

500.907
C. 476
1.3

ผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยใช้อุปกรณ์ทดแทนกับอุปกรณ์แบบของ สสวท.
เรื่องโลกและดวงดาว กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ปริญญานิพนธ์
ของ
สกุลรัตน์ พ่วงเกษ

20 เม.ย. 2535

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กุมภาพันธ์ 2529
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

177291

177291

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำวันนี้และคณะกรรมการสอบไล่พิจารณาวิทยานิพนธ์
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาตามบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

.....
.....

.....กรรมการ

.....
.....

.....กรรมการ

.....กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพมูลย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิราภรณ์ บุญส่ง อาจารย์ ดร.จุติมา วัณณะคีรี และรองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำตลอดทั้งการแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่ง และอาจารย์ ดร.เสาวลักษณ์ รตนวิรัช ที่กรุณาแก้ไข บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์อำนาจ แก้วกังวาล หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์และ วิทยาศาสตร์ทั่วไป วิทยาลัยครูเพชรบุรี ที่ได้ให้คำแนะนำและความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ในด้านข้อมูลวิชาการศาสตร์ การสร้างอุปกรณ์ทดแทนและการถ่ายภาพอุปกรณ์ และ ขอขอบคุณอาจารย์สมบูรณ์ ขจรเคชะศักดิ์ คุณมานิต รักพานิชแสง และนักศึกษา วิทยาลัยครูเพชรบุรี ที่ได้ให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งในการสร้างอุปกรณ์ทดแทน

ขอขอบคุณอาจารย์วิทยา นาคอินทร์ หัวหน้าศูนย์คอมพิวเตอร์ วิทยาลัยครู เพชรบุรี อาจารย์วันนา นัทธี อาจารย์สมชัย แก้วศิริรัตน์ และเจ้าหน้าที่ศูนย์ คอมพิวเตอร์วิทยาลัยครูเพชรบุรี ที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการคำนวณผลข้อมูล อย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณอาจารย์ณรงค์ อนุศรี อาจารย์บุญล้อม สุธุทธิ อาจารย์โรงเรียน พรหมานุสรณ์ อาจารย์เบญจวรรณ หอสกุล อาจารย์รัมภา อินทร์พุ่ม อาจารย์สำรวย ชุมแอน อาจารย์โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทดลองสอนอย่าง คี้อย่างดี และขอขอบใจนักเรียนของโรงเรียนทั้งสองที่ได้ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้เป็น อย่างดี

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือมาโดยตลอดจาก อาจารย์จินตนา แสงชูโรจน์ อาจารย์เปี่ยม แก้วสวัสดิ์ อาจารย์อำนาจ ขำปรารักษ์ และอาจารย์นิติ กลิ่นงาม วิทยาลัยครูเพชรบุรี ผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

สุฤตคัน พวงเคซ

สารบัญ

บทที่	หน้า		
1		บทนำ	1
		ภูมิหลัง	1
		ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	5
		ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
		ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
		นิยามศัพท์เฉพาะ	7
		สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	8
2		เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
		เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์	10
		เอกสารที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์การสอน	22
		เอกสารที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ทดแทน	32
		งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและการใช้อุปกรณ์	45
3		วิธีดำเนินการทดลอง	50
		ประชากร	50
		กลุ่มตัวอย่าง	50
		เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง	50
		ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง	51
		เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	51
		แผนดำเนินการทดลอง	62
		วิธีดำเนินการทดลอง	62
		การวิเคราะห์ข้อมูล	64

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	65
การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนจากการสอนโดยใช้ อุปกรณ์ทดแทนกับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอน โดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.	65
การศึกษาพัฒนาการทางค่านิยมสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้ อุปกรณ์ทดแทน และนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ แบบของ สสวท.	67
การเปรียบเทียบผลการเรียนในการสอบย่อยวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนจากการสอนโดยใช้ อุปกรณ์ทดแทนกับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนโดยใช้ อุปกรณ์แบบของ สสวท.	69
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	75
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	75
สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า	75
วิธีดำเนินการทดลอง	76
การวิเคราะห์ข้อมูล	77
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	78
อภิปรายผล	78
ข้อเสนอแนะทั่วไป	83
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย	84
บรรณานุกรม	86
ภาคผนวก	93

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 คำสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	66
2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	67
3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนเรียนและหลังเรียนของคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของกลุ่มทดลอง	68
4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนเรียนและหลังเรียนของคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของกลุ่มควบคุม	69
5 ผลการเปรียบเทียบพัฒนาการทางก้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	70
6 ผลการทดสอบสัปดาห์ผ่านเกณฑ์ในการสอบย่อยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1	71
7 ผลการทดสอบสัปดาห์ผ่านเกณฑ์ในการสอบย่อยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2	71
8 ผลการทดสอบสัปดาห์ผ่านเกณฑ์ในการสอบย่อยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3	72
9 ผลการทดสอบสัปดาห์ผ่านเกณฑ์ในการสอบย่อยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4	73
10 ผลการทดสอบสัปดาห์ผ่านเกณฑ์ในการสอบย่อยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 5	74

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	การสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนและการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.	7
2	การอุปมาอุปไมยเพื่อจริงไปเป็นหลักการหรือกฎ	15
3	การสร้างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	16
4	ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	17
5	ลำดับขั้นในการสร้างอุปกรณ์ทดแทน	53

บทที่ ๑

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาประเทศ โดยเฉพาะแต่ในด้าน เศรษฐกิจ สังคม ความเจริญทั่วไป และความมั่นคงปลอดภัยของประเทศเท่านั้น แต่ที่สำคัญที่สุดคือ การพัฒนาคน การผลิตพลเมืองที่ดี มีคุณภาพ พลเมืองจะมีคุณภาพ เพียงใดขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการจัดการศึกษา

การจัดการศึกษาของประเทศหรือสังคมใด จะดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ได้ ต้องอาศัยการจัดหลักสูตรเป็นพื้นฐาน ทั้งนี้เพราะในหลักสูตรได้รวบรวมมวล ประสิทธิภาพที่สถานศึกษาจัดให้กับผู้เรียนทั้งในประสบการณ์ในห้องเรียนและนอก ห้องเรียน (คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 1) จึงถือว่าหลักสูตรเป็นตัวจักรสำคัญที่จะทำให้จุดมุ่ง หมายของการศึกษาสัมฤทธิ์ผล หลักสูตรที่มีคุณภาพดีควร เป็นหลักสูตรที่สามารถพัฒนาให้ ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถ และเจตคติที่จะนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อตนเองและ สังคม เมื่อสังคมมีการเปลี่ยนแปลง หลักสูตรจึงต้องเปลี่ยนแปลงไปตามไปด้วย เพื่อให้สอดคล้อง กับความก้าวหน้าของสังคม เศรษฐกิจ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (สุมิตร คุณากร 2520 : 10)

วิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนา ประเทศ เพราะวิทยาศาสตร์จะช่วยทั้งการปรับปรุงคุณภาพชีวิต และการพัฒนาบุคคลให้ เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และสามารถนำความรู้ไปแก้ ปัญหาในชีวิตได้เป็นอย่างดี (สุนันท์ สังข์ทอง 2523 : 337)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้พัฒนา หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้นักเรียนได้รู้จักคิด

อย่างมีเหตุผล สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะให้เกิดผลดังกล่าวนั้น ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางค่านิยมท่าที กระบวนการเรียนการสอน การวัดผลประเมินผล ที่แตกต่างไปจากหลักสูตรเก่า (พ.ศ. 2503) และทำให้มีผลกระทบต่องานของครูวิทยาศาสตร์เป็นอันมาก ครูวิทยาศาสตร์จะต้องปรับตัวให้เข้ากับหลักสูตรใหม่ และเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้ถ่ายทอดข้อเท็จจริงมาเป็นผู้แนะแนวทาง ให้นักเรียนได้รู้จักใช้กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล (นিকা สะเพียรชัย 2520 : 3) อันจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในข้อสรุปหรือกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการใช้เครื่องมือ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคิดอย่างมีเหตุผล ได้รับการปลูกฝังเจตคติ และความสนใจต่อวิทยาศาสตร์ (ธีระชัย บุรณโชติ 2516 : 43) ด้วยเหตุนี้ วิธีการสอนที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เห็นว่าเหมาะสมที่จะนำมาใช้เพื่อนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้ ก็คือ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry method) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2520 : 1)

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนวิธีหนึ่งที่มีมุ่งให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง การสอนโดยวิธีนี้มีกิจกรรมที่สำคัญคือ การทดลอง และการอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียน

การอภิปราย เป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง ถ้าผู้สอนรู้จักแนะแนวทางในจังหวะที่เหมาะสมแล้ว จะช่วยฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง แสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นในแง่ของเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ และมุ่งมั่น ส่วนการทดลองนั้นถือว่าเป็นหัวใจของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เพราะจะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกผู้เรียนในแง่ของทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาเชื่อว่าเป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้ (คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 116)

เนื่องจากการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีการทดลอง จึงต้องมีเครื่องมือทดลอง ตลอดจนวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เพียงพอ และครูผู้สอนจะต้องเข้าใจหลักการ เทคนิคการผลิต และการใช้อุปกรณ์เหล่านั้นอย่างมีประสิทธิภาพ จึงจะทำให้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ผลสมความมุ่งหมาย (โฆ สาสีฉัน 2523 : 1) เพราะอุปกรณ์การทดลองจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย รวดเร็วทำให้บทเรียนเป็นที่น่าสนใจ (เจริญ บุญญวัฒน์ 2511 : 26) ทั้งยังเป็นเครื่องมือให้นักเรียนได้ฝึกทักษะต่าง ๆ เช่น การสังเกต การควบคุมตัวแปร การบันทึกข้อมูล การอภิปรายร่วมกับครูและเพื่อนในชั้นเรียน รวมทั้งการสรุป เหล่านี้เป็นต้น ซึ่งจะน่านักเรียนไปสู่แนวคิดและหลักการที่สำคัญของบทเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2520 : 2)

อย่างไรก็ตาม การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนส่วนใหญ่ของประเทศยังไม่บรรลุผลตามความมุ่งหมายเท่าที่ควร ปัญหาและอุปสรรคสำคัญประการหนึ่งเนื่องมาจากอุปกรณ์การทดลอง เป็นต้นว่า การขาดแคลนอุปกรณ์ อุปกรณ์ทดลองไม่ได้ผล (สาขาวิจัยและประเมินผล สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2522 : 18 - 29 ชนิตรา สิทธิใส 2523 : 93, 96) และจากการติดตามผลการใช้หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2523 : 28 - 29, 16 - 17) ได้พบปัญหาในด้านอุปกรณ์การทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับปัญหาที่พบจากการสำรวจปัญหาและความต้องการ สื่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของ สิริพร จันทวรรณ (สิริพร จันทวรรณ 2524 : 108 - 109) นั่นคือ อุปกรณ์การทดลองวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพที่โรงเรียนมีใช้อยู่ เป็นอุปกรณ์ที่ชำรุดง่าย มีปัญหาในการซ่อม มีไม่เพียงพอกับการเรียนการสอน โรงเรียนบางแห่งไม่มีงบประมาณในการจัดซื้อ การขนส่งอุปกรณ์ล่าช้า ไม่ทันต่อการเรียนการสอน ไม่มีอุปกรณ์ในบางบทเรียน อุปกรณ์การทดลองบางเรื่องนำไปสู่แนวคิดและสรุปหลักการได้ยาก อุปกรณ์บางการทดลองใช้ไม่ได้ผล

วิธีหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาอันเนื่องมาจากอุปสรรคการทดลองดังกล่าวก็คือ การผลิตอุปกรณ์อย่างง่ายโดยใช้วัสดุในท้องถิ่น วัสดุเหลือใช้ หรือวัสดุราคาถูก ครูจะต้องเป็นผู้ผลิตอุปกรณ์หรือร่วมมือกับนักเรียนในการผลิตอุปกรณ์ ทดแทนอุปกรณ์ที่จะต้องซื้อ การที่นักเรียนได้สร้างอุปกรณ์ด้วยตนเอง นอกจากจะช่วยให้มีอุปกรณ์พอเพียงในการเรียนแล้ว ยังจะช่วยทำให้นักเรียนเกิดความรู้ที่กว้างขวางลึกซึ้ง ช่วยให้เกิดความเข้าใจในบทเรียนได้อย่างดี และมองเห็นคุณค่าของวัสดุในท้องถิ่นของตน (Sharma, 1982 : 262 - 263) และการที่ครูได้ผลิตอุปกรณ์ขึ้นเองนั้น จะช่วยประหยัดงบประมาณ การซื้ออุปกรณ์ลงได้มาก และเหมาะสมกับบทเรียนที่สอนมากกว่าอุปกรณ์ที่จัดซื้อมา เพราะครูผู้ออกแบบสร้างอุปกรณ์ย่อมทราบว่า ตนเองต้องการใช้ในเรื่องใดอย่างไร จึงสามารถออกแบบอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับวิธีสอนของตนเองได้ดีที่สุด (ชงชัย ชิวปรีชา และคนอื่น ๆ 2526 : 209)

นอกจากนี้ หน่วยงานและบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา เช่น มหาวิทยาลัย วิทยาลัยครู ศึกษานิเทศ ควรจัดให้มีโครงการบริการทางวิชาการ เกี่ยวกับการสร้าง และผลิตอุปกรณ์วิทยาศาสตร์จากวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น จากวัสดุเหลือใช้ ตลอดจนวัสดุราคาถูก และวิธีการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อประโยชน์แก่ครูประจำการ (โฆ ลาสินัน 2523 : 2) ในฐานะที่ผู้วิจัยเป็นผู้หนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการบริการทางวิชาการแก่ครูประจำการวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา จึงสนใจที่จะศึกษาการใช้ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ครูหรือนักเรียนผลิตขึ้นเองเพื่อทดแทนอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยคำนึงถึงการใช้วัสดุที่ได้เปล่า วัสดุราคาถูก หรือวัสดุที่มีในท้องถิ่นที่หาได้ง่าย ใช้สะดวก ปลอดภัย นำไปสู่ข้อสรุปหรือหลักการได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ ให้ผลถูกต้อง เพียงตรง เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน มีความคงทนถาวร ไม่ต้องใช้เวลามากในการสร้าง ประหยัดรายจ่าย ชำรุดแล้วซ่อมเองได้ และเก็บรักษาง่าย ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ว่าเมื่อสิ้นสุดการเรียนแต่ละหน่วยและทุกหน่วยแล้ว จะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. หรือไม่ และมีพัฒนาการ

ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นอย่างไร ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดหาคัดแปลง และผลิตอุปกรณ์ทดแทนให้กับครูประจำการ และก่อนประจำการ อันจะช่วยเสริมให้การ พัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ระหว่างนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน กับนักเรียนที่เรียนจากการสอน โดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพของนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน และนักเรียนที่เรียน จากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.
3. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนในการสอบย่อยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ระหว่างนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน กับนักเรียนที่เรียนจากการสอน โดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลการวิจัยครั้งนี้จะชี้ให้เห็นในด้านต่อไปนี้

1. ในด้านที่เกี่ยวข้องกับครู
 - 1.1 ครูจะสามารถนำอุปกรณ์ทดแทนไปใช้ประกอบในการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด
 - 1.2 จะเป็นการเสริมสร้างสมรรถภาพของครูในด้านการจัดหา คัดแปลง และผลิตอุปกรณ์ทดแทน
2. ในด้านที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน

การใช้อุปกรณ์ทดแทนในการเรียนนั้น จะช่วยให้ นักเรียนเกิดการ เรียนรู้ ในวิชาวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

3. ในค่านูที่เกี่ยวของ
จะเป็นแนวทางแกผูที่เกี่ยวของกับการสอนในคานการจิดหา คัดแปลง
หรือผลิอุดปรณการสอณาวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาอื่น ๆ

ขอบเขตของการศึกษาคนควา

1. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพรหมานุสรณ์
จังหวัดเพชรบุรี ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ จำนวน 80 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่ม
ทดลอง 40 คน กลุ่มควบคุม 40 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ

การสอนโดยใช้อุปกรณ์ ซึ่งจำแนกเป็น

2.1.1 การสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน

2.1.2 การสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.

2.2 ตัวแปรตาม คือ

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ

2.2.2 ผลการเรียนรู้ในการสอบย่อยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ

2.3 ตัวแปรร่วม คือ คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (ว.015)

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2527

3. ระยะเวลาในการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มใช้เวลาในการทดลองสอนกลุ่มละ 22 คาบ คาบละ
50 นาที การทดลองกระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2527

4. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง
โลกและดวงดาว ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 โดยแบ่งเนื้อหา
ออกเป็น 5 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

- 4.1 โลก : คาวเคราะห์บ้านของเรา
- 4.2 ดวงจันทร์ : บริวารของโลก
- 4.3 คาวเคราะห์ : เพื่อนบ้านของเรา
- 4.4 ดวงอาทิตย์ : ผู้ให้กำเนิดพลังงานแก่ชีวิต
- 4.5 ดาวฤกษ์ : ดวงดาวที่อยู่ไกลแสนไกล

นิยามศัพท์เฉพาะ

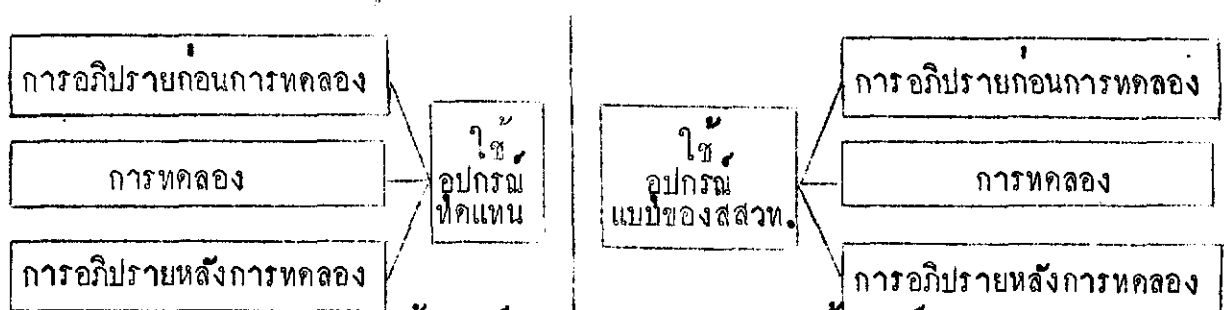
๑. อุปกรณ์ทดแทน หมายถึง อุปกรณ์ที่ครู หรือนักเรียน หรือสมาชิกในชุมชน สร้างขึ้นจากวัสดุเหลือใช้ วัสดุราคาถูก หรือวัสดุที่มีในท้องถิ่นประกอบการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อทดแทนอุปกรณ์ที่ต้องซื้อจากร้านขายอุปกรณ์วิทยาศาสตร์หรือเพื่อ ทดแทนอุปกรณ์แบบของ สสวท.

2. อุปกรณ์แบบของ สสวท. หมายถึง อุปกรณ์ที่สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ออกแบบและผลิตขึ้นเพื่อประกอบการ เรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์

3. การสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน หมายถึง การสอนที่ครูนำอุปกรณ์ทดแทน มาใช้ใน กิจกรรมประกอบการเรียนการสอน

4. การสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. หมายถึง การสอนที่ครูนำอุปกรณ์ แบบของ สสวท. มาใช้ใน กิจกรรมประกอบการเรียนการสอน

การสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนกับการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. เปรียบเทียบข้อแตกต่างโดยสรุปด้วยภาพประกอบ ๑ ใ้ดังนี้



ภาพประกอบ ๑ การสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนและการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.

5. แบบทดสอบรวม หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างตามตารางวิเคราะห์
หลักสูตรของเนื้อหาทั้งหมด
6. แบบทดสอบย่อย หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างตามจุดประสงค์การเรียนรู้
ของหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วย
7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนเมื่อสิ้นสุด
การเรียนรู้ทุกหน่วย ซึ่งได้จากคะแนนของนักเรียนที่สอบแบบทดสอบรวม
8. ผลการเรียนรู้ในการสอบย่อย หมายถึง ความสามารถของนักเรียนเมื่อ
สิ้นสุดการเรียนรู้แต่ละหน่วย ซึ่งได้จากคะแนนของนักเรียนที่สอบแบบทดสอบย่อย เมื่อ
เทียบกับเกณฑ์ว่า ผ่านเกณฑ์หรือไม่ผ่านเกณฑ์ ในการศึกษาครั้งนี้ ผลการเรียนรู้ใน
การสอบย่อยคือ จำนวนคนที่ผ่านเกณฑ์ในแต่ละกลุ่ม
9. พัฒนาการทางค่านิยมสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความก้าวหน้าทาง
การเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งดูจากผลต่างของคะแนนของนักเรียนที่สอบแบบทดสอบรวม
ก่อนเรียนและหลังเรียน
10. ผลการสอน หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการเรียนรู้ในการสอบย่อย
และ พัฒนาการทางค่านิยมสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์
กายภาพ เรื่องโลกและดวงดาว จากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน และจากการสอน
โดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียนที่เรียนจาก
การสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนและนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ
สสวท. แตกต่างกัน
2. พัฒนาการทางค่านิยมสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของ
นักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนสูงขึ้น

3. พัฒนาการทางค่านิยมสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. **สูงขึ้นไป**

4. สัดส่วนของผู้ผ่านเกณฑ์จากการสอบย่อยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน และนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. **แตกต่างกัน**

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า มีดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์การสอน
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ทดแทน
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการใช้อุปกรณ์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ความหมายของวิชาวิทยาศาสตร์

วิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมีความหมายถึง เนื้อหา (Content) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ (Product) ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการ (Process) ทางวิทยาศาสตร์ ดังที่ สุนันท์ สังข์อ่อง (สุนันท์ สังข์อ่อง 2523 : 338) ได้กล่าวถึงความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นวิชาที่ประกอบด้วยส่วนที่เป็นกระบวนการ (Process) และส่วนที่เป็นผลิตภัณฑ์ (Product) ส่วนที่เป็นกระบวนการนั้นหมายถึง เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes) และวิธีสืบเสาะหาความรู้ (Method of inquiry) จากกระบวนการนี้เองเป็นผลทำให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อันได้แก่ กฎ หลัก ทฤษฎีต่าง ๆ หรือเรียกว่า เป็นส่วนที่เป็นผลิตภัณฑ์ (Products)

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 2525 : 3) ได้ให้ความหมายว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยใช้

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความหมายว่า วิทยาศาสตร์นั้น ไม่ใช่ตัวความรู้วิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว แต่ยังประกอบด้วยกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งทำให้ได้รับรู้นั้น ๆ อีกด้วย และสมจิต สาชนไพบูลย์ (สมจิต สาชนไพบูลย์ 2526 : 2) ได้สรุปเกี่ยวกับความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า คำว่า วิทยาศาสตร์ในความหมายปัจจุบัน หมายถึง ส่วนที่เป็นตัวความรู้ (body of knowledge) ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการตรวจสอบอย่างมีระบบจนเป็นที่เชื่อถือได้ และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of scientific inquiry)

ความมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ได้มีผู้ให้แนวคิดเกี่ยวกับความมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้หลายท่าน เช่น คลอฟเฟอร์ (พิศาน สร้อยบุรุษ 2525 : 3 แปลมาจาก Klopfer. 1971) ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์แผนใหม่เน้นในเรื่องของลักษณะและโครงสร้างของวิทยาศาสตร์ กับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ กูดแลด (Goodlad. 1964 : 54) ที่กล่าวว่า ความมุ่งหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์แผนใหม่ก็คือ ต้องการเน้นให้เห็นถึงความสำคัญเกี่ยวกับความเข้าใจในโครงสร้างของวิชา ความมุ่งหมายและวิธีการของวิชานั้น ๆ รวมทั้งบทบาทของบุคคลต่าง ๆ ในอดีตที่มีผลให้วิทยาการรุ่งเรืองขึ้น ความมุ่งหมายที่สำคัญยิ่งคือ ต้องการให้นักเรียนได้มีโอกาสสำรวจ ค้นพบ และประจักษ์สิ่งต่าง ๆ หรือสร้างสรรค์เครื่องมืออันเหมาะสม สำหรับที่จะใช้ในการศึกษาวิชานั้น ๆ ด้วยความพึงพอใจ ทำนองเดียวกันกับที่นักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายกระทำอยู่

ส่วนชีระชัย บุรณโชติ (ชีระชัย บุรณโชติ 2516 : 32 - 33) ให้ความเห็น ว่า วิชาวิทยาศาสตร์มิได้เป็นแค่เพียงรายการของข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ที่จะให้ผู้เรียนรู้เท่านั้น สิ่งที่ควรมุ่งหวังให้เกิดในตัวผู้เรียนคือ ความเข้าใจในข้อสรุป

หรือหลักเกณฑ์ในทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในการใช้เครื่องมือ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคิดอย่างมีเหตุผลด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และปลูกฝังทัศนคติ ความสนใจ และความซามซึ่งต่อวิชาวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ นิตา สะเพียรชัย (นิตา สะเพียรชัย 2520 : 6 - 7) ได้กล่าวถึงความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เพื่อให้ การสอนวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงได้วางแนวทางเกี่ยวกับความมุ่งหมายของการสอน วิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ คือ

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย

และสภาพแวดล้อม

เมื่อพิจารณาความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์จากแนวความคิดดังกล่าว แล้ว เห็นได้ว่า จุดมุ่งหมายสำคัญในการสอนวิทยาศาสตร์เป็นแบบเดียวกัน คือ ต้องการ ให้ผู้เรียนได้มีความรู้ในเนื้อหาวิชา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวชนไพมูลย์ (สมจิต สวชนไพมูลย์ 2526 : 2 - 9) ได้กล่าวถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่คณะอนุกรรมการ พัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 2525 : 8 - 13) ได้กล่าวไว้ กล่าวโดย สรุปได้ ดังนี้

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก็คือ ส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไป
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้
ดำเนินการค้นคว้า ชีบเสาะ ตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นก็จะถูกรวบรวม
ไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งอาจจำแนกออกได้เป็น 6 ประเภท คือ

1. ข้อเท็จจริง
2. มโนคติ
3. หลักการ
4. กฎ
5. ทฤษฎี
6. สมมติฐาน

ข้อเท็จจริง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จะถูกจัดให้เป็นประเภทข้อเท็จจริง
นั้นได้แก่ ความรู้ที่ได้จากการสังเกตวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ
มีทั้งที่สามารถสังเกตได้โดยตรงและโดยทางอ้อม กรณีที่สังเกตโดยทางอ้อมอาจจำเป็นต้อง
ต้องมีอุปกรณ์ช่วยในการสังเกต หลักสำคัญของความรู้ประเภทนี้อีกประการหนึ่งก็คือ
ความรู้ที่จัดว่าเป็นข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นความจริงเสมอ ไม่ว่าจะถูก
ทดสอบกี่ครั้งก็ตามย่อมได้ผลเหมือนเดิม ตัวอย่างของความรู้ประเภทข้อเท็จจริง เช่น

1. น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ (สังเกตได้โดยตรง)
2. ส่วนประกอบของพืชได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอก และผล

(สังเกตได้โดยตรง)

3. สเปกตรัมของแสงอาทิตย์มี 7 สี คือ ม่วง คราม น้ำเงิน
เขียว เหลือง แสด แดง (สังเกตได้โดยใช้อุปกรณ์ช่วย)

มโนคติ หมายถึง ความคิดหลัก (main idea) ของคนเราที่มีต่อวัตถุ
เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ กล่าวคือ เมื่อเรดำเนินการแสวงหาความรู้

เกี่ยวกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ จะก่อให้เกิดการรับรู้ (Perception) สามารถแยกแยะความเหมือน ความแตกต่าง สรุปรวมลักษณะที่สำคัญ ๆ มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งนั้น ๆ สร้างเป็นความคิดหลัก ในรูปที่แสดงถึงความเข้าใจ ทำให้สามารถนำไปใช้ในการบรรยาย อธิบาย หรือพยากรณ์วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ที่เกี่ยวข้องได้ เช่น

1. แม่เหล็กมีอำนาจดูดสารแม่เหล็ก
2. สัตว์มีทั้งประโยชน์และโทษ
3. เนื้อ นม ไข่ ผัก ผลไม้ เป็นอาหารที่จำเป็นแก่ร่างกาย

หลักการ เป็นกลุ่มของมโนคติที่มีความสัมพันธ์กัน สามารถสรุปเป็นความรู้ ที่นำไปใช้เป็นหลักในการอ้างอิงและพยากรณ์เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้ ตัวอย่างของหลักการ เช่น

1. โลหะ เมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว

หลักการนี้ได้มาจากกลุ่มของมโนคติที่มีความสัมพันธ์กัน คือ

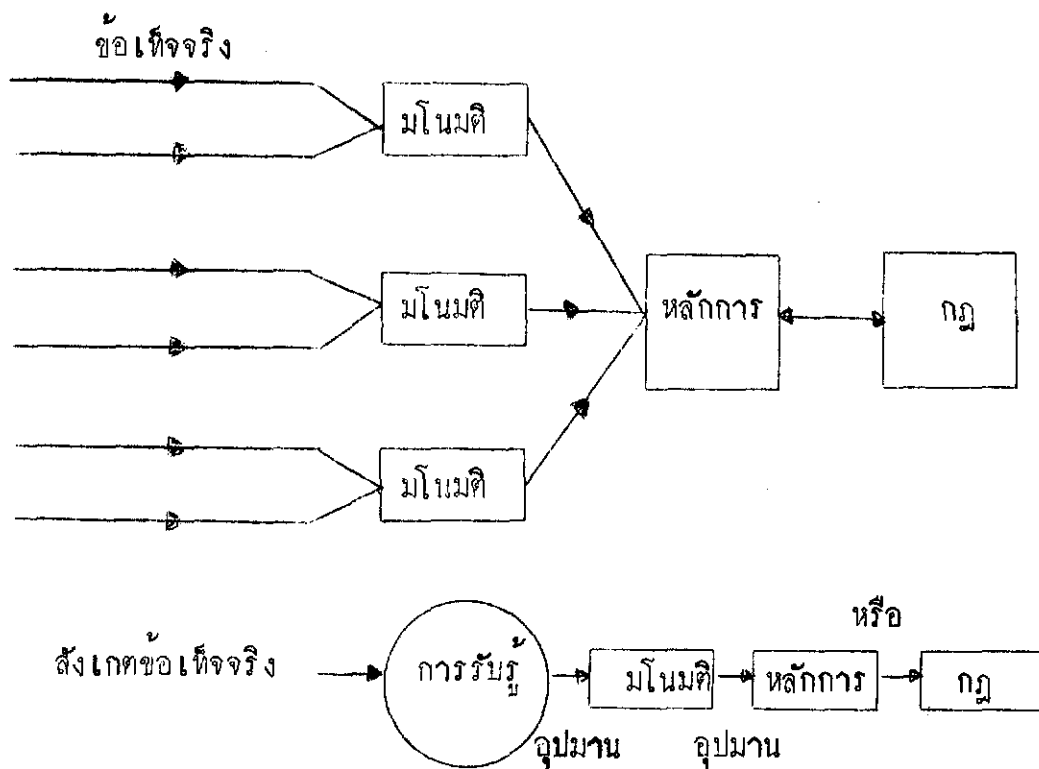
- 1.1 เหล็กเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว
- 1.2 ทองแดงเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว
- 1.3 อลูมิเนียมเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว

2. แสง เมื่อเดินทางผ่านตัวกลางต่างชนิดกันจะเกิดการหักเห

หลักการนี้ได้มาจากกลุ่มของมโนคติที่มีความสัมพันธ์กัน คือ

- 2.1 เมื่อแสงเดินทางผ่านอากาศไปสู่ น้ำ แสงจะหักเห
- 2.2 เมื่อแสงเดินทางผ่านอากาศไปสู่แก้ว แสงจะหักเห
- 2.3 เมื่อแสงเดินทางผ่านแก้วไปสู่ น้ำ แสงจะหักเห

กฎ กฎก็คือหลักการนั่นเอง แต่เป็นหลักการที่มีความสัมพันธ์ระหว่างเหตุ และผล และอาจเขียนสมการแทนได้ กฎส่วนใหญ่มาจากการอุปมานข้อเท็จจริง (Induction) โดยการนำข้อเท็จจริงทั้งหลายที่เกี่ยวข้องกันมารวมกันเป็นมโนคติ เป็นหลักการจนถึงยอมรับเป็นกฎ ดังภาพประกอบต่อไปนี้



ภาพประกอบ 2 การอุปมานข้อเท็จจริงไปเป็นหลักการหรือกฎ

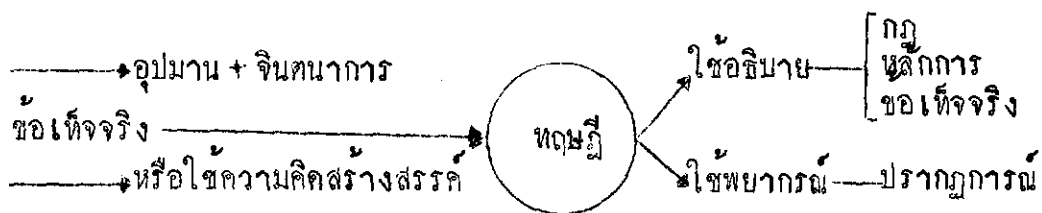
แต่มีบางกฎเช่นกันที่ได้มาโดยการอนุมาน (Deduction) จากทฤษฎี เช่น กฎของบอยล์ อนุมานมาจากทฤษฎีโมเลกุล ตัวอย่างของความรู้ประเภทกฎ เช่น

1. กฎของบอยล์ กล่าวว่า ปริมาตรของก๊าซจะเป็นปฏิภาคผกผันกับความดัน ถ้าอุณหภูมิคงที่
2. กฎสัดส่วนคงที่ กล่าวว่า อัตราส่วนระหว่างมวลสารของธาตุที่รวมกัน เป็นสารประกอบชนิดใดชนิดหนึ่งจะมีค่าคงที่เสมอ

ทฤษฎี เป็นข้อความที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นโดยการยอมรับกันทั่วไปในการที่จะใช้อธิบายกฎ หรือหลักการ และนำไปใช้พยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในขอบเขตของทฤษฎีนั้น ๆ เพราะลำพังตัวของกฎ หรือหลักการไม่สามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ของตัวเองได้ การสร้างทฤษฎี นักวิทยาศาสตร์จะต้องอาศัยข้อมูลที่รวบรวมไว้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ แล้วจึง

ใช้วิธีอุปมาน รวมกับการสร้างจินตนาการ เพื่อกำหนดข้อความที่จะนำไปอธิบายถึง ความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตาม บางครั้งนักวิทยาศาสตร์ ก็ไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลดังกล่าว แต่อาจอาศัยความคิดริเริ่มสร้างสรรค์สร้างทฤษฎี ขึ้นมา และเมื่อมีปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีนั้นเกิดขึ้น นักวิทยาศาสตร์ก็อาศัย ทฤษฎีนั้นอธิบาย กฎ หลักการ และข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องได้

การสร้างทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์พอจะสรุปเป็นภาพประกอบได้ดังนี้



ภาพประกอบ 3 การสร้างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์ในการยอมรับทฤษฎี ทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นนั้น ไม่ว่าจะ สร้างขึ้นโดยวิธีการใดก็ตาม การจะยอมรับว่าเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์นั้นจะขึ้น อยู่กับเกณฑ์ดังต่อไปนี้ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2526 : 7 อ้างอิงมาจากทวง มหาวิทยาลัย 2523 : 10)

1. ทฤษฎีนั้นจะต้องอธิบายกฎ หลักการและข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องนั้น ๆ ได้
2. ทฤษฎีนั้นจะต้องอนุมาน (deduction) ไปเป็นกฎหรือหลักการ บางอย่างได้

3. ทฤษฎีจะต้องทำนายปรากฏการณ์ที่อาจเกิดตามมาได้
ตัวอย่างทฤษฎี เช่น ทฤษฎีโมเลกุลของแมเฮลิก กล่าวว่า "สารแมเฮลิกทุกชนิดจะมี โมเลกุล ซึ่งมีอำนาจแมเฮลิกอยู่ แต่ละโมเลกุลนี้จะประกอบด้วยข้าวเหนียวและข้าวไร่ หากโมเลกุลแมเฮลิกเหล่านี้ เรียงตัวกันไม่เป็นระเบียบ อำนาจแมเฮลิกจะถูกทำลาย กันเองหมด เพราะข้าวเหนียวและข้าวไร่มีