ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 45.0 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 27.5 และอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.50

ข้อที่ 5 เหตุการณ์ใดสนับสนุนข้อความที่ว่า ถ้าไม่มีแรงเสียดทานรถจะแล่นไม่ได้วัดมโนคติ เรื่อง แรงเสียดทานกับการเคลื่อนที่ ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 27.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 57.5 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 และอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.50

ข้อที่ 6 เมื่อรถวิ่งไปข้างหน้าแรงเสียดทานของถนนจะมีทิศทางใด วัดมโนคติ เรื่อง แรงเสียดทานกับการเคลื่อนที่ ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60.0 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 27.5 และไม่พบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติ

จากผลการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ ในข้อที่ 4 ถึง 6 เป็นการวัดมโนคติ เรื่อง แรงเสียดทาน โดยผลการศึกษาปรากฏว่า ในเรื่องแรงเสียดทาน พบว่านักเรียนมีระดับมโนคติ อยู่ (PS) ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาดมากที่สุด มากถึงเฉลี่ย ร้อยละ 54.2 โดยนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่เหตุผลประกอบคำตอบยังมีผิดพลาด บางส่วน มโนคติผิดพลาดบางส่วนในเรื่องความหมายของแรงเสียดทาน เหตุการณ์ที่สนับสนุน ว่ามีแรงเสียดทาน

ข้อที่ 7 มวลและน้ำหนักมีความหมายเหมือนหรือต่างกัน วัดมโนคติ เรื่อง ความหมาย ของมวลกับน้ำหนัก ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 72.5 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 และไม่พบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติ

ข้อที่ 8 ค่าใดของวัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามแรงโน้มถ่วง วัดมโนคติ เรื่อง ความหมายของมวลกับน้ำหนัก ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 19 คน คิดเป็น ร้อยละ 47.5 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 30.0 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติ จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0

ข้อที่ 9 เมื่อนักบินอวกาศอยู่ในยานที่กำลังโคจรรอบโลก ชั่งน้ำหนักด้วยตาชั่งสปริงที่อยู่ใน ยานอวกาศเข็มตาชั่งสปริงจะชี้ที่เลขใด ถ้านักบินอวกาศคนนั้นมีมวลเป็น 80 กิโลกรัม บนพื้นโลก วัดมโนคติ เรื่อง ความหมายของมวล ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับ มโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.0 อยู่ ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 57.5 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.0

จากผลการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ ในข้อที่ 7 ถึง 9 เป็นการวัดมโนคติ เรื่อง มวล โดยผลการศึกษาปรากฏว่า ในเรื่องมวล พบว่ามีนักเรียนมีระดับมโนคติอยู่ที่ (PS) ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วน และมีมโนคติที่ผิดพลาดมากที่สุด มากถึงเฉลี่ยร้อยละ 59.2 โดยนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่เหตุผลประกอบคำตอบยังมีผิดพลาดบางส่วน มโนคติผิดพลาดบางส่วนในเรื่องข้อแตกต่างของมวลและน้ำหนัก ความหมายของน้ำหนัก และผลของแรงโน้มถ่วงที่มีต่อน้ำหนัก

ข้อที่ 10 รถยนต์วิ่งมาด้วยความเร็วคงตัวเกิดอุบัติเหตุชนต้นไม้คนกระเด็นออกนอกถนนนักเรียนจะอธิบายเหตุการณ์นี้ตามกฎของนิวตันอย่างไร วัดมโนคติ เรื่อง กฎของความเฉื่อย ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 67.5 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5

ข้อที่ 11 ข้อใดต่อไปนี้อธิบายหลักการกฎข้อที่หนึ่งของนิวตันได้ถูกต้อง วัดมโนคติ เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของนิวตัน ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 65.0 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.0

ข้อที่ 12 วัตถุที่มีความเฉื่อยหมายถึงข้อใด วัดมโนคติ เรื่อง กฎของความเฉื่อย ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60.0 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.0 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติ จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.5

จากผลการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ ในข้อที่ 10 ถึง 12 เป็นการวัดมโนคติ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 โดยผลการศึกษาปรากฏว่า ในเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 พบว่ามีนักเรียนมีระดับมโนคติอยู่ที่ (PS) ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาดมากที่สุดมากถึงเฉลี่ยร้อยละ 64.2 โดยนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่เหตุผลประกอบคำตอบยังมีผิดพลาดบางส่วน มโนคติผิดพลาดบางส่วนในเรื่อง ความหมายของสภาพไร้น้ำหนัก ความเข้าใจกฎข้อที่ 1 และความเข้าใจความเฉื่อยของวัตถุ

ข้อที่ 13 รูปทรงบรรจุทุกใดต่อไปนี้จะถ่วงเท่ากันรศคันใดมีความเร่งมากที่สุด วัดมโนคติ เรื่อง กฎข้อที่สองของนิวตัน ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 72.5 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0

ข้อที่ 14 นักกีฬาเบสบอลขว้างลูกเบสบอลน้ำหนัก 0.10 กิโลกรัมไปข้างหน้าเป็นเวลา 20 วินาที ลูกเบสบอลมีความเร็ว 40 เมตรต่อวินาที จงหาแรงที่นักกีฬาใช้ขว้างบอลวัดมโนคติ เรื่อง กฎข้อที่สองของนิวตัน ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ไม่พบอยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 57.5 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.5

ข้อที่ 15 สิ่งตัวหนึ่งมีมวล m รูดตัวลงจากเสาดึงด้วยอัตราเร่ง a อยากทราบว่าความถี่อันเนื่องมาจากมือถึงกุ่มเอาไว้ นั่น มีขนาดเท่าไร กำหนดว่าค่าความโน้มถ่วงของโลกเป็น g วัดมโนคติ เรื่อง กฎข้อที่สองของนิวตัน ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ไม่พบอยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและพบว่ามโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 45.0 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 27.5 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติ จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 27.5

จากผลการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ ในข้อที่ 13 ถึง 15 เป็นการวัดมโนคติ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 โดยผลการศึกษาปรากฏว่า ในเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 พบว่ามีนักเรียนมีระดับมโนคติอยู่ที่ (PS) ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาดมากที่สุดมากถึงเฉลี่ยร้อยละ 58.3 โดย นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่เหตุผลประกอบคำตอบยังมีผิดพลาดบางส่วน มโนคติผิดพลาดบางส่วนในเรื่อง ความสัมพันธ์ของ แรง ความเร่ง และมวล และการวิเคราะห์โจทย์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2

ข้อที่ 16 เมื่อเราตกจากต้นไม้ลงมากกระทบพื้นดินจะรู้สึกเจ็บนั้นอาจอธิบายได้ด้วยกฎทางฟิสิกส์ต่อไปนี้เป็นคือ วัดมโนคติ เรื่อง กฎข้อที่สามของนิวตัน ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 67.5 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5

ข้อที่ 17 รถโดยสารคันหนึ่งลากรถพ่วงอีก 2 คัน ถ้าไม่คิดแรงเสียดทาน จงหาว่าแรงดึงระหว่างหัวรถจักรกับรถพ่วงคันแรกจะมีค่าเป็นกี่เท่าของแรงดึงระหว่างรถพ่วงคันแรกกับคันที่สอง วัดมโนคติ เรื่อง กฎข้อที่สามของนิวตัน ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60.0 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.0 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติ จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0

ข้อที่ 18 นักชู้ไม่ออกแรงผลัก 10 N กระทำต่อกล่องสองกล่อง ดังรูป จงหาแรงปฏิกิริยาที่มวล 4 Kg มวล 6 Kg วัดมโนคติ เรื่อง กฎข้อที่สามของนิวตัน ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.5 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5

จากผลการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ ในข้อที่ 16 ถึง 18 เป็นการวัดมโนคติ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 โดยผลการศึกษาลักษณะปรากฏว่า ในเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 พบว่ามีนักเรียนมีระดับมโนคติอยู่ที่ (PS) ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาดมากที่สุดมากถึงเฉลี่ยร้อยละ 59.2 โดยนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่เหตุผลประกอบคำตอบยังมีผิดพลาดบางส่วนมโนคติผิดพลาดบางส่วน ในเรื่องการอธิบายกฎการเคลื่อนที่ 3 ปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน วิเคราะห์แรงกิริยากับแรงปฏิกิริยาที่กระทำต่อวัตถุ

ข้อที่ 19 ข้อใดอธิบายความหมายของแรงดึงดูดระหว่างมวลได้ถูกต้อง วัดมโนคติ เรื่อง แรงดึงดูดระหว่างมวล ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์อยู่ในระดับ (PU) แทนความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 70.0 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5

ข้อที่ 20 วัตถุสองก้อน มีมวลขนาด m_1 และ m_2 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งห่างกันที่ระยะ x เมตร วัตถุทั้งสองจะมีแรงดึงดูดกันหรือไม่อย่างไร วัดมโนคติ เรื่อง แรงดึงดูดระหว่างมวล ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 62.5 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.5 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจ มโนคติ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5

ข้อที่ 21 ยิ่งสูงจากผิวโลกขึ้นไปค่าของแรงโน้มถ่วงของโลกยิ่งน้อยลง จงหาว่าดาวเทียมที่โคจรรอบโลก ดวงที่อยู่สูงกับดวงที่อยู่ต่ำ ดวงไหนจะเคลื่อนที่ในเชิงเส้นเร็วกว่ากัน วัดมโนคติ เรื่อง แรงดึงดูดระหว่างมวล ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ ไม่พบนักเรียนอยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60.0 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0

จากผลการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ ในข้อที่ 19 ถึง 21 เป็นการวัดมโนคติ เรื่อง แรงดึงดูดระหว่างมวล โดยผลการศึกษาปรากฏว่า ในเรื่องแรงดึงดูดระหว่างมวล พบว่ามีนักเรียนมีระดับมโนคติอยู่ที่ (PS) ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาดมากที่สุดมากถึงเฉลี่ยร้อยละ 64.2 โดยนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่เหตุผลประกอบคำตอบยังมีผิดพลาดบางส่วนมโนคติผิดพลาดบางส่วน ในเรื่องความเข้าใจของแรงดึงดูดระหว่างมวลและความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างมวลกับแรงดึงดูดระหว่างมวล

สรุปผลของระดับมโนติก่อนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ทำการทดสอบโดยใช้เครื่องมือวัดคือ แบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยทำการศึกษา มโนคติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ จำนวน 7 มโนคติ ผลปรากฏว่าในเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่มโนคติที่มีความไม่เข้าใจมโนคติมากที่สุดคือ มโนคติที่ 5 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ความเข้าใจมโนคติในระดับคลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ มโนคติที่ 2 เรื่องแรงเสียดทาน และมีมโนคติที่ 3 เรื่อง มวล ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาดมากที่สุดคือ มโนคติที่ 1 เรื่อง แรง มโนคติที่ 4 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ 1 และมีมโนคติที่ 7 เรื่องแรงดึงดูดระหว่างมวล

ตอนที่ 2 มโนติระหว่างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

การทำการทดลองมีเครื่องมือเพื่อช่วยในการเก็บผลการทดลองดังนี้ คือ

1. แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมแบบไม่เป็นทางการ
2. แบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้
3. ผลงานนักเรียน เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่
4. การเขียนผังมโนคติ

ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ผลตามแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ผลการสังเกตพฤติกรรมแบบไม่เป็นทางการ ในการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอนดังนี้ คือ

1. การบูรณาการ (Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผลมาจากนักเรียนร่วมกันเรียนรู้เพื่อบูรณาการการรับรู้มโนคติใหม่กับการรับรู้มโนคติที่มีอยู่เดิม เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยดำเนินการตามพื้นฐานความเข้าใจมโนคติเดิมของแต่ละคนภายในกลุ่ม ซึ่งทำให้นักเรียนต้องได้เผชิญกับความเข้าใจมโนคติใหม่ที่มีความหลากหลายที่ได้จากสมาชิกในกลุ่ม และเป็นการนำนักเรียนไปสู่ความขัดแย้งหรือทำให้เกิดการไม่ยอมรับมโนคติเดิมของนักเรียนเอง ตัวอย่างเช่น

ครูตั้งคำถามนักเรียนว่าวัตถุจะเคลื่อนที่เมื่อมีแรงกระทำหรือไม่ อย่างไร (ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายคำตอบของแต่ละสมาชิกในกลุ่มแล้ว ครูให้ตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอคำตอบ จากนั้นให้นักเรียนพิจารณาคำตอบของแต่ละกลุ่มว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร โดยเป็นการใช้ความเข้าใจในมิติเดิมของแต่ละคนภายในกลุ่ม เพื่อบูรณาการความรู้ที่มีอยู่เดิมกับการรับรู้มิติใหม่และเกิดความเข้าใจในมิติที่หลากหลายในชั้นเรียนแนวคำตอบแตกต่างกันไป

2. การแยกความแตกต่าง (Differentiation) จากการผลการจัดการเรียนรู้ในข้อ 1 จากที่ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบนั้น จากนั้นครูให้นักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายและพิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องและคำตอบที่ไม่ถูกต้องไว้ และให้พิจารณาดูว่าทำไมจึงเลือกคำตอบเช่นนั้น จากนั้นครูยกสถานการณ์ใหม่มาให้ให้อภิปราย เพื่อสร้างความต่างมิติเดิมของตนเอง ไม่สามารถที่จะอธิบายหรือตอบคำถามได้ เนื่องจากมิตินั้นไม่สามารถเข้าใจ ไม่มีเหตุผลน่าเชื่อถือและไม่มีประโยชน์ที่จะใช้อธิบายสถานการณ์หรือบริบทอื่นๆ ได้ โดยจะทำให้ นักเรียนเกิดความขัดแย้งในมิติเดิมของตนเองกับมิติของเพื่อนในชั้นเรียนที่เข้าใจได้ง่าย มีเหตุผลน่าเชื่อถือกว่า จนนำไปสู่การไม่ยอมรับมิติเดิมที่ไม่ถูกต้องของตนเอง เนื่องจากนักเรียนสามารถที่จะแยกความแตกต่างของมิติใหม่กับมิติเดิมได้

3. การแลกเปลี่ยน (Exchange) มีจุดมุ่งหมายเพื่อแลกเปลี่ยนการรับรู้มิติที่มีอยู่เดิมกับการรับรู้มิติอันใหม่ เพราะเมื่อมิติทั้งสองนั้นขัดแย้งกัน ดังนั้น ย่อมเป็นไปได้ ที่การรับรู้มิติจะมีเหตุผลน่าเชื่อถือได้ทั้งคู่ โดยเป็นการเรียนรู้จากสถานการณ์จริง หรือสถานการณ์จำลองทางคอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนการรับรู้มิติที่มีอยู่เดิมกับการรับรู้มิติอันใหม่ภายในชั้นเรียนกับข้อมูลใหม่หรือปรากฏการณ์ใหม่ ภายในสิ่งแวดล้อมของการจัดการสอนของครูผู้สอน รวมทั้งอภิปรายกับครูผู้สอนเพื่อให้นักเรียนเกิดมิติที่ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การปรับเปลี่ยนมิติของนักเรียน

4. การเชื่อมประสานการรับรู้มิติ (Conceptual bridging) มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างความรู้ทางมิติเรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ที่เป็นนามธรรม โดยการให้นักเรียนแก้ปัญหาจากตัวอย่างสถานการณ์ หรือประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้ โดยการตั้งคำถาม หรือแบบวัดผลท้ายหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งจะต้องตอบได้โดยใช้มิติที่เพิ่งเรียน จะช่วยสร้างสิ่งแวดล้อมที่ทำให้ นักเรียนมองเห็นว่ามิติใหม่เหล่านี้ มีเหตุผลน่าเชื่อถือได้และมีประโยชน์เป็นที่น่าพอใจ การเชื่อมประสานการรับรู้มิติของนักเรียน

หน่วยที่ 1 เรื่อง แรง จำนวนชั่วโมงในการจัดการเรียนรู้ 2 ชั่วโมง

1. การบูรณาการ (Integration) นักเรียนทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แนวตรงที่ได้ศึกษามาแล้วในหน่วยการเรียนรู้ที่ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง อัตราเร็ว ความเร็ว และความเร่ง และเวลา

ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ในการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างๆ รอบตัวเรา แนวคำถามที่ 1 รถยนต์เคลื่อนที่ได้อย่างไร

...เครื่องยนต์ทำงานครับ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 2, อย่างไม่เป็นทางการ, 8 มกราคม 2556)

...เหยียบคันเร่งค่ะ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 15, อย่างไม่เป็นทางการ, 8 มกราคม 2556)

...ล้อหมุนครับ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 10, อย่างไม่เป็นทางการ, 8 มกราคม 2556)

แนวคำถามที่ 2 เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้ววัตถุจะเคลื่อนที่ไปไหม

...ใช่ค่ะ เพราะแรงมีผลต่อการเคลื่อนที่

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 17, อย่างไม่เป็นทางการ, 8 มกราคม 2556)

ในข้อคำถามนี้ จากคำตอบและเหตุผลของผู้เรียน บ่งบอกถึงว่ามีโมเมนต์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง แรง ในความจริงการออกแรงกระทำต่อวัตถุนั้น ไม่จำเป็นที่วัตถุจะมีการเคลื่อนที่ แต่จะเคลื่อนที่ได้ก็ต่อเมื่อ มีแรงกระทำที่มีค่ามากกว่ากับแรงอื่นๆ ที่ต้านการเคลื่อนที่ ซึ่งครูผู้สอนจะยังไม่เฉลย แต่จะเก็บเอาไว้เป็นข้อมูลในการกระตุ้น หรือเสริมความรู้ในการทำการปฏิบัติกิจกรรม

...เพราะมีแรงดึงดูดครับ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 3, อย่างไม่เป็นทางการ, 8 มกราคม 2556)

แนวคำถามที่ 3 ลูกหนังสือตก เมื่อยังออกไป เคลื่อนที่ได้เพราะเหตุใด

...เพราะแรงยึดของหนังสือตกครับ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 9, อย่างไม่เป็นทางการ, 8 มกราคม 2556)

ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบความรู้เดิมเรื่อง แรง นักเรียนให้ความกระตือรือร้นที่จะตอบคำถาม ในคำถามนั้นแฝงด้วยมโนคติเดิมที่มีต่อมโนคติ ครูผู้สอนต้องอาศัยการสังเกต การอัดวิดีโอเทปเพื่อนำมาใช้เป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้

2. การแยกความแตกต่าง (Differentiation)

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนจับคู่กันอภิปรายเรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่ โดยยังไม่สรุป เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจในการศึกษาค้นคว้าเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาค้นคว้าหาคำตอบต่อไป

...วัตถุเคลื่อนที่ได้แสดงว่ามีแรงกระทำเหมือนเราออกแรงปั่นจักรยานไป

...ถ้าเวลาเราหยุดปั่นจักรยานมันก็จะไปได้นะ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 10 และนักเรียน 6, อย่างไม่เป็นทางการ, 8 มกราคม 2556)

ในคำถามนี้ผู้เรียนเริ่มมีแนวความคิดที่แตกต่าง เมื่อได้ร่วมกันอภิปรายกับเพื่อน เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ เกิดความฉงนในแนวคิดที่ตนเองมีอยู่

2.1 แบ่งนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่มๆ ละ 5 คน

2.2 ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มดำเนินการทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1 และ 2



ภาพ 1 แสดงการจัดกลุ่มทำกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แรง

การจัดเตรียมอุปกรณ์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ต้องมีความพร้อมเพราะระยะเวลา
ทำการเรียนรู้มีจำกัด ตามใบกิจกรรม เช่น ตาซึ่งสปริง ดึงดูรายนาดต่าง

จากการสนทนาของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกิจกรรม เรื่อง แรง

...อาจารย์คะทำไมเวลาเราใช้เครื่องซึ่งดึงดูรายนาดทำไมมันไม่นิ่งคะ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 21, อย่างไม่เป็นทางการ, 8 มกราคม 2556)

ครูเสนอแนะให้นักเรียนดึงด้วยแรงคงที่ ในพื้นเรียบสม่ำเสมอ ตราซึ่งจึงจะคงที่

ภาพ 2 แสดงผลการทำกิจกรรม เรื่อง แรง

ในช่วงการทำกิจกรรมครูผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกและกระตุ้นให้ผู้เรียน
เกิดข้อคำถามแล้วทำการพิสูจน์ด้วยตนเองในกิจกรรมการทดลอง อย่างเช่นตัวอย่าง ครูผู้สอน
จะชี้แนะให้นักเรียนลองสังเกตแรงที่นักเรียนใช้ดึงดูรายนาด คงที่หรือไม่ หรือสังเกตที่พื้นที่ทำการ
ทดลองว่าเรียบหรือไม่แต่ละกลุ่มจะร่วมกันสรุปผลการทดลองของกลุ่มตนเองเพื่อเตรียมนำเสนอ

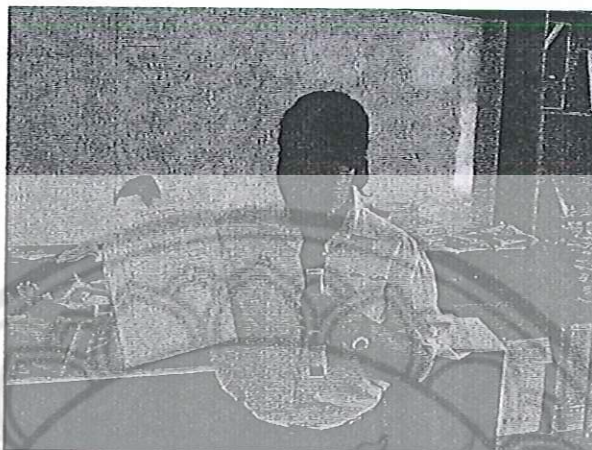
...ถ้าออกแรงดึงวัตถุมากพอวัตถุจะเกิดการเคลื่อนที่

...ถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุในทิศตรงกันข้ามแรงสองแรงจะหักล้างกัน ถ้าแรง
ทางด้านไหนมากกว่าวัตถุก็จะเคลื่อนที่ไปทางด้านนั้น

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มที่ 2, ขณะทำการทดลอง เรื่อง แรง, 8 มกราคม 2556)

3. การแลกเปลี่ยน (Exchange)

3.1 นักเรียนในแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำผลการทดลองของกลุ่มของตนเอง
หน้าชั้นเรียน



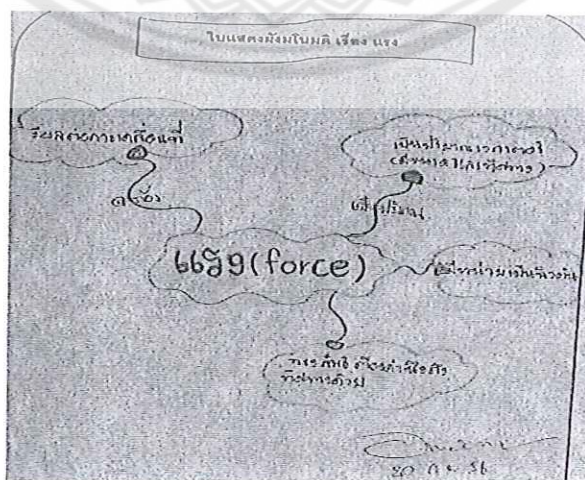
ภาพ 3 แสดงการนำเสนอผลการจัดทำกิจกรรมกลุ่ม

3.2 ครูนำเสนอเนื้อหาการเรียนรู้ เรื่อง แรงผ่านโปรแกรมนำเสนอ power point และ
ตัวอย่างเหตุการณ์ที่สอดคล้องตามหลักวิทยาศาสตร์

3.3 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการทดลองสาระการเรียนรู้เรื่องแรง

4. การเชื่อมประสานการรับรู้โมติ (Conceptual bridging)

ครูแจกใบนำเสนอผังความคิด เรื่อง แรง ที่ได้เรียนมา พร้อมเสนอประโยชน์ที่ได้จาก
การเรียนรู้ เรื่อง แรง ในการนำมาปรับใช้ในชีวิตประจำวันนำกลับไปทำที่บ้านแล้วนำมาส่ง
ในวันรุ่งขึ้น



ภาพ 4 แสดงผังมโนคติของผู้เรียน

โดยการวิเคราะห์ผังมโนมติดังกล่าวจะพิจารณาความสมบูรณ์ขององค์ประกอบแล้วให้คะแนนตามองค์ประกอบ ดังนี้

1. มโนมติ คือ ความเข้าใจที่บุคคลสรุปรวมเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นผลมาจากการรับรู้ของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่างๆ คำต่างๆ 1 คะแนน
2. เนื้อความ คือ ข้อความที่เกิดขึ้นจากการนำเอาคำมโนมติดังแต่ 2 คำขึ้นไปมาสัมพันธ์กัน โดยใช้คำเชื่อม (Linking Words) ทำให้ได้เนื้อความที่มีความหมาย 1 คะแนน
3. ลำดับชั้นของมโนมติ เป็นการแสดงถึงความลดหลั่นกันของมโนมติ โดยมีมโนมติที่มีความหมายกว้างและครอบคลุมมโนภาพอื่นๆ ซึ่งเรียกว่า มโนมติหลัก 1 คะแนน

ผลการวิเคราะห์คะแนนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงจากผังมโนมติ ผลปรากฏว่านักเรียน จำนวน 40 คน สามารถเขียนผังมโนมติ เรื่อง แรง ผ่านเกณฑ์การประเมิน 38 คน เหลืออีกสองคนไม่ได้ส่งแผนผังมโนมติซึ่งทำให้การประเมินผลการจัดกิจกรรมเพื่อเปลี่ยนแปลงความคิดเรื่องแรงสามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดได้ถูกต้อง

บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรง

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แรง โดยใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนมติในการทำกิจกรรมกลุ่มนักเรียนค่อนข้างจะมีเสียงดัง เพราะพูดคุยกันระหว่างทำกิจกรรม เวลาในการทำกิจกรรมควรที่จะกระชับมากกว่านี้ ในการนำเสนอ ควรที่จะให้ตัวแทนมาขึ้นรอคิว เพื่อไม่ให้เป็นการเสียเวลาในการรายงาน เพราะนักเรียนยังขาดการวางแผนการทำงานในบางกลุ่ม

หน่วยที่ 2 เรื่อง แรงเสียดทานและมวล จำนวน 3 ชั่วโมง

1. การบูรณาการ (Integration) ตรวจสอบมโนมติเดิม ครูทักทายนักเรียนในเรื่องต่างๆ ไปก่อนจะนำเข้าสู่บทเรียนครูสอบถามมโนมติเดิมเกี่ยวกับบทเรียนใน เรื่อง แรงเสียดทาน โดยครูตั้งคำถามให้นักเรียนเพื่อหาคำตอบในเรื่อง แรงเสียดทาน เช่น

รถยนต์วิ่งบนถนนลาดยาง รถยนต์ที่วิ่งบนถนนลูกรัง มีความแตกต่างกันอย่างไร

...รถจะกระแทกไม่เหมือนกันครับทำให้ความเร็วต่างกัน

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 6, อย่างไม่เป็นทางการ, 11 มกราคม 2556)

...ความเร็วละถนนลาดยางจะวิ่งได้เร็วกว่าละ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 24, อย่างไม่เป็นทางการ, 11 มกราคม 2556)

ครูตั้งคำถามว่าถ้ารถเคลื่อนไปข้างหน้าแรงเสียดทานที่ล้อรถกระทำต่อพื้นถนนจะอยู่ในทิศทางใด ทิศทางเดียวกับรถเคลื่อนที่ หรือ ทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่

...แรงเสียดทานจะอยู่ในทิศตรงข้ามค่ะ เพราะแรงเสียดทานก็คือแรงต้านการเคลื่อนที่

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 27, อย่างไม่เป็นทางการ, 11 มกราคม 2556)

ในคำตอบของนักเรียนในข้อนี้สังเกตให้เห็นถึงความเข้าใจเรื่องแรงเสียดทานยังมีความคลาดเคลื่อนในหลักการแรงเสียดทานก็คือ แรงต้าน ซึ่งจะมีทิศตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ แต่นักเรียนลืมนึกถึงว่า ในขณะที่รถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ล้อรถที่ทำหน้าที่ส่งกำลังจากเครื่องยนต์ จะหมุนมาทางด้านหลังรถยนต์ รถจึงจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า แสดงว่าทิศทางของแรงเสียดทานจะไปในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของรถยนต์ ครูเก็บข้อมูลไว้ใช้ในการกระตุ้นกระบวนการจัดการเรียนรู้

ในขั้นตอนแรกเป็นการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน เรื่อง แรงเสียดทาน นักเรียนต่างนำเสนอแนวคิดเหตุผลของตนเอง เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอยากเรียนรู้

2. การแยกความแตกต่าง (Differentiation) แบ่งนักเรียนนั่งตามกลุ่มที่ได้จัดไว้ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มดำเนินการทำกิจกรรมในใบกิจกรรม เรื่อง แรงเสียดทาน



ภาพ 5 แสดงการทำกิจกรรม เรื่อง แรงเสียดทาน

โดยครูผู้สอนจะเดินดูการทำงานของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

...อาจารย์ครับอ่านค่าตราซังสปริงได้มากแสดงว่าแรงเสียดทานมากใช่ไหมครับ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 2, อย่างไม่เป็นทางการ, 8 มกราคม 2556)

จากผลการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนอย่างไม่เป็นทางการในการทำกิจกรรมนักเรียนเกิดข้อสงสัยจึงได้ทำกิจกรรมนอกเหนือจากที่ใบกิจกรรมกำหนดเพื่อให้ได้ข้อตกลงภายในกลุ่ม

3. การแลกเปลี่ยน

3.1 นักเรียนในแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำผลการทำกิจกรรมของกลุ่มของตัวเองหน้าชั้นเรียน

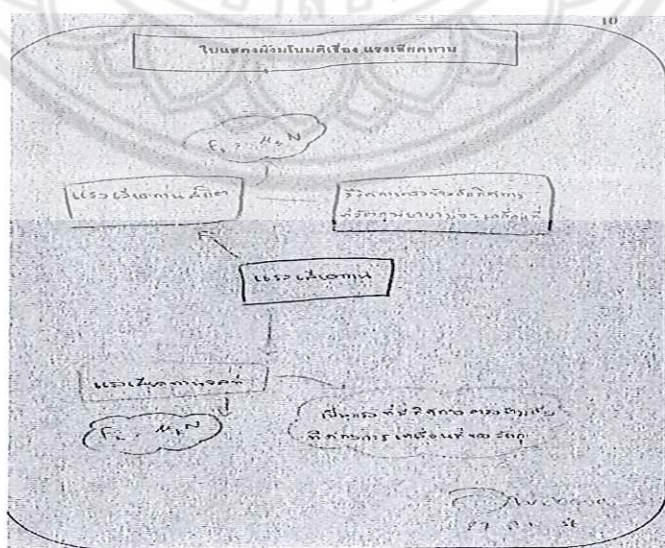
3.2 ครูนำเสนอเนื้อหาการเรียนรู้ เรื่อง แรง ผ่านโปรแกรม Physics Cyberlab และตัวอย่างเหตุการณ์ที่สอดคล้องตามหลักวิทยาศาสตร์

3.3 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปสาระการเรียนรู้ เรื่อง แรงเสียดทานและมวล

4. การเชื่อมประสานการรับรู้โนมตี

4.1 ครูนำอุปกรณ์ที่ใช้ประโยชน์จากเรื่อง แรงเสียดทาน มาอธิบายหลักการทำงานและประโยชน์ เช่น ยางรถยนต์ รองเท้าตะเฑฟุตบอล

4.2 ครูแจกใบนำเสนอผังความคิด เรื่อง แรงเสียดและมวล ที่ได้เรียนมา พร้อมเสนอประโยชน์ที่ได้จากการเรียนรู้ เรื่อง แรง ในการนำมาปรับใช้ในชีวิตประจำวัน



ภาพ 6 แสดงตัวอย่างผังมโนมติ เรื่อง แรงเสียดทาน

ผลการวิเคราะห์คะแนนความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน จากผังมโนคติ ผลปรากฏว่านักเรียน จำนวน 40 คน สามารถเขียนผังมโนคติ เรื่อง แรง ผ่านเกณฑ์ การประเมิน 40 คน การประเมินผลการจัดกิจกรรมเพื่อเปลี่ยนแปลงความคิด เรื่อง แรงเสียดทาน สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดได้ถูกต้องมากขึ้น

บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงเสียดทาน

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แรงเสียดทาน โดยใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติ ในการทำกิจกรรมกลุ่มนักเรียนให้ความสนใจกระตือรือร้น ในการทำ กิจกรรมมีการแบ่งหน้าที่ในการทำกิจกรรมอย่างชัดเจน ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอได้ใจความ ดีมาก

หน่วยที่ 3 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 จำนวน 2 ชั่วโมง

1. การบูรณาการ (Integration) ตรวจสอบมโนคติเดิมของนักเรียนว่า จากความรู้ เรื่อง แรง ความหมายคือ สิ่งที่เรากระทำต่อวัตถุแล้วเกิดการเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนแปลงรูปร่าง

วัตถุนั้นโลกใบนี้ถ้าไม่มีแรงกระทำวัตถุจะเคลื่อนที่หรือไม่ ทำให้นักเรียนจับคู่กันอภิปราย

...เมื่อไม่มีแรงก็ไม่มีการเคลื่อนที่

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 24, อย่างไม่เป็นทางการ, 15 มกราคม 2556)

...วัตถุนั้นโลกที่ไม่เคลื่อนที่แสดงว่าไม่มีแรงไปกระทำ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 14, อย่างไม่เป็นทางการ, 15 มกราคม 2556)

ในขั้นตอนแรกเป็นการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน เรื่อง กฎข้อที่ 1 นักเรียนต่าง นำเสนอแนวคิดเหตุผลของตนเอง เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอยากเรียนรู้

2. การแยกความแตกต่าง (Differentiation) แบ่งนักเรียนนั่งตามกลุ่มที่ได้จัดไว้ ทำให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มดำเนินการทำกิจกรรมในใบกิจกรรมวงล้อของความเชื่อ



ภาพ 7 แสดงการทำกิจกรรม เรื่อง วงล้อของความเฉื่อย

โดยครูผู้สอนจะเดินดูการทำงานของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

...อาจารย์ครับเราน่าจะออกไปปั่นจักรยานของจริงนะครับ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 8, อย่างไม่เป็นทางการ, 15 มกราคม 2556)

...อาจารย์คะเราจะออกแรงหมุนตรงไหนคะ

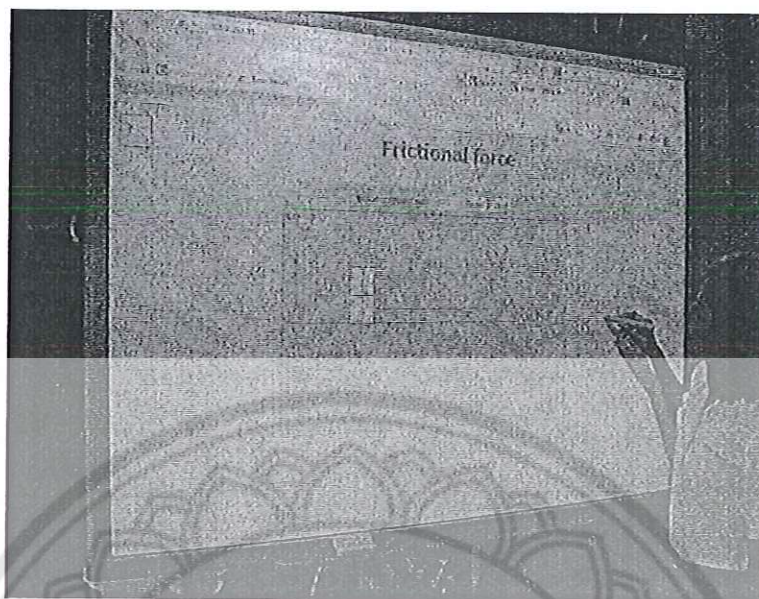
(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 28, อย่างไม่เป็นทางการ, 15 มกราคม 2556)

จากผลการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนอย่างไม่เป็นทางการในการทำกิจกรรมนักเรียนเกิดการเรียนรู้ในการออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้ววงล้อเกิดการหมุนทำการทดลองจนตอบคำถามในใบกิจกรรมได้และได้โน้มนำ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1

3. การแลกเปลี่ยน

3.1 นักเรียนในแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำผลการทำกิจกรรมของกลุ่มของตัวเองหน้าชั้นเรียน

3.2 ครูนำเสนอเนื้อหาการเรียนรู้ เรื่อง แรง ผ่านโปรแกรม Physics Cyberlab และตัวอย่างเหตุการณ์ที่สอดคล้องตามหลักวิทยาศาสตร์



ภาพ 8 แสดงการเรียนรู้ เรื่อง แรง ผ่านโปรแกรม Physics

3.3 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปสาระการเรียนรู้ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1

4. การเชื่อมประสานการรับรู้โน้มนำ

ครูนำเอาคำถามตามนักเรียนว่า รถยนต์คันหนึ่งแล่นมาด้วยอัตราเร็ว 80 km/h แล้วเกิดหยุดกะทันหัน ผู้โดยสารที่นั่งอยู่จะมีการเคลื่อนที่อย่างไร และทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

...เพราะวัตถุนั้นรักษาสภาพการเคลื่อนที่ค่ะ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 31, อย่างไม่เป็นทางการ, 15 มกราคม 2556)

...เป็นไปตามกฎของความเฉื่อยครับ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 6, อย่างไม่เป็นทางการ, 15 มกราคม 2556)

ผลการวิเคราะห์คะแนนความเข้าใจโน้มนำทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 นักเรียนสามารถตอบคำถามนำเสนอดังตัวอย่างได้ตรงตามหลักวิทยาศาสตร์

หน่วยที่ 3 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 จำนวน 2 ชั่วโมง

1. การบูรณาการ (Integration) ตรวจสอบโมเมนต์เดิมว่า เมื่อมีแรงที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ จะมีการเคลื่อนที่หรือไม่ อย่างไร

...วัตถุจะมีการเคลื่อนที่ครบเคลื่อนที่ตามแรงที่ออกค่ะ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 35, อย่างไม่เป็นทางการ, 18 มกราคม 2556)

...วัตถุอาจไม่เคลื่อนที่เพราะมีมวลเยอะ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 5, อย่างไม่เป็นทางการ, 18 มกราคม 2556)

นำภาพวิดีโอการแข่งขันรถให้นักเรียนดูแล้วถามว่า รถแต่ละคันมีความเร็วต่างกัน อันเนื่องมาจากอะไรบ้าง

...น้ำหนักของรถไม่เท่ากันค่ะ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 29, อย่างไม่เป็นทางการ, 18 มกราคม 2556)

...คนขับเก่งไม่เหมือนกันครับ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 9, อย่างไม่เป็นทางการ, 18 มกราคม 2556)

ในขั้นตอนแรกเป็นการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน เรื่อง กฎข้อที่ 2 นักเรียนต่างนำเสนอแนวคิดเหตุผลของตนเอง เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอยากเรียนรู้

2. การแยกความแตกต่าง (Differentiation) แบ่งนักเรียนนั่งตามกลุ่มที่ได้จัดไว้ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มดำเนินการทำกิจกรรมในใบกิจกรรมกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน โดยครูผู้สอนจะเดินดูการทำงานของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

จากผลการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนอย่างไม่เป็นทางการในการทำกิจกรรมนักเรียนเกิดการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ความสัมพันธ์ของ แรง มวล และความเร่ง ซึ่งสามารถอธิบายการเคลื่อนที่โดยใช้หลักการกฎข้อที่ 2 ของนิวตันได้

3. การแลกเปลี่ยน

3.1 นักเรียนในแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำผลการทำกิจกรรมของกลุ่มของตัวเอง
หน้าชั้นเรียน

3.2 ครุฑนำเสนอเนื้อหาการเรียนรู้ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ผ่านโปรแกรม Physics Cyberlab และตัวอย่างเหตุการณ์ที่สอดคล้องตามหลักวิทยาศาสตร์

...อาจารย์ครับโปรแกรมใช้ยังไงครับ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 2, อย่างไม่เป็นทางการ, 18 มกราคม 2556)

...อาจารย์คะผลที่ได้จากการทดลองเรามาคำนวณหาค่าความเร่งได้ใช่ไหมคะ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 38, อย่างไม่เป็นทางการ, 18 มกราคม 2556)

4. การเชื่อมประสานการรับรู้โน้มนำ

ครุฑนำเอาแบบทดสอบให้นักเรียนช่วยกันตอบ

4.1 วัตถุมวล 10 kg ถูกแรง 100 N กระทำจะมีความเร่งเท่าไร (_____)

4.2 ถ้าจะให้มวล 10 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 2 m/s^2 จะต้องใช้แรงเท่าใด
มากกระทำ (_____)

4.3 วัตถุหนึ่ง เมื่อถูกแรงผลัก 100 N จะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 2 m/s^2 จงหา
ขนาดของมวลนั้น (_____)

ผลการวิเคราะห์คะแนนความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามได้ถูกต้องทุกข้อจากการสุ่มถามแบบไม่มีแบบแผนในแต่ละกลุ่มซึ่งผู้เรียนบ่งชี้ความสนใจและเหตุผลออกมาได้ตรงตามหลักวิทยาศาสตร์

หน่วยที่ 3 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 จำนวน 2 ชั่วโมง

1. การบูรณาการ (Integration) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยการตั้งประเด็นคำถามเกี่ยวกับแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาแล้วให้นักเรียนตอบคำถาม เช่น

เมื่อนักเรียนตบมือลงบนโต๊ะด้วยแรงที่ต่างกัน นักเรียนรู้สึกเจ็บมือต่างกันหรือไม่

...ไม่เอาอะอาจารย์ยังตบแรงก็ยังไม่เจ็บมือสิคะ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 32, อย่างไม่เป็นทางการ, 22 มกราคม 2556)

เมื่อนักเรียนเดินชนกำแพงกับวิ่งชนกำแพง นักเรียนรู้สึกว่าตัวเราดึงออกจากกำแพง
ห่างเท่ากันหรือไม่

...ไม่แต่งออกมาค่ะเพราะมัน

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 37, อย่างไม่เป็นทางการ, 22 มกราคม 2556)

ให้นักเรียนจับคู่กัน ครูให้นักเรียนคนที่ 1 ออกแรงผลักนักเรียนคนที่ 2 ด้วยแรงที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยกำหนดให้นักเรียนคนที่ 2 ต้องทรงตัวอยู่กับที่ได้ จากนั้น จึงตั้งคำถามกับนักเรียน ดังนี้

เมื่อนักเรียนคนที่ 1 ออกแรงผลักด้วยแรงที่เพิ่มขึ้น นักเรียนคนที่ 2 ต้องทำอย่างไร เพื่อให้ตัวเองทรงตัวอยู่ได้

นักเรียนคนที่ 1 รู้สึกถึงแรงต้านที่นักเรียนคนที่ 2 กระทำต่อนักเรียนเพิ่มขึ้นตามแรงที่นักเรียนกระทำต่อเพื่อนเพิ่มขึ้นหรือไม่

ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ผลัดกันปฏิบัติกิจกรรมแล้วตั้งคำถามเดิม เพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบคำตอบของเพื่อน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากแนวคำตอบของนักเรียน โดยครูยังไม่เน้นคำตอบที่ถูกต้อง

2. ขั้นแยกความต่าง ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มดำเนินการทำกิจกรรมในใบกิจกรรมตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะการสังเกต ดังนี้

2.1 นำเครื่องชั่งสปริงมา 2 อัน แล้วเกี่ยวส่วนปลายของแต่ละอันเข้าด้วยกัน

2.2 ให้นักเรียนที่ถือเครื่องชั่งสปริงอันที่ 2 อยู่กับที่แล้วให้นักเรียนที่ถือเครื่องชั่งสปริงอันที่ 1 ดึงเครื่องชั่งสปริง โดยให้เครื่องชั่งสปริงอ่านค่าได้ 5, 10, 15 นิวตัน ตามลำดับ

2.3 สังเกตเครื่องชั่งสปริงอันที่ 2 ว่าอ่านค่าได้เท่าไรตามลำดับ แล้วบันทึกผล

2.4 เปลี่ยนให้นักเรียนที่ถือเครื่องชั่งสปริงอันที่ 1 อยู่กับที่แล้วให้นักเรียนที่ถือเครื่องชั่งสปริงอันที่ 2 ดึงเครื่องชั่งสปริง โดยให้เครื่องชั่งสปริงอ่านค่าได้ 5, 10, 15 นิวตัน ตามลำดับ แล้วบันทึกผล

2.5 นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม

3. การแลกเปลี่ยน (Exchange)

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้

3.2.1 เมื่อนักเรียนยังไม่ได้ออกแรงดึง เครื่องซึ่งแต่ละเครื่องอ่านค่าได้เท่าใด (อ่านค่าได้เท่ากับศูนย์เท่ากันทั้ง 2 เครื่อง)

3.2.2 เมื่อดึงเครื่องซึ่งสปริงเครื่องที่ 1 ด้วยแรงที่เพิ่มขึ้น ค่าที่อ่านได้จากเครื่องซึ่งสปริงเครื่องที่ 2 เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร (เพิ่มขึ้นเท่ากับแรงที่อ่านได้จากเครื่องซึ่งสปริงเครื่องที่ 1)

3.2.3 เมื่อดึงเครื่องซึ่งสปริงเครื่องที่ 2 ผลการสังเกตแตกต่างจากการดึงเครื่องซึ่งสปริงเครื่องที่ 1 หรือไม่ (ผลการสังเกตเหมือนกัน)

3.2.4 เมื่อนักเรียนเขียนเวกเตอร์แทนแรงของเครื่องซึ่งสปริงของการปฏิบัติกิจกรรมทั้ง 2 ลักษณะ เวกเตอร์ที่ได้จะเป็นอย่างไร (เวกเตอร์ที่เครื่องซึ่งสปริงทั้ง 2 อันมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศตรงข้ามกัน)

3.2.5 ผลสรุปของกิจกรรมนี้คืออะไร (แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาเป็นแรงกระทำระหว่างวัตถุคู่หนึ่งที่มีขนาดเท่ากันและมีทิศตรงข้ามกัน)

3.3 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยให้ได้ข้อสรุปว่า เมื่อมีแรงกิริยาเกิดขึ้นแรงปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นพร้อมๆ กันด้วยขนาดที่เท่ากันแต่ทิศตรงข้าม โดยแรงทั้ง 2 ชนิด จะกระทำต่อวัตถุต่างกันเสมอ

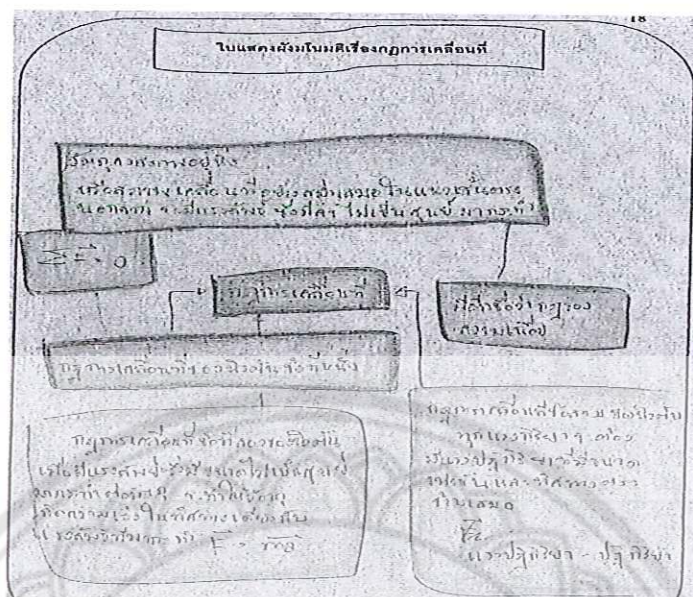
4. การเชื่อมประสานการรับรู้โนมตี (Conceptual bridging)

4.1 ครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า แรงทั้ง 2 ชนิดจะต้องกระทำต่อวัตถุต่างกันเสมอ เช่น การแขวนวัตถุด้วยเชือก เราจะเห็นได้ว่ามี 3 แรง 3 แรงที่มีขนาดเท่ากัน คือแรงที่เชือกดึงวัตถุ (T) แรงที่วัตถุดึงเชือก (R) และแรงจากน้ำหนักของวัตถุ (W) โดยแรงที่เป็นแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา คือ T และ R ส่วน T และ W ไม่ใช่แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยากันถึงแม้จะมีขนาดเท่ากันและทิศตรงข้ามกัน เนื่องจากแรงทั้ง 2 แรงเป็นแรงที่กระทำต่อวัตถุเหมือนกัน

4.2 ครูยกตัวอย่างแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกิจกรรมต่างๆ เช่น แรงดึงดูดระหว่างแม่เหล็ก และการชักเย่อ โดยให้นักเรียนฝึกเขียนเวกเตอร์แสดงแรงทั้ง 2 ชนิดที่เกิดขึ้น

4.3 ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลการนำความรู้เรื่องแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาไปใช้ประโยชน์ เช่น การจุดบั้งไฟหรือการชนสงยานอวกาศ

4.4 ให้นักเรียนเขียนผังมโนมตี เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ โดยให้นำกลับไปเขียนที่บ้าน



ภาพ 9 แสดงผังมโนคติของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์คะแนนความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนผังมโนคติได้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และตอบคำถามได้ถูกต้องทุกข้อ จากการสุ่มถามแบบไม่มีแบบแผนในแต่ละกลุ่มซึ่งผู้เรียนบ่งบอกความสับสนและเหตุผลออกมาได้ตรงตามหลักวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 มโนคติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ หลังการจัดการเรียนรู้

ผลมโนคติการทำแบบทดสอบ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยทำการเก็บผลหลังการจัดการเรียนรู้ ทำการวัดผลสัปดาห์แรกหลังการจัดการเรียนรู้ครบ 12 ชั่วโมง โดยใช้เวลานอกการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบวัดมโนคติที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น เพื่อวัดระดับมโนคติ แบบทดสอบวัดมโนคติ 7 เรื่องๆ ละ 3 ข้อ รวม 21 ข้อ มโนคติที่ใช้วัดคือ เรื่อง แรง แรงเสียดทาน มวล กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 และแรงดึงดูดระหว่างมวล

ตาราง 8 แสดงผลการทำแบบทดสอบวัดสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ข้อสอบ ข้อที่	ระดับความเข้าใจในมิติหลังการจัดการเรียนรู้									
	ความไม่เข้าใจในมิติ (NU)	ความเข้าใจในมิติ ในระดับที่คลาดเคลื่อน (MC)	ความเข้าใจในมิติ เพียงบางส่วน และ มีมิติที่ผิดพลาด (PS)	ความเข้าใจในมิติ ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	ความเข้าใจในมิติ ที่ระดับสมบูรณ์ (CU)					
	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ข้อที่ 1	0	0	0	0	4	10	25	62.5	11	27.5
ข้อที่ 2	0	0	0	0	3	7.5	23	57.5	14	42.5
ข้อที่ 3	0	0	0	0	5	12.5	18	45.0	17	55.0
รวมเฉลี่ย	0.0	0.0		0.0		10.0		55.0		41.7
ข้อที่ 4	0	0	0	0	7	17.5	21	52.5	12	30
ข้อที่ 5	0	0	0	0	8	20	26	65	6	15
ข้อที่ 6	0	0	0	0	5	12.5	20	50	15	37.5
รวมเฉลี่ย	0.0	0.0		0.0		16.7		55.8		27.5
ข้อที่ 7	0	0	0	0	9	22.5	19	47.5	12	30
ข้อที่ 8	0	0	0	0	8	20	25	62.5	7	17.5
ข้อที่ 9	0	0	0	0	11	27.5	7	17.5	22	55
รวมเฉลี่ย	0.0	0.0		0.0		23.3		42.5		34.2

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อสอบ ข้อที่	ระดับความเข้าใจในมิติหลังการจัดการเรียนรู้									
	ความไม่เข้าใจในมิติ (NU)		ความเข้าใจในมิติ ในระดับที่คลาดเคลื่อน (MC)		ความเข้าใจในมิติ เพียงบางส่วน และ มีมิติที่ผิดพลาด (PS)		ความเข้าใจในมิติ ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)		ความเข้าใจในมิติ ที่ระดับสมบูรณ์ (CU)	
	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ข้อที่ 10	0	0	0	0	12	30	4	10	24	60
ข้อที่ 11	0	0	0	0	9	22.5	9	22.5	22	55
ข้อที่ 12	0	0	0	0	3	7.5	17	42.5	20	50
รวมเฉลี่ย		0.0		0.3		21.0		23.3		55.0
ข้อที่ 13	0	0	0	0	10	25	26	65	4	10
ข้อที่ 14	0	0	1	2.5	13	32.5	6	15	20	50
ข้อที่ 15	0	0	0	0	8	20	12	30	20	50
รวมเฉลี่ย		0.0		0.8		25.8		36.7		36.7
ข้อที่ 16	1	2.5	0	0	12	30	23	57.5	4	10
ข้อที่ 17	0	0	0	0	9	22.5	9	22.5	22	55
ข้อที่ 18	0	0	1	2.5	7	17.5	19	47.5	13	32.5
รวมเฉลี่ย		0.8		0.8		23.3		42.5		32.5

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อสอบ ข้อที่	ระดับความเข้าใจในมิติหลังการจัดการเรียนรู้									
	ความไม่เข้าใจในมิติ (NU)	ความเข้าใจในมิติ ในระดับที่คลาดเคลื่อน (MC)	ความเข้าใจในมิติ เพียงบางส่วน และ สับสนในมิติที่ผิดพลาด (PS)	ความเข้าใจในมิติ ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)	ความเข้าใจในมิติ ที่ระดับสมบูรณ์ (CU)					
	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ข้อที่ 19	1	2.5	0	0	6	15	28	70	5	12.5
ข้อที่ 20	0	0	0	0	11	27.5	6	15	23	57.5
ข้อที่ 21	0	0	0	0	14	35	15	37.5	11	27.5
รวมเฉลี่ย		0.8		0.0		25.8		40.8		32.5

จากผลในตาราง 8 ระดับความเข้าใจในมิติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ หลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะนำผลมาเปรียบเทียบกับระดับความเข้าใจในมิตีก่อนเรียน ซึ่งจะแปรผลตามตารางดังต่อไปนี้

ข้อที่ 1 ข้อใดคือความหมายของแรง ในทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง วัดความเข้าใจในมิติความหมายของแรง หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนติในระดับ (NU) แทนความไม่เข้าใจในมิติและ (MC) แทน ความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน พบนักเรียนมีมโนติในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนติที่ผิดพลาด จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 62.5 อยู่ในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 27.5

ข้อที่ 2 ข้อใดคือเด็กชายสองคนต้องการลากคันหนึ่งไปในทางซ้ายด้วยแรง 40 นิวตัน และทางขวาดด้วยแรง 80 นิวตัน รถคันนี้จะเคลื่อนที่ด้วยแรงขนาดเท่าไร วัดความเข้าใจในมิติ เรื่อง เวกเตอร์ของแรง หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนติในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจในมิติ และ (MC) แทนความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน พบนักเรียนมีมโนติในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนติที่ผิดพลาด จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 57.5 อยู่ในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 35.0

ข้อที่ 3 คำกล่าวในข้อใดต่อไปนีถูกต้อง ก.วัตถุที่เคลื่อนที่ไปสักครู่แล้วหยุดแสดงว่าไม่มีแรงกระทำ ข.วัตถุจะเคลื่อนที่ได้ต้องมีแรงกระทำต่อวัตถุเสมอ ค.วัตถุจะเคลื่อนที่ได้ไม่จำเป็นต้องมีแรงมากระทำเสมอไปวัตถุก็ยังคงสภาพการเคลื่อนที่ได้ ง.วัตถุที่วางอยู่บนโต๊ะแสดงว่าไม่มีแรงไป กระทำวัดความเข้าใจในมิติเรื่องของการเคลื่อนที่ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนติในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจในมิติ และ (MC) แทน ความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน พบนักเรียนมีมโนติในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนติที่ผิดพลาด จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 45.0 อยู่ในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 42.5

จากผลการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ ในข้อที่ 1 ถึง 3 เป็นการวัดมโนคติ เรื่อง แรง โดยผลการศึกษาปรากฏว่า ในเรื่องแรง พบว่ามึ้นักเรียนมีระดับมโนคติอยู่ที่ (PU) ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์มากที่สุด มากถึงเฉลี่ยร้อยละ 55.0 โดยนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่เหตุผลประกอบคำตอบถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์

ข้อที่ 4 ข้อใดบอกความหมายของแรงเสียดทานได้ถูกต้อง วัดความเข้าใจมโนคติ เรื่อง ความหมายของแรงเสียดทาน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติและ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน พบนักเรียนมีมโนคติในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 52.5 อยู่ในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 30.0

ข้อที่ 5 เหตุการณ์ใดสนับสนุนข้อความที่ว่า ถ้าไม่มีแรงเสียดทานรถจะแล่นไม่ได้ วัดมโนคติ เรื่อง แรงเสียดทานกับการเคลื่อนที่ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติและ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน พบนักเรียนมีมโนคติในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วน และมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 65.0 อยู่ในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.0

ข้อที่ 6 เมื่อรถวิ่งไปข้างหน้าแรงเสียดทานของถนนจะมีทิศทางใด วัดมโนคติ เรื่อง แรงเสียดทานกับการเคลื่อนที่ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติและ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน พบนักเรียนมีมโนคติในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0 อยู่ในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 37.5

จากผลการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ ในข้อที่ 4 ถึง 6 เป็นการวัดมโนคติ เรื่อง แรงเสียดทาน โดยผลการศึกษาปรากฏว่า ในเรื่องแรงเสียดทาน พบว่ามึ้นักเรียนมีระดับมโนคติอยู่ที่ (PU) ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์มากที่สุด มากถึงเฉลี่ยร้อยละ 55.8 โดย นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่เหตุผลประกอบคำตอบถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์

ข้อที่ 7 มวลและน้ำหนักมีความหมายเหมือนกัน วัดมโนมติ เรื่อง ความหมายของมวลกับน้ำหนัก หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนมติในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนมติและ (MC) แทน ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน พบนักเรียนมีมโนมติในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนมติเพียงบางส่วนและมีมโนมติที่ผิดพลาด จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนมติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 47.5 อยู่ในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนมติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 30.0

ข้อที่ 8 ค่าใดของวัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามแรงโน้มถ่วง วัดมโนมติ เรื่อง ความหมายของมวลกับน้ำหนัก หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนมติในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนมติและ (MC) แทน ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน พบนักเรียนมีมโนมติในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนมติเพียงบางส่วนและมีมโนมติที่ผิดพลาด จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนมติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 62.5 อยู่ในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนมติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 55.0

ข้อที่ 9 เมื่อนักบินอวกาศอยู่ในยานที่กำลังโคจรรอบโลก ชั่งน้ำหนักด้วยตาชั่งสปริงที่อยู่ในยานอวกาศเข็มตาชั่งสปริงจะชี้ที่เลขใด ถ้านักบินอวกาศคนนั้นมีมวลเป็น 80 กิโลกรัม บนพื้นโลก วัดมโนมติ เรื่อง ความหมายของมวล หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนมติในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนมติและ (MC) แทน ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน พบนักเรียนมีมโนมติในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนมติเพียงบางส่วนและมีมโนมติที่ผิดพลาด จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 27.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนมติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.5 อยู่ในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนมติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 55.0

จากผลการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ ในข้อที่ 7 ถึง 9 เป็นการวัดมโนมติ เรื่อง มวล โดยผลการศึกษาปรากฏว่า ในเรื่องมวล พบว่ามีนักเรียนมีระดับมโนมติอยู่ที่ (PU) ความเข้าใจมโนมติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์มากที่สุด มากถึงเฉลี่ยร้อยละ 42.5 โดยนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่เหตุผลประกอบคำตอบถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์

ข้อที่ 10 รถยนต์วิ่งมาด้วยความเร็วคงตัวเกิดอุบัติเหตุชนต้นไม้คนกระเด็นออกนอกถนน นักเรียนจะอธิบายเหตุการณ์นี้ตามกฎหมายของนิวตันอย่างไร วัดมโนมติ เรื่อง กฎของความเฉื่อย หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนมติในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจ

มโนคติและ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน พบนักเรียนมีมโนคติในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 30.0 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 อยู่ในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60.0

ข้อที่ 11 ข้อใดต่อไปนี้อธิบายหลักการกฎข้อที่หนึ่งของนิวตันได้ถูกต้อง วัดมโนคติ เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของนิวตัน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (NU) แทนความไม่เข้าใจมโนคติและ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน พบนักเรียนมีมโนคติในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.5 อยู่ในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 55.0

ข้อที่ 12 วัตถุที่มีความเฉื่อยหมายถึงข้อใด วัดมโนคติ เรื่อง กฎของความเฉื่อย หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติและ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน พบนักเรียนมีมโนคติในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 42.5 อยู่ในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0

จากผลการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ ในข้อที่ 10 ถึง 12 เป็นการวัดมโนคติ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 โดยผลการศึกษาปรากฏว่า ในเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 พบว่ามีนักเรียนมีระดับมโนคติอยู่ที่ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องสมบูรณ์มากที่สุด มากถึงเฉลี่ยร้อยละ 55.0 โดยนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องและให้เหตุผลประกอบคำตอบถูกต้องสมบูรณ์

ข้อที่ 13 รูปทรงบรรจุใดต่อไปนี้จะทำให้แรงที่กระทำมีค่าเท่ากันรดคันใดมีความเร่งมากที่สุด วัดมโนคติ เรื่อง กฎข้อที่สองของนิวตัน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (NU) แทนความไม่เข้าใจมโนคติและ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน พบนักเรียนมีมโนคติในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 25.0 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติ

ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 65.0 อยู่ในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0

ข้อที่ 14 นักกีฬาเบสบอลขว้างลูกเบสบอลน้ำหนัก 0.10 กิโลกรัม ไปข้างหน้าเป็นเวลา 20 วินาที ลูกเบสบอลมีความเร็ว 40 เมตรต่อวินาที จงหาแรงที่นักกีฬาใช้ขว้างบอล วัดมโนมิติ เรื่อง กฎข้อที่สองของนิวตัน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนมิติในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจในมิติ พบนักเรียนมีมโนมิติในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 พบนักเรียนมีมโนมิติในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนมิติที่ผิดพลาด จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 32.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.0 อยู่ในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0

ข้อที่ 15 สิ่งตัวหนึ่งมีมวล m รูดตัวลงจากเสารังด้วยอัตราเร่ง a อยากทราบว่าเนื่องจากความเสียดทานเนื่องจากมือถึงกุ่มเอาไว้ นั้น มีขนาดเท่าไร กำหนดว่าค่าความโน้มถ่วงของโลกเป็น g วัดมโนมิติ เรื่อง กฎข้อที่สองของนิวตัน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนมิติในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจในมิติ พบนักเรียนมีมโนมิติในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 พบนักเรียนมีมโนมิติในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนมิติที่ผิดพลาด จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 32.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.0 อยู่ในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0

จากผลการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ ในข้อที่ 13 ถึง 15 เป็นการวัดมโนมิติ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 โดยผลการศึกษาปรากฏว่า ในเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 พบว่ามีมโนมิติที่ระดับสมบูรณ์เท่ากันคือมากที่สุด มากถึงเฉลี่ยร้อยละ 36.7 โดยนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องและให้เหตุผลประกอบคำตอบถูกต้องสมบูรณ์

ข้อที่ 16 เมื่อเราตกจากต้นไม้ลงมากกระทบพื้นดินจะรู้สึกเจ็บนั้นอาจอธิบายได้ด้วยกฎทางฟิสิกส์ต่อไปนี้เป็น วัดมโนมิติ เรื่อง กฎข้อที่สามของนิวตัน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนมิติในระดับ (NU) แทนความไม่เข้าใจในมิติ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 พบนักเรียนมีมโนมิติในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน พบนักเรียนมีมโนมิติในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนมิติที่ผิดพลาด

จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 30.0 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 57.5 อยู่ในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับ สมบูรณ์ จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0

ข้อที่ 17 รถโดยสารคันหนึ่งลากรพ่วงอีก 2 คัน ถ้าไม่คิดแรงเสียดทานจางหาว่าแรงดึง ระหว่างหัวรถจักรกับรพ่วงคันแรกจะมีค่าเป็นกี่เท่าของแรงดึงระหว่างรพ่วงคันแรกกับคันที่สอง วัดมโนมติ เรื่อง ของกฎข้อที่สามของนิวตัน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับ มโนมติในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจในมิติและ (MC) แทน ความเข้าใจในมิติในระดับ ที่คลาดเคลื่อน พบนักเรียนมีมโนมติในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมี มโนมติที่ผิดพลาด จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติ ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.5 อยู่ในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติ ที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 55.0

ข้อที่ 18 นักชู้ไม่ออกแรงผลัก 10 N กระทำตอกล่องสองกล่อง ดังรูป จงหาแรงปฏิกิริยา ที่มีวล 4 Kg มวล 6 Kg วัดมโนมติ เรื่อง กฎข้อที่สามของนิวตัน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบ นักเรียนมีระดับมโนมติใน ระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจในมิติพบนักเรียนมีมโนมติในระดับ (MC) แทนความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 พบนักเรียน มีมโนมติในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนมติที่ผิดพลาด จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 47.6 อยู่ในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 32.5

จากผลการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ ในข้อที่ 16 ถึง 18 เป็นการวัดมโนมติ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 โดยผลการศึกษาปรากฏว่า ในเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 พบว่ามีนักเรียน มีระดับมโนมติอยู่ที่ (PU) ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์มากที่สุด มากถึงเฉลี่ย ร้อยละ 42.5 โดยนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องและให้เหตุผลประกอบคำตอบถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์

ข้อที่ 19 ข้อใดอธิบายความหมายของแรงดึงดูดระหว่างมวลได้ถูกต้อง วัดมโนมติ เรื่อง แรงดึงดูดระหว่างมวล หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนมติในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจในมิติ จำนวน 1 คน คิด เป็นร้อยละ 2.5 พบไม่พบนักเรียนมีมโนมติในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจในมิติ ในระดับที่คลาดเคลื่อน พบนักเรียนมีมโนมติในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนมติที่ผิดพลาด จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.0 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 28 คน คิดเป็น

ร้อยละ 70.0 อยู่ในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5

ข้อที่ 20 วัตถุสองก้อน มีมวลขนาด m_1 และ m_2 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งวางห่างกันที่ระยะ x เมตร วัตถุทั้งสองจะมีแรงดึงดูดกันหรือไม่อย่างไร วัตถุมโนคติ เรื่อง แรงดึงดูดระหว่างมวล หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติและ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน พบนักเรียนมีมโนคติในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 27.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.0 อยู่ในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 57.5

ข้อที่ 21 ยิ่งสูงจากผิวโลกขึ้นไปค่าของแรงโน้มถ่วงของโลกยิ่งน้อยลง จงหาว่าดาวเทียมที่โคจรรอบโลก ดวงที่อยู่สูงกับดวงที่อยู่ต่ำ ดวงไหนจะเคลื่อนที่ในเชิงเส้นเร็วกว่ากัน วัตถุมโนคติ เรื่อง แรงดึงดูดระหว่างมวล หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติและ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน พบนักเรียนมีมโนคติในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 35.0 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 37.5 อยู่ในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 27.5

จากผลการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ ในข้อที่ 19 ถึง 21 เป็นการวัดมโนคติ เรื่อง แรงดึงดูดระหว่างมวล โดยผลการศึกษาปรากฏว่า ในเรื่องแรงดึงดูดระหว่างมวล พบว่ามีนักเรียนมีระดับมโนคติอยู่ที่ (PU) ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์มากที่สุด มากถึงเฉลี่ยร้อยละ 40.8 โดยนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องและให้เหตุผลประกอบคำตอบถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์

สรุปผลของระดับมโนคติหลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ที่ทำการทดสอบ โดยใช้เครื่องมือวัดคือ แบบทดสอบวัตถุมโนคติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยทำการศึกษามโนคติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ จำนวน 7 มโนคติ เป็นการเปลี่ยนแปลงมโนคติจากความไม่เข้าใจ ความเข้าใจมโนคติที่ระดับความคลาดเคลื่อน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด ผลปรากฏว่า ในเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ มโนคติที่มีมาสู่ความเข้าใจที่สมบูรณ์มากที่สุด คือ มโนคติที่ 4 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 มากถึงร้อยละ 55.0 ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์มากที่สุดคือ มโนคติที่ 2 เรื่อง แรงเสียดทาน มากถึงร้อยละ 55.8

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบมโนคติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ก่อนการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้นำผลการวิเคราะห์ระดับมโนติก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ มาเปรียบเทียบแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการการเปลี่ยนแปลงมโนคติในแต่ละระดับจากผลที่ได้จากเครื่องมือแบบวัดมโนคติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ จำนวน 21 ข้อ 84 คะแนน ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ระดับมโนคติในแต่ละเรื่อง ซึ่งแสดงค่าข้อมูลเป็นแบบตารางและกราฟแท่ง

การแปลค่าข้อมูลในตารางเป็นการแสดงผลระดับมโนคติของผู้เรียนทั้งก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งในตารางจะแสดงจำนวนของผู้เรียนที่มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในแต่ละระดับมโนคติของหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงมโนคติที่คลาดเคลื่อนในแต่ละระดับของก่อนการจัดกิจกรรม ไปสู่พัฒนาการของระดับมโนคติที่เพิ่มขึ้น

ตาราง 9 แสดงคะแนนความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติ

ผลการทดสอบ ความเข้าใจมโนคติ	จำนวน (คน)	$\bar{X}$	S.D.	t-test	Sig.
ก่อนเรียน	40	39.63	6.16	26.78	.000*
หลังเรียน	40	66.00	3.00		

จากตาราง 9 แสดงคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนคติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติ

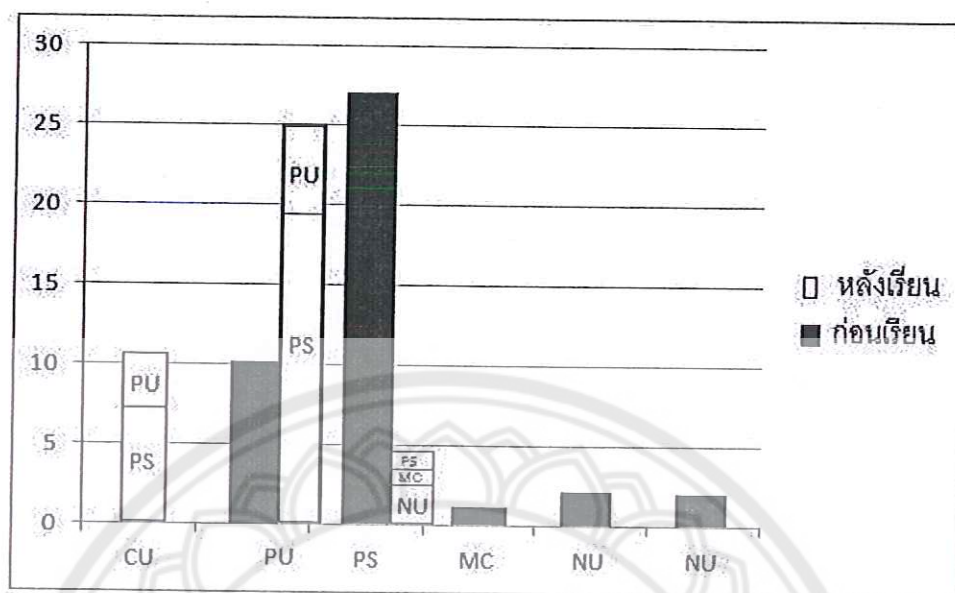
พบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติมีคะแนนเฉลี่ยของความเข้าใจมโนคติเท่ากับ 39.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.16 ส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติ นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนคติเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 66.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.00 และเมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความเข้าใจมโนคติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติมีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.5

ในตารางข้อมูลผลการวิเคราะห์ความเข้าใจในมิติในแต่ละข้อ เพื่อแสดงให้เห็นถึงระดับความเข้าใจในมิติในแต่ละข้อว่าก่อนการจัดการเรียนรู้มีระดับมโนคติอยู่ในระดับใด จากนั้นเป็นผลความเข้าใจในมิติหลังการจัดการเรียนรู้ว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในมิติในแต่ละระดับอย่างไรในปริมาณเท่าไร ซึ่งจะแสดงผลการเปรียบเทียบออกมาในรูปแบบกราฟแผนภูมิแท่ง ซึ่งในกราฟแท่งหลังการจัดการเรียนรู้จะแสดงพัฒนาการเปลี่ยนแปลงระดับการเรียนรู้ว่าเมื่อผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้แล้วเปลี่ยนแปลงมาอยู่ที่ระดับใดบ้าง ซึ่งจะแสดงผลดังต่อไปนี้

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ความเข้าใจในมิติก่อน การจัดการเรียนรู้			การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจ มโนคติหลังการจัดการเรียนรู้ (*)					จำนวนนักเรียน ที่เปลี่ยนแปลง
ระดับ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	(CU)	(PU)	(PS)	(MC)	(NU)	มโนคติ(คน)
(CU)	0	0	0	0	0	0	0	0
(PU)	10	25	4	6	0	0	0	4
(PS)	27	67.5	7	19	1	0	0	26
(MC)	1	2.5	0	0	1	0	0	1
(NU)	2	5	0	0	2	0	0	2
	จำนวนคน		11	25	4	0	0	33
รวม		ร้อยละ	27.5	62.5	10	0	0	82.5
(*) จะเป็นการแสดงผลการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ว่า เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับใดบ้างใน 5 ระดับ								

การแปลค่าข้อมูลจากกราฟ กราฟที่แสดงเป็นกราฟแบบแผนภูมิแท่งซึ่งแสดงค่าคะแนนก่อนการจัดการเรียนรู้ (สีน้ำเงิน) และหลังการจัดการเรียนรู้ (สีขาว) ซึ่งในข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้ จะแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ของระดับมโนคติแล้ว ยังเป็นการแสดงค่าจำนวนนักเรียนที่มีพัฒนาการการเปลี่ยนแปลงมโนคติจากระดับมโนคติที่ผิดพลาดเป็นระดับมโนคติที่ถูกต้องมากขึ้น



ภาพ 10 กราฟผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติข้อที่ 1 ข้อใดคือความหมายของแรง ในทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง วัดความเข้าใจในมิติความหมายของแรง

ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบูรณ์อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 25.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 67.5 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 และอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจในมิติ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.0

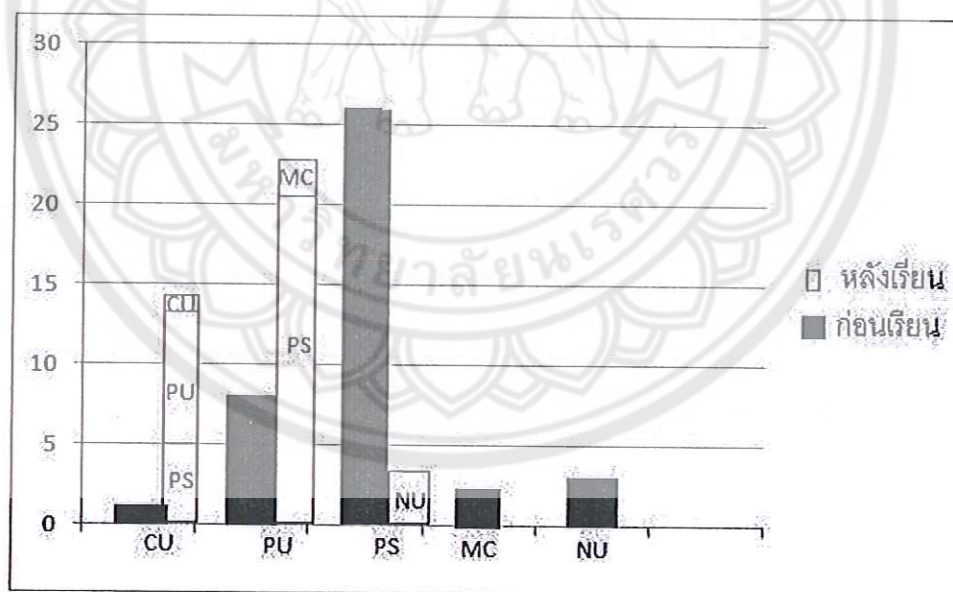
หลังการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 27.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 62.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 ไม่พบนักเรียนในระดับ (NU) และ (MC)

สรุปได้ว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนคติ จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 82.5

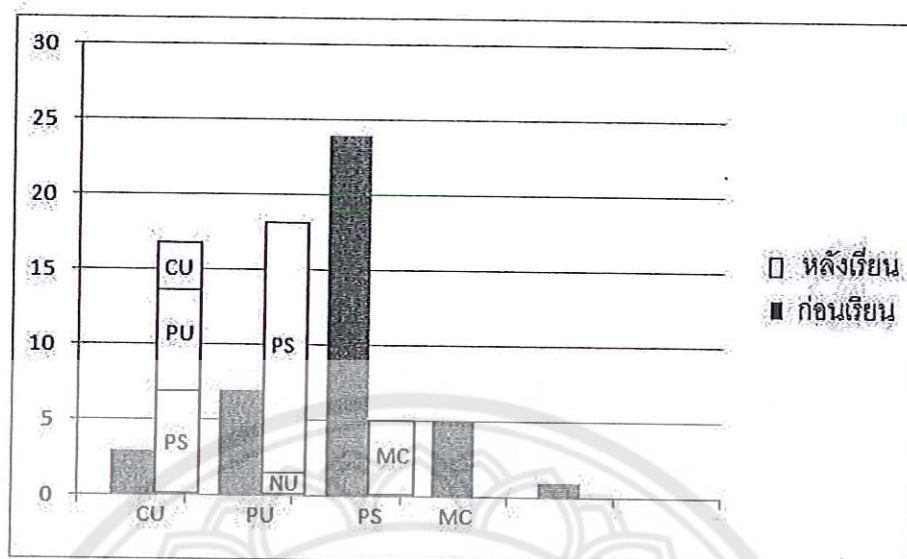
ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ความเข้าใจในมิติก่อน การจัดการเรียนรู้			การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจ มโนคติหลังการจัดการเรียนรู้(*)					จำนวนนักเรียน ที่เปลี่ยนแปลง
ระดับ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	(CU)	(PU)	(PS)	(MC)	(NU)	มโนคติ(คน)
(CU)	1	2.5	1	0	0	0	0	0
(PU)	8	20	8	0	0	0	0	8
(PS)	26	65	5	21	0	0	0	26
(MC)	2	5	0	2	0	0	0	2
(NU)	3	7.5	0	0	3	0	0	3
	จำนวนคน		14	23	3	0	0	39
รวม	ร้อยละ		35	57.5	7.5	0	0	97.5

(*) จะเป็นการแสดงผลการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ว่า เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับใดบ้างใน 5 ระดับ



ภาพ 11 กราฟผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้



ภาพ 12 กราฟผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติข้อที่ 3 คำกล่าวในข้อใดต่อไปนี้อถูกต้อง ก.วัตถุที่เคลื่อนที่ไปสักครู่แล้วหยุดแสดงว่าไม่มีแรงกระทำ ข.วัตถุจะเคลื่อนที่ได้ต้องมีแรงกระทำต่อวัตถุเสมอ ค.วัตถุจะเคลื่อนที่ได้ไม่จำเป็นต้องมีแรงมากระทำเสมอไปวัตถุก็ยังคงสภาพการเคลื่อนที่ได้ ง.วัตถุที่วางอยู่บนโต๊ะ แสดงว่าไม่มีแรงไปกระทำ วัตถุประสงค์ เรื่องของแรงกับการเคลื่อนที่

ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 60.0 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 และ อยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจในมิติ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.50

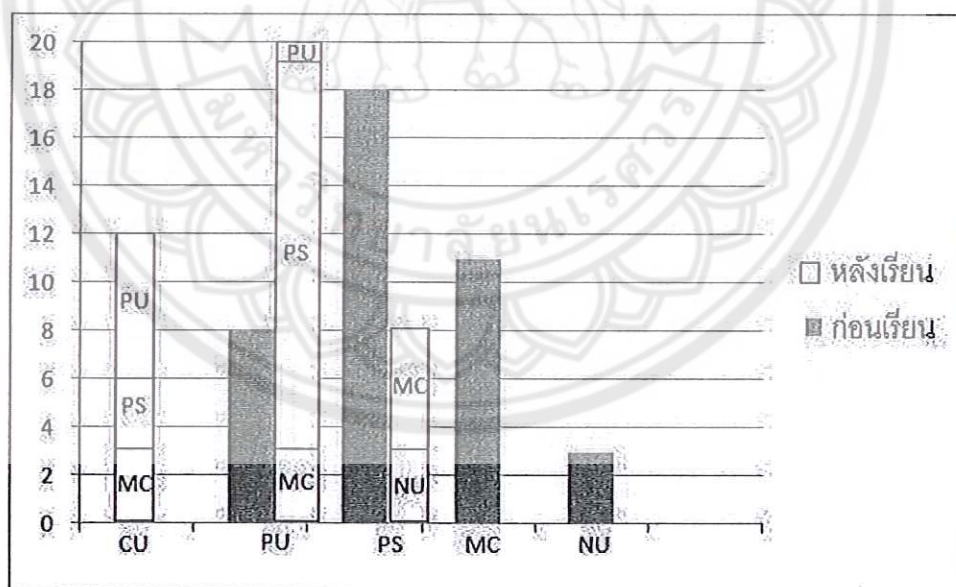
หลังการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 42.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 45.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 ไม่พบนักเรียนในระดับ (NU) และ (MC)

สรุปได้ว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนคติจำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 100

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ความเข้าใจในมิติก่อน การจัดการเรียนรู้			การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจ มโนคติหลังการจัดการเรียนรู้(*)					จำนวนนักเรียน ที่เปลี่ยนแปลง
ระดับ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	(CU)	(PU)	(PS)	(MC)	(NU)	มโนคติ(คน)
(CU)	0	0	0	0	0	0	0	0
(PU)	8	20	6	2	0	0	0	6
(PS)	18	45	3	15	0	0	0	18
(MC)	11	27.5	3	3	5	0	0	11
(NU)	3	7.5	0	0	3	0	0	3
		จำนวนคน	12	20	8	0	0	38
รวม		ร้อยละ	30	50	20	0	0	95

(*) จะเป็นการแสดงผลการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ว่า เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับใดบ้างใน 5 ระดับ



ภาพ 13 กราฟผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 4 ข้อใดบอกความหมายของแรงเสียดทานได้ถูกต้อง วัดความเข้าใจในมิติ เรื่อง ความหมายของแรงเสียดทาน

ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบุรณ์อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบุรณ์ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 45.0 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 27.5 และอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจในมิติ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.50

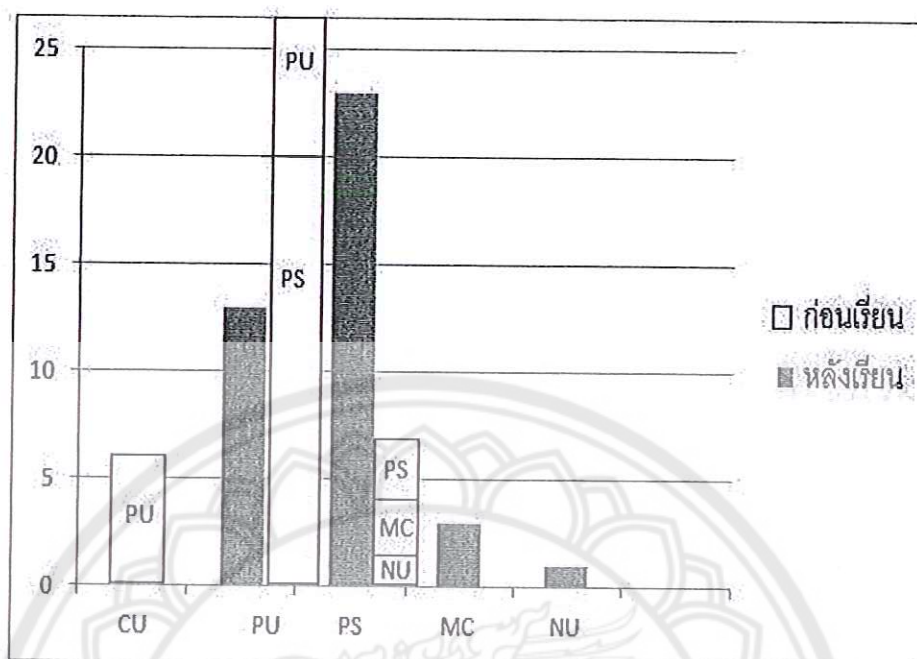
หลังการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบุรณ์ จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 30.0 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบุรณ์ จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 52.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.5 ไม่พบนักเรียนในระดับ (NU) และ (MC)

สรุปได้ว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนคติ จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 95

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ความเข้าใจในมโนติก่อน การจัดการเรียนรู้			การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจ มโนคติหลังการจัดการเรียนรู้(*)					จำนวนนักเรียน ที่เปลี่ยนแปลง
ระดับ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	(CU)	(PU)	(PS)	(MC)	(NU)	มโนคติ(คน)
(CU)	0	0	0	0	0	0	0	0
(PU)	13	32.5	6	7	0	0	0	6
(PS)	23	57.5	0	20	3	0	0	20
(MC)	3	7.5	0	0	3	0	0	3
(NU)	1	2.5	0	0	1	0	0	1
จำนวนคน			6	27	7	0	0	30
รวม	ร้อยละ		15	67.5	17.5	0	0	75

(*) จะเป็นการแสดงผลการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ว่า เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับใดบ้างใน 5 ระดับ



ภาพ 14 กราฟผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 5 เหตุการณ์ใดที่น่าสงสัยขอความที่ว่า ถ้าไม่มีแรงเสียดทานรถจะแล่นไม่ได้ วัฒนธรรมเรื่องแรงเสียดทานกับการเคลื่อนที่

ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบุรณ์อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบุรณ์ จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 32.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 57.5 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 และอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.50

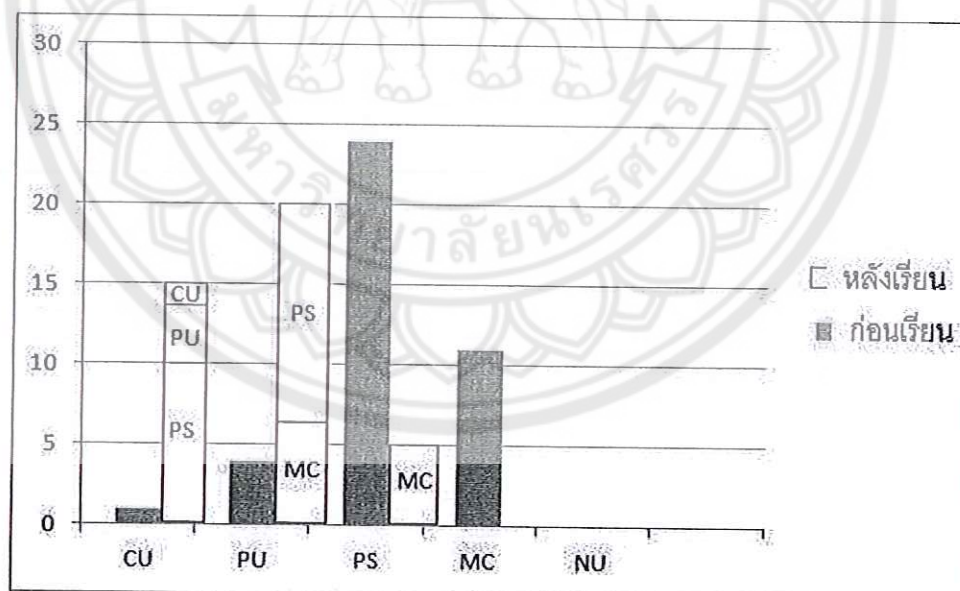
หลังการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบุรณ์ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.0 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบุรณ์ จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 65.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 ไม่พบนักเรียนในระดับ (NU) และ (MC)

สรุปได้ว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนคติจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 75.0

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ความเข้าใจในมิติก่อน การจัดการเรียนรู้			การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจ มโนคติหลังการจัดการเรียนรู้(*)					จำนวนนักเรียน ที่เปลี่ยนแปลง
ระดับ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	(CU)	(PU)	(PS)	(MC)	(NU)	มโนคติ(คน)
(CU)	1	2.5	1	0	0	0	0	0
(PU)	4	10	4	0	0	0	0	0
(PS)	24	60	10	14	0	0	0	24
(MC)	11	27.5	0	6	5	0	0	11
(NU)	0	0	0	0	0	0	0	0
		จำนวนคน	15	20	5	0	0	35
รวม		ร้อยละ	37.5	50	12.5	0	0	87.5

(*) จะเป็นการแสดงผลการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ว่า เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับใดบ้างใน 5 ระดับ



ภาพ 15 กราฟผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนคติ ข้อที่ 6 เมื่อร่ว้งไปข้างหน้าแรงเสียดทานของถนนจะมีทิศทางใด วัดมโนคติ เรื่อง แรงเสียดทานกับการเคลื่อนที่

ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60.0 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 27.5 และไม่พบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนคติ

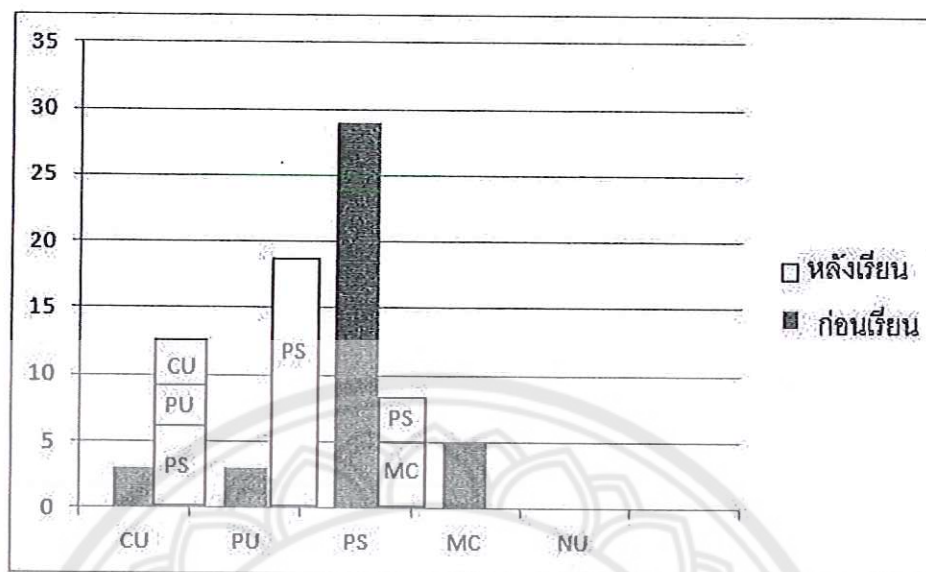
หลังการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 37.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.0 ไม่พบนักเรียนในระดับ (NU) และ (MC)

สรุปได้ว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนคติจำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 87.5

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนคติ ข้อที่ 7 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ความเข้าใจในมโนติก่อน การจัดการเรียนรู้			การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจ มโนมิตินหลังการจัดการเรียนรู้ (*)					จำนวนนักเรียน ที่เปลี่ยนแปลง
ระดับ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	(CU)	(PU)	(PS)	(MC)	(NU)	มโนมิตี(คน)
(CU)	3	7.5	3	0	0	0	0	0
(PU)	3	7.5	3	0	0	0	0	3
(PS)	29	72.5	6	19	4	0	0	25
(MC)	5	12.5	0	0	5	0	0	5
(NU)	0	0	0	0	0	0	0	0
จำนวนคน			12	19	9	0	0	33
รวม	ร้อยละ		30	47.5	22.5	0	0	82.5

(*) จะเป็นการแสดงผลการเปลี่ยนแปลงมโนมิตี ว่า เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับใดบ้างใน 5 ระดับ



ภาพ 16 กราฟผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจโนมตี ข้อที่ 7 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจโนมตี ข้อที่ 7 มวลและน้ำหนักมีความหมายเหมือนหรือต่างกัน วัดมโนมตี เรื่อง ความหมายของมวลกับน้ำหนัก

ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนมตีในระดับ (CU) ความเข้าใจโนมตีที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจโนมตีที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจโนมตีเพียงบางส่วน และมีมโนมตีที่ผิดพลาด จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 72.5 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจโนมตีในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 และไม่พบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจโนมตี

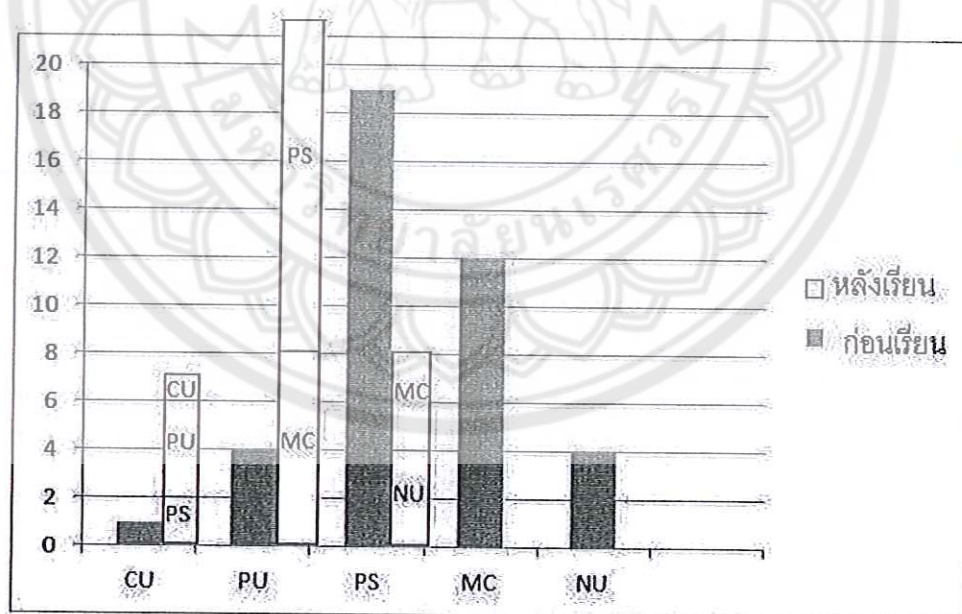
หลังการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนมตีในระดับ (CU) ความเข้าใจโนมตีที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 30.0 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจโนมตีที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 47.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจโนมตีเพียงบางส่วนและมีมโนมตีที่ผิดพลาด จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.5 ไม่พบนักเรียนในระดับ (NU) และ (MC)

สรุปได้ว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนมตีจำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 82.5

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 8 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ความเข้าใจในมิติก่อน การจัดการเรียนรู้			การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจ มโนคติหลังการจัดการเรียนรู้(*)					จำนวนนักเรียน ที่เปลี่ยนแปลง
ระดับ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	(CU)	(PU)	(PS)	(MC)	(NU)	มโนคติ(คน)
(CU)	1	2.5	1	0	0	0	0	0
(PU)	4	10	4	0	0	0	0	4
(PS)	19	47.5	2	17	0	0	0	19
(MC)	12	30	0	8	4	0	0	12
(NU)	4	10	0	0	4	0	0	4
	จำนวนคน		7	25	8	0	0	39
รวม		ร้อยละ	17.5	62.5	20	0	0	97.5

(*) จะเป็นการแสดงผลการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ว่า เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับใดบ้างใน 5 ระดับ



ภาพ 17 กราฟผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 8 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 8 ค่าใดของวัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามแรงโน้มถ่วง วัดในมิติ เรื่อง ความหมายของมวลกับน้ำหนัก

ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 47.5 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 30.0 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจในมิติ จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0

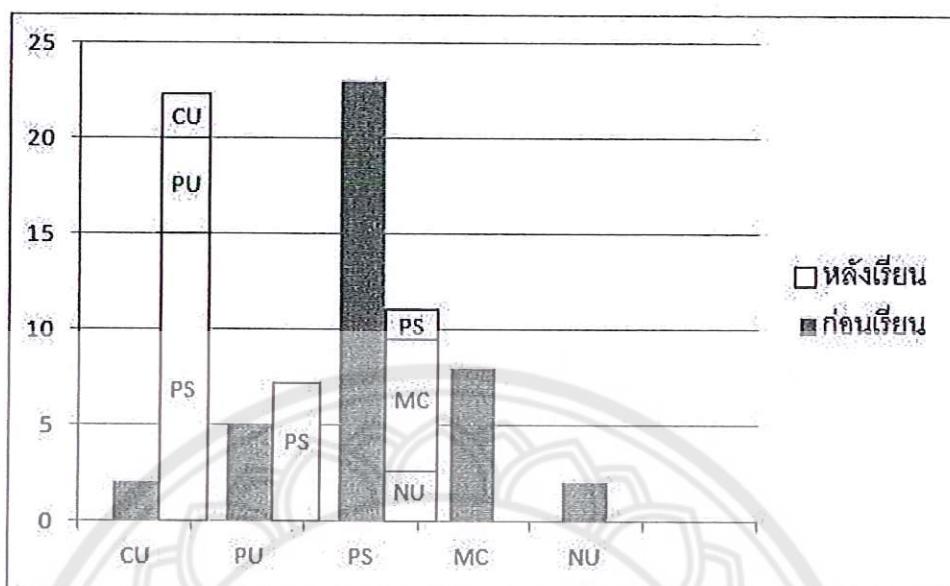
หลังการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 62.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 ไม่พบนักเรียนในระดับ (NU) และ (MC)

สรุปได้ว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนคติจำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 97.5

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 9 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ความเข้าใจในมโนติก่อน การจัดการเรียนรู้			การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจ มโนมติหลังการจัดการเรียนรู้(*)					จำนวนนักเรียน ที่เปลี่ยนแปลง
ระดับ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	(CU)	(PU)	(PS)	(MC)	(NU)	มโนมติ(คน)
(CU)	2	5	2	0	0	0	0	0
(PU)	5	12.5	5	0	0	0	0	5
(PS)	23	57.5	15	7	1	0	0	22
(MC)	8	20	0	0	8	0	0	8
(NU)	2	5	0	0	2	0	0	2
จำนวนคน			22	7	11	0	0	37
รวม	ร้อยละ		55	17.5	27.5	0	0	92.5

(*) จะเป็นการแสดงผลการเปลี่ยนแปลงมโนมติ ว่า เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับใดบ้างใน 5 ระดับ



ภาพ 18 กราฟผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 9 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 9 เมื่อนักบินอวกาศอยู่ในยานที่กำลังโคจรรอบโลก ซึ่งนำหนักด้วยตาซึ่งสปริงที่อยู่ในยานอวกาศเข็มตาซึ่งสปริงจะชี้ที่เลขใด ถ้านักบินอวกาศคนนั้นมีมวลเป็น 80 กิโลกรัมบนพื้นโลก วัดมโนติเรื่องความหมายของมวล

ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนติในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.0 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนติที่ผิดพลาด จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 57.5 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจในมิติ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.0

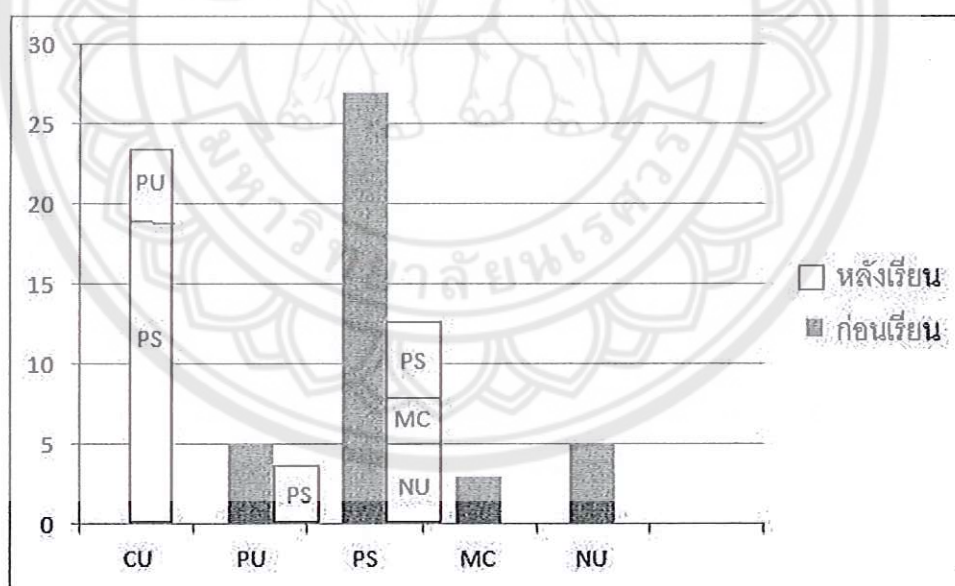
หลังการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนติในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 62.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนติที่ผิดพลาด จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 ไม่พบนักเรียนในระดับ (NU) และ (MC)

สรุปได้ว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนติจำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 97.5

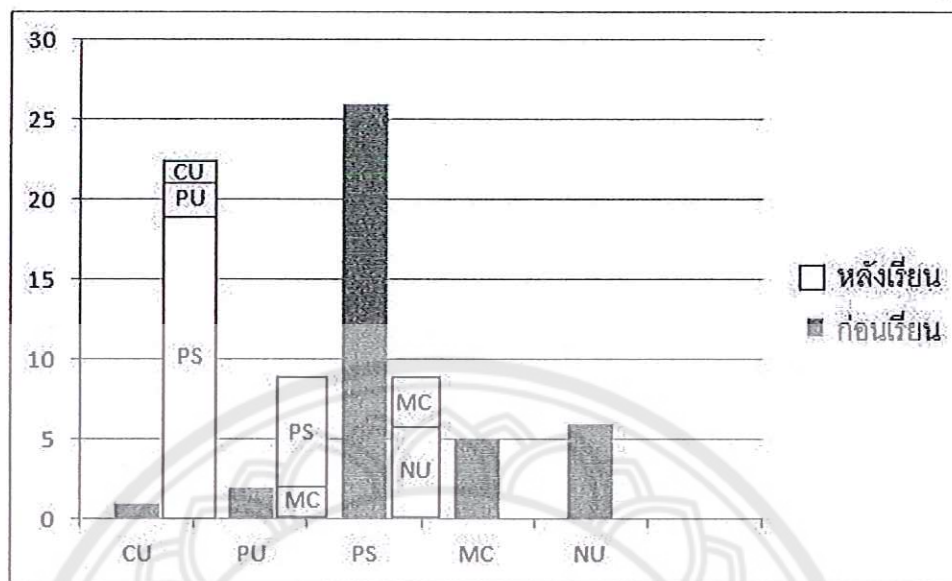
ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 10 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ความเข้าใจในมิติก่อน การจัดการเรียนรู้			การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจ มโนคติหลังการจัดการเรียนรู้(*)					จำนวนนักเรียน ที่เปลี่ยนแปลง
ระดับ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	(CU)	(PU)	(PS)	(MC)	(NU)	มโนคติ(คน)
(CU)	0	0	0	0	0	0	0	0
(PU)	5	12.5	5	0	0	0	0	5
(PS)	27	67.5	19	4	4	0	0	23
(MC)	3	7.5	0	0	3	0	0	3
(NU)	5	12.5	0	0	5	0	0	5
		จำนวนคน	24	4	12	0	0	36
รวม		ร้อยละ	60	10	30	0	0	90

(*) จะเป็นการแสดงผลการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ว่า เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับใดบ้างใน 5 ระดับ



ภาพ 19 กราฟผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 10 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้



ภาพ 20 กราฟผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 11 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 11 ข้อต่อไปนี้อธิบายหลักการกฎข้อที่หนึ่งของนิวตันได้ถูกต้อง วัดมโนคติ เรื่อง กฎข้อที่หนึ่งของนิวตัน

ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบุรณ์ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบุรณ์ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 65.0 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจในมิติ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.0

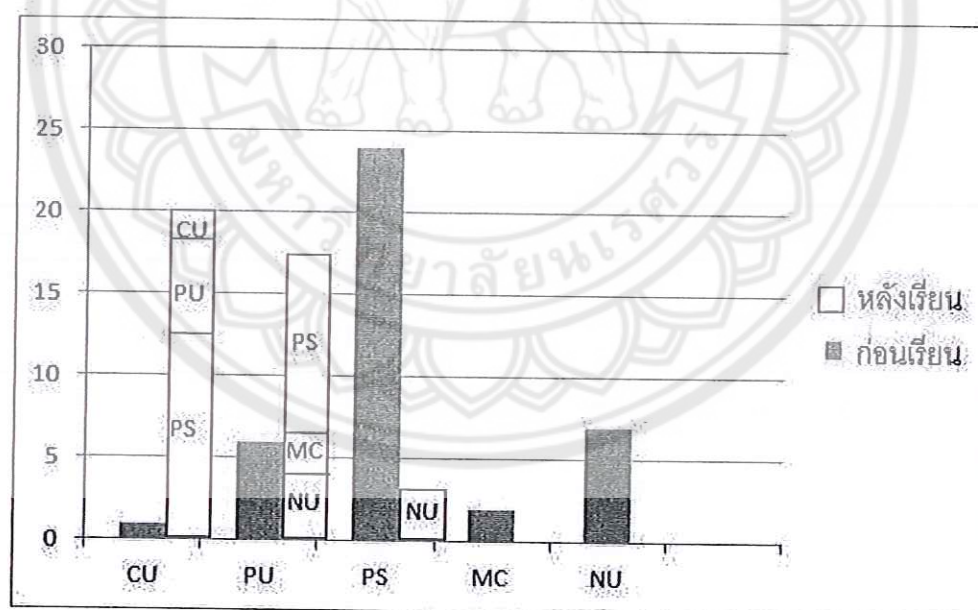
หลังการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบุรณ์ จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 55.0 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบุรณ์ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.5 ไม่พบนักเรียนในระดับ (NU) และ (MC)

สรุปได้ว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนคติจำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 97.5

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 12 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ความเข้าใจในมิติก่อน การจัดการเรียนรู้			การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจ มโนคติหลังการจัดการเรียนรู้(*)					จำนวนนักเรียน ที่เปลี่ยนแปลง
ระดับ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	(CU)	(PU)	(PS)	(MC)	(NU)	มโนคติ(คน)
(CU)	1	2.5	1	0	0	0	0	0
(PU)	6	15	6	0	0	0	0	6
(PS)	24	60	13	11	0	0	0	24
(MC)	2	5	0	2	0	0	0	2
(NU)	7	17.5	0	4	3	0	0	7
		จำนวนคน	20	17	3	0	0	39
รวม		ร้อยละ	50	42.5	7.5	0	0	97.5

(*) จะเป็นการแสดงผลการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ว่า เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับใดบ้างใน 5 ระดับ



ภาพ 21 กราฟผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 12 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 12 วัตถุประสงค์ที่มีความเกี่ยวข้องหมายถึงข้อใด
วัดในมิติ เรื่อง กฎของความเฉื่อย

ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติ
ที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติ
ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจ
ในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60.0 อยู่ในระดับ
(MC) แทน ความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.0 และ
พบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจในมิติ จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.5

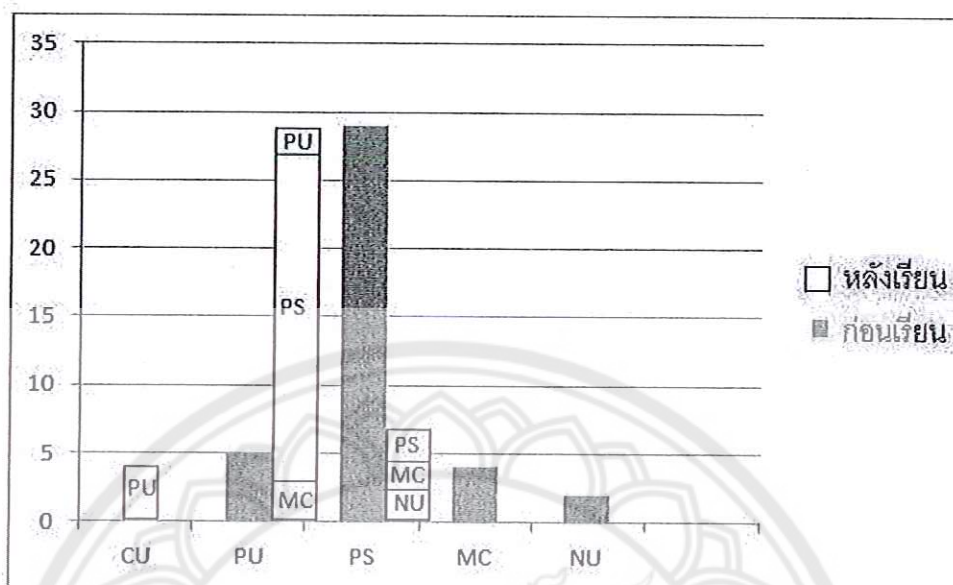
หลังการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติ
ที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติ
ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 42.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจ
ในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 ไม่พบนักเรียน
ในระดับ (NU) และ (MC)

สรุปได้ว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนคติจำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 97.5

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 13 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ความเข้าใจในมิติก่อน การจัดการเรียนรู้			การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจ มโนคติหลังการจัดการเรียนรู้ (*)					จำนวนนักเรียน ที่เปลี่ยนแปลง
ระดับ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	(CU)	(PU)	(PS)	(MC)	(NU)	มโนคติ(คน)
(CU)	0	0	0	0	0	0	0	0
(PU)	5	12.5	4	1	0	0	0	4
(PS)	29	72.5	0	26	3	0	0	26
(MC)	4	10	0	2	2	0	0	4
(NU)	2	5	0	0	2	0	0	2
จำนวนคน			4	29	7	0	0	36
รวม		ร้อยละ	10	72.5	17.5	0	0	90

(*) จะเป็นการแสดงผลการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ว่า เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับใดบ้างใน 5 ระดับ



ภาพ 22 กราฟผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจโนมตี ข้อที่ 13 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจโนมตี ข้อที่ 13 รูปถบรรทุกใดต่อไปนั้ถ้าแรงที่กระทำมีค่าเท่ากันรถคันใดมีความเร่งมากที่สุด วัดมโนมตี เรื่อง กฎข้อที่สองของนิวตัน

ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนมตีในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนมตีที่ระดับสมบุรณ์ อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนมตีที่ถูกต้องแต่ไม่สมบุรณ์ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนมตีเพียงบางส่วน และมีมโนมตีที่ผิดพลาด จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 72.5 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนมตีในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 และ พบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนมตี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0

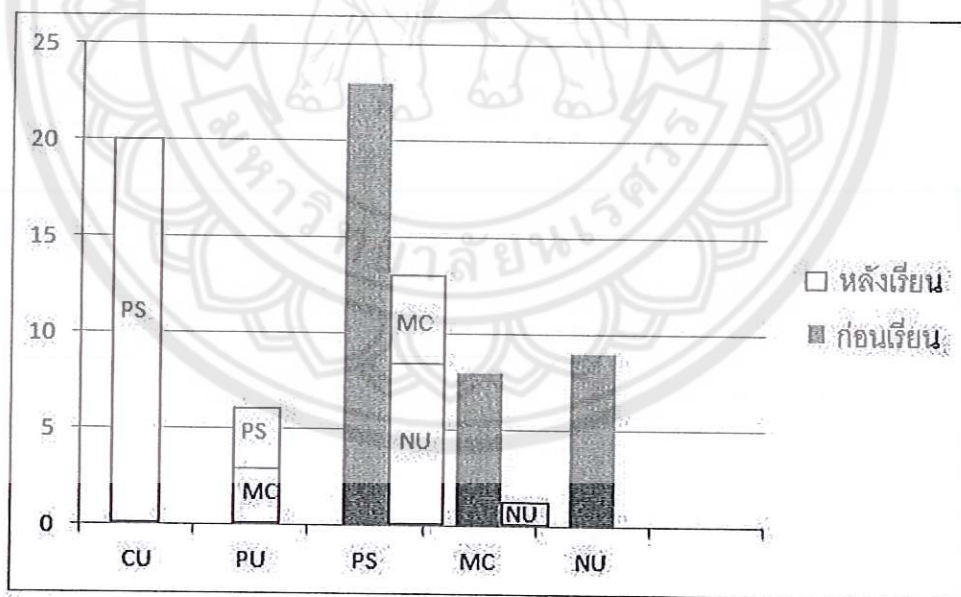
หลังการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนมตีในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนมตีที่ระดับสมบุรณ์ จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนมตีที่ถูกต้องแต่ไม่สมบุรณ์ จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 65.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนมตีเพียงบางส่วนและมีมโนมตีที่ผิดพลาด จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 25.0 ไม่พบนักเรียนในระดับ (NU) และ (MC)

สรุปได้ว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนมตีจำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 90.0

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 14 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ความเข้าใจในมิติก่อน การจัดการเรียนรู้			การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจ มโนคติหลังการจัดการเรียนรู้(*)					จำนวนนักเรียน ที่เปลี่ยนแปลง
ระดับ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	(CU)	(PU)	(PS)	(MC)	(NU)	มโนคติ(คน)
(CU)	0	0	0	0	0	0	0	0
(PU)	0	0	0	0	0	0	0	0
(PS)	23	57.5	20	3	0	0	0	23
(MC)	8	20	0	3	5	0	0	8
(NU)	9	22.5	0	0	8	1	0	9
		จำนวนคน	20	6	13	1	0	40
รวม		ร้อยละ	50	15	32.5	2.5	0	100

(*) จะเป็นการแสดงผลการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ว่า เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับใดบ้างใน 5 ระดับ



ภาพ 23 กราฟผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 14 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติข้อที่ 14 นักกีฬาเบสบอลขว้างลูกเบสบอลน้ำหนัก 0.10 กิโลกรัม ไปข้างหน้าเป็นเวลา 20 วินาที ลูกเบสบอลมีความเร็ว 40 เมตรต่อวินาที จงหาแรงที่นักกีฬาใช้ขว้างบอล วัดมโนมิติ เรื่อง กฎข้อที่สองของนิวตัน

ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนมิติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนมิติที่ระดับสมบูรณ์ไม่พบอยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนมิติเพียงบางส่วนและมีมโนมิติที่ผิดพลาด จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 57.5 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนมิติ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.5

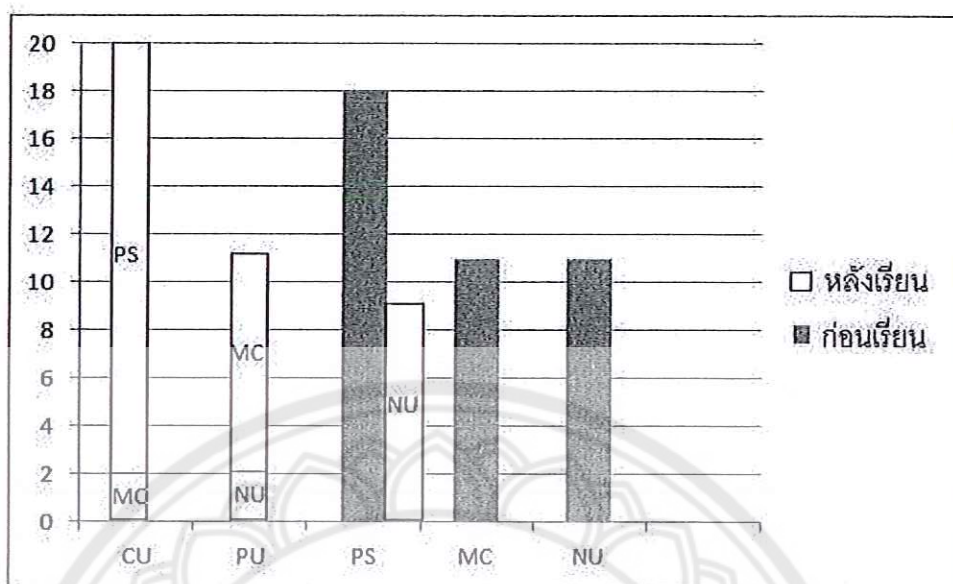
หลังการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนมิติในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนมิติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนมิติเพียงบางส่วนและมีมโนมิติที่ผิดพลาด จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 32.5 พบนักเรียนในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนมิติ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 และ (MC)

สรุปได้ว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนมิติจำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 100.0

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 15 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ความเข้าใจมโนมิติก่อน การจัดการเรียนรู้			การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจ มโนมิติหลังการจัดการเรียนรู้ (*)					จำนวนนักเรียน ที่เปลี่ยนแปลง มโนมิติ(คน)
ระดับ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	(CU)	(PU)	(PS)	(MC)	(NU)	
(CU)	0	0	0	0	0	0	0	0
(PU)	0	0	0	0	0	0	0	0
(PS)	18	45	18	0	0	0	0	18
(MC)	11	27.5	2	9	0	0	0	11
(NU)	11	27.5	0	2	9	0	0	11
จำนวนคน			20	11	9	0	0	40
รวม		ร้อยละ	50	27.5	22.5	0	0	100

(*) จะเป็นการแสดงผลการเปลี่ยนแปลงมโนมิติ ว่า เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับใดบ้างใน 5 ระดับ



ภาพ 24 กราฟผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 15 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 15 สิ่งหนึ่งที่มีมวล m รูดตัวลงจากเสาดด้วยอัตราเร่ง a อยากทราบว่าเนื่องจากความผิดอันเนื่องมาจากมือลื่นก้มเอาไว้นั้น มีขนาดเท่าไร กำหนดว่าค่าความโน้มถ่วงของโลกเป็น g วัดมโนคติ เรื่อง กฎข้อที่สองของนิวตัน ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบูรณ์ ไม่พบอยู่ใน ระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 45.0 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 27.5 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจในมิติ จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 27.5

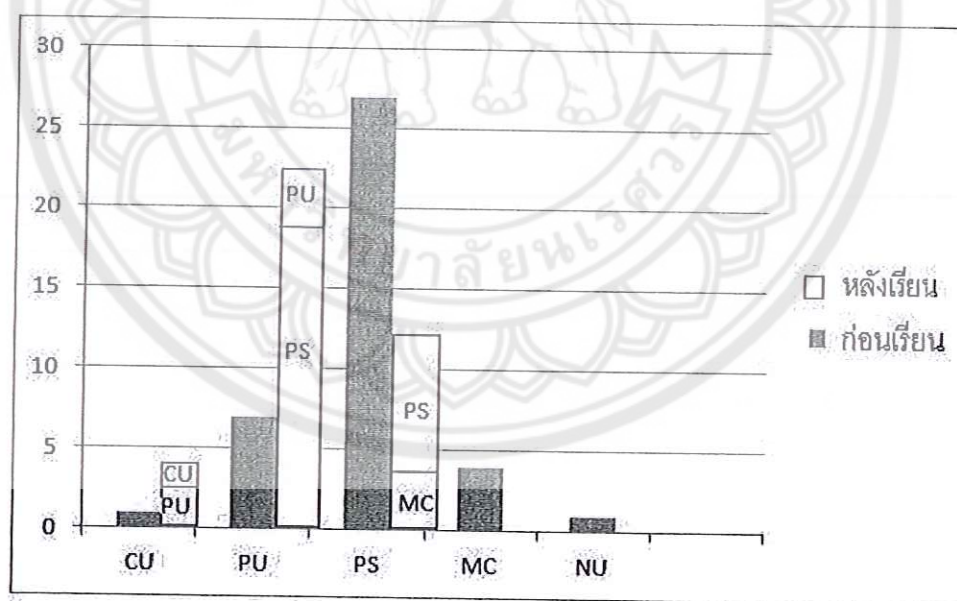
หลังการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 30.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 ไม่พบนักเรียนในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจในมิติ และ (MC)

สรุปได้ว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนคติจำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 100.0

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจโนมตี ข้อที่ 16 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ความเข้าใจโนมตีก่อน การจัดการเรียนรู้			การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจ มโนมตีหลังการจัดการเรียนรู้ (*)					จำนวนนักเรียน ที่เปลี่ยนแปลง
ระดับ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	(CU)	(PU)	(PS)	(MC)	(NU)	มโนมตี(คน)
(CU)	1	2.5	1	0	0	0	0	0
(PU)	7	17.5	3	4	0	0	0	3
(PS)	27	67.5	0	19	8	0	0	19
(MC)	4	10	0	0	4	0	0	4
(NU)	1	2.5	0	0	0	0	1	0
		จำนวนคน	4	23	12	0	1	26
รวม		ร้อยละ	10	57.5	30	0	2.5	65

(*) จะเป็นการแสดงผลการเปลี่ยนแปลงมโนมตี ว่า เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับใดบ้างใน 5 ระดับ



ภาพ 25 กราฟผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจโนมตี ข้อที่ 16 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมโนคติ ข้อที่ 16 เมื่อเรากดจากต้นไม้ลงมากกระทบพื้นดินจะรู้สึกเจ็บนั้นอาจอธิบายได้ด้วยกฎทางฟิสิกส์ต่อไปนี้คือ วัตถุในมโนคติ เรื่อง กฎข้อที่สามของนิวตัน ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจในมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 67.5 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจในมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจในมโนคติ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5

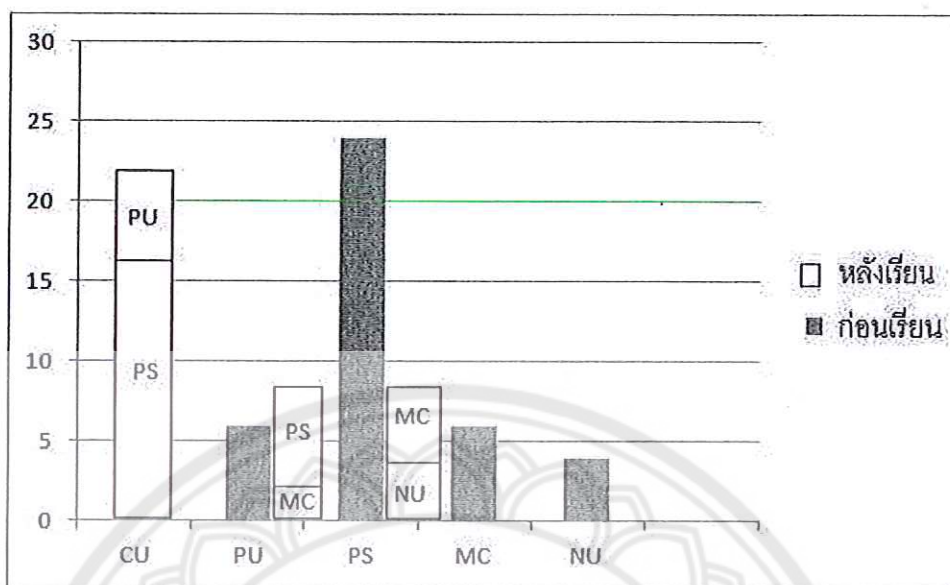
หลังการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจในมโนคติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมโนคติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 30.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมโนคติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 30.0 ไม่นักเรียนในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจในมโนคติ และ (MC)

สรุปได้ว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนคติจำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 65.0

ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมโนคติ ข้อที่ 17 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ความเข้าใจในมโนคติก่อน การจัดการเรียนรู้			การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจ มโนคติหลังการจัดการเรียนรู้ (*)					จำนวนนักเรียน ที่เปลี่ยนแปลง
ระดับ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	(CU)	(PU)	(PS)	(MC)	(NU)	มโนคติ(คน)
(CU)	0	0	0	0	0	0	0	0
(PU)	6	15	6	0	0	0	0	6
(PS)	24	60	16	8	0	0	0	24
(MC)	6	15	0	1	5	0	0	6
(NU)	4	10	0	0	4	0	0	4
จำนวนคน			22	9	9	0	0	40
รวม		ร้อยละ	55	22.5	22.5	0	0	100

(*) จะเป็นการแสดงผลการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ว่า เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับใดบ้างใน 5 ระดับ



ภาพ 26 กราฟผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจโนมตี ข้อที่ 17 ก่อนและหลัง
การจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจโนมตีข้อที่ 17 รถโดยสารคันหนึ่งลากรถพ่วง
อีก 2 คัน ถ้าไม่คิดแรงเสียดทานจงหาว่าแรงดึงระหว่างหัวรถจักรกับรถพ่วงคันแรกจะมีค่าเป็นกี่เท่า
ของแรงดึงระหว่างรถพ่วงคันแรกกับคันที่สอง วัดมโนมตี เรื่อง ของกฎข้อที่สามของนิวตัน

ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนมตีในระดับ (CU) ความเข้าใจ
มโนมตีที่ระดับสมบูรณ์อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนมตีที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน
6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจมโนมตีเพียงบางส่วน และมีมโนมตี
ที่ผิดพลาด จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60.0 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจมโนมตีในระดับ
ที่คลาดเคลื่อน จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.0 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน
ความไม่เข้าใจมโนมตี จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0

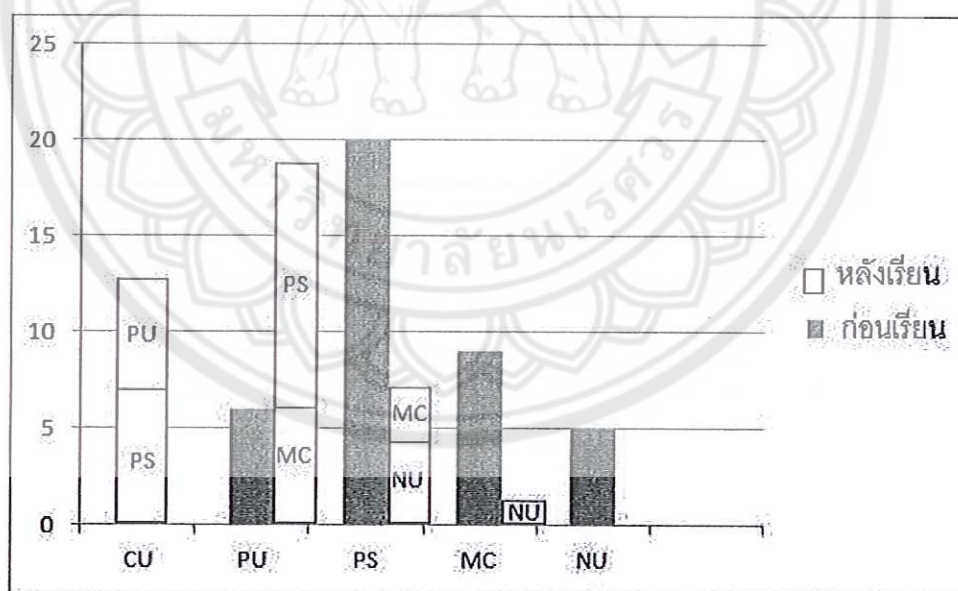
หลังการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนมตีในระดับ (CU) ความเข้าใจมโนมตี
ที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 55.0 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจมโนมตี
ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจ
มโนมตีเพียงบางส่วนและมีมโนมตีที่ผิดพลาด จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.5 ไม่นักเรียน
ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจมโนมตี และ (MC)

สรุปได้ว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนมตีจำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 100.0

ตาราง 27 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 18 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ความเข้าใจในมิติก่อน การจัดการเรียนรู้			การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจ มโนคติหลังการจัดการเรียนรู้(*)					จำนวนนักเรียน ที่เปลี่ยนแปลง
ระดับ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	(CU)	(PU)	(PS)	(MC)	(NU)	มโนคติ(คน)
(CU)	0	0	0	0	0	0	0	0
(PU)	6	15	6	0	0	0	0	6
(PS)	20	50	7	13	0	0	0	20
(MC)	9	22.5	0	6	3	0	0	9
(NU)	5	12.5	0	0	4	1	0	4
		จำนวนคน	13	19	7	1	0	39
รวม		ร้อยละ	32.5	47.5	17.5	2.5	0	97.5

(*) จะเป็นการแสดงผลการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ว่า เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับใดบ้างใน 5 ระดับ



ภาพ 27 กราฟผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 18 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

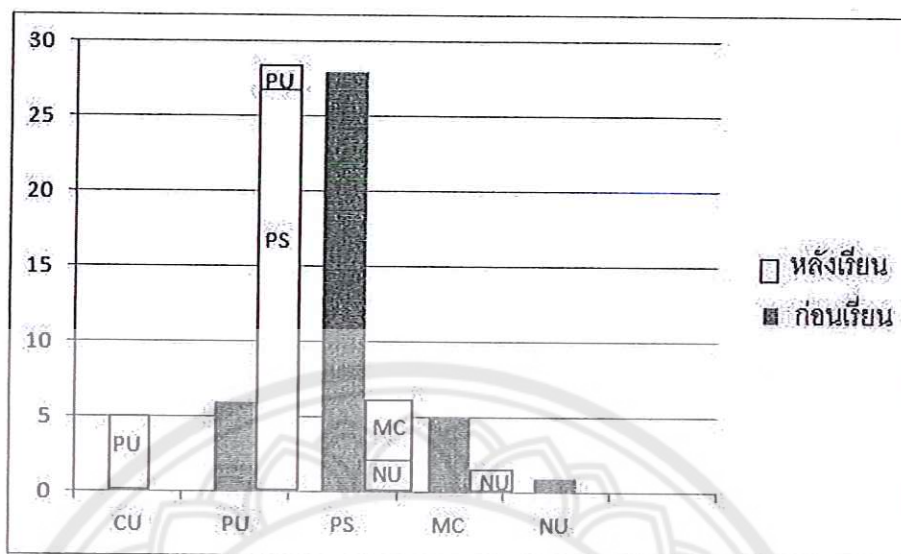
5)

สรุปได้ว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนคติจำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 97.5

ตาราง 28 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 19 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ความเข้าใจในมิตีก่อน การจัดการเรียนรู้			การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจ มโนคติหลังการจัดการเรียนรู้(*)					จำนวนนักเรียน ที่เปลี่ยนแปลง
ระดับ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	(CU)	(PU)	(PS)	(MC)	(NU)	มโนคติ(คน)
(CU)	0	0	0	0	0	0	0	0
(PU)	6	15	5	1	0	0	0	5
(PS)	28	70	0	28	0	0	0	28
(MC)	5	12.5	0	0	5	0	0	5
(NU)	1	2.5	0	0	1	1	0	1
จำนวนคน			5	29	6	1	0	39
ร้อยละ			12.5	72.5	15	2.5	0	97.5

(*) จะเป็นการแสดงผลการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ว่า เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับใดบ้างใน 5 ระดับ



ภาพ 28 กราฟผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจโมเมนต์ ข้อที่ 19 ก่อนและหลัง
การจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจโมเมนต์ข้อที่ 19 ข้อใดอธิบายความหมายของแรงดึงดูดระหว่างมวลได้ถูกต้อง วัดมโนคติ เรื่อง แรงดึงดูดระหว่างมวล

ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจโมเมนต์ที่ระดับสมบูรณ์อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจโมเมนต์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจโมเมนต์เพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 70.0 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจโมเมนต์ในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจโมเมนต์ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5

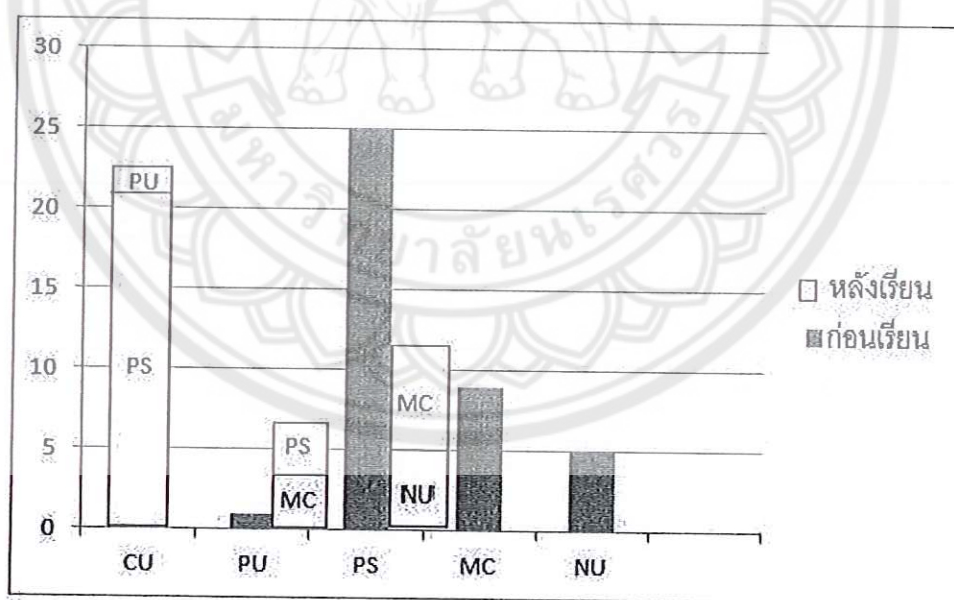
หลังการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจโมเมนต์ที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจโมเมนต์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 70.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจโมเมนต์เพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.0 พบนักเรียนในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจโมเมนต์ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 และ (MC)

สรุปได้ว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนคติจำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 97.5

ตาราง 29 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 20 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ความเข้าใจในมิติก่อน การจัดการเรียนรู้			การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจ มโนคติหลังการจัดการเรียนรู้(*)					จำนวนนักเรียน ที่เปลี่ยนแปลง
ระดับ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	(CU)	(PU)	(PS)	(MC)	(NU)	มโนคติ(คน)
(CU)	0	0	0	0	0	0	0	0
(PU)	1	2.5	1	0	0	0	0	1
(PS)	25	62.5	22	3	0	0	0	25
(MC)	9	22.5	0	3	6	0	0	9
(NU)	5	12.5	0	0	5	0	0	5
		จำนวนคน	23	6	11	0	0	40
รวม		ร้อยละ	57.5	15	27.5	0	0	100

(*) จะเป็นการแสดงผลการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ว่า เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับใดบ้างใน 5 ระดับ



ภาพ 29 กราฟผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 20 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 20 วัดสองก่อน มีมวลขนาด m1 และ m2 กิโลกรัม ตามลำดับซึ่งว่าห่างกันที่ระยะ x เมตร วัตถุทั้งสองจะมีแรงดึงดูดกันหรือไม่อย่างไร วัดในมิติ เรื่อง แรงดึงดูดระหว่างมวล

ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบูรณ์อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วน และมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 62.5 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.5 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจในมิติ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5

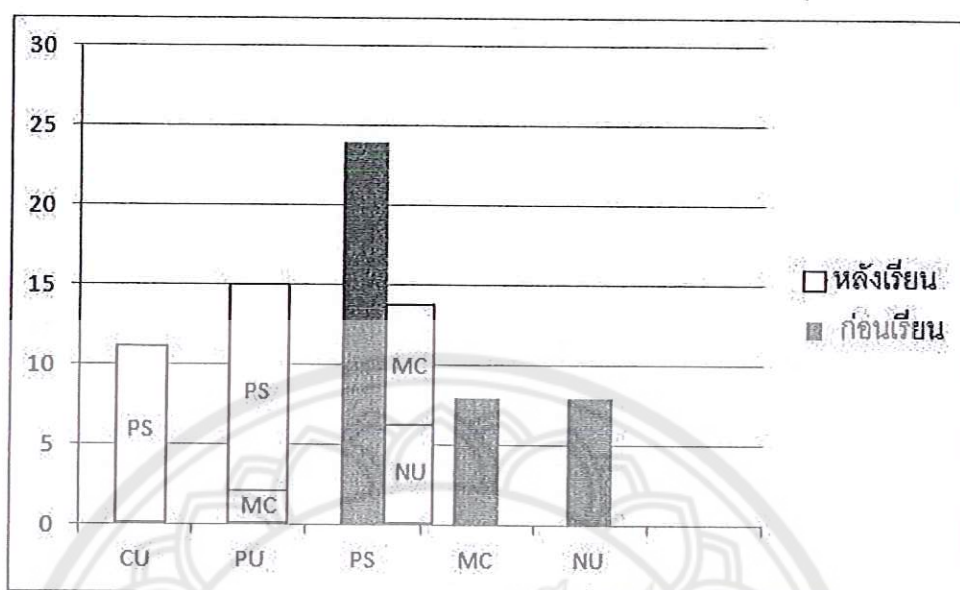
หลังการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจในมิติที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 57.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15.0 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจในมิติเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 27.5 ไม่นักเรียนในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจในมิติ และ (MC)

สรุปได้ว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนคติจำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 100.0

ตาราง 30 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจในมิติ ข้อที่ 21 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ความเข้าใจในมิติก่อน การจัดการเรียนรู้			การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจ มโนคติหลังการจัดการเรียนรู้ (*)					จำนวนนักเรียน ที่เปลี่ยนแปลง
ระดับ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	(CU)	(PU)	(PS)	(MC)	(NU)	มโนคติ(คน)
(CU)	0	0	0	0	0	0	0	0
(PU)	0	0	0	0	0	0	0	0
(PS)	24	60	11	13	0	0	0	24
(MC)	8	20	0	2	6	0	0	8
(NU)	8	20	0	0	8	0	0	8
จำนวนคน			11	15	14	0	0	40
รวม		ร้อยละ	27.5	37.5	35	0	0	100

(*) จะเป็นการแสดงผลการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ว่า เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับใดบ้างใน 5 ระดับ



ภาพ 30 กราฟผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจโมเมนต์ ข้อที่ 21 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจโมเมนต์ ข้อที่ 21 ยิ่งสูงจากผิวโลกขึ้นไปค่าของแรงโน้มถ่วงของโลกยิ่งน้อยลง จงหาว่าดาวเทียมที่โคจรรอบโลก ดวงที่อยู่สูงกับดวงที่อยู่ต่ำ ดวงไหนจะเคลื่อนที่ในเชิงเส้นเร็วกว่ากัน วัดมโนคติ เรื่อง แรงดึงดูดระหว่างมวล

ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ไม่พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจโมเมนต์ที่ระดับสมบูรณ์ไม่พบนักเรียนอยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจโมเมนต์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจโมเมนต์เพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60.0 อยู่ในระดับ (MC) แทน ความเข้าใจโมเมนต์ในระดับที่คลาดเคลื่อน จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 และพบนักเรียนอยู่ในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจโมเมนต์ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0

หลังการจัดการเรียนรู้ พบนักเรียนมีระดับมโนคติในระดับ (CU) ความเข้าใจโมเมนต์ที่ระดับสมบูรณ์ จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 27.5 อยู่ในระดับ (PU) แทน ความเข้าใจโมเมนต์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 37.5 อยู่ในระดับ (PS) แทน ความเข้าใจโมเมนต์เพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาด จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 35.0 ไม่นักเรียนในระดับ (NU) แทน ความไม่เข้าใจโมเมนต์ และ (MC)

สรุปได้ว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนคติจำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 100.0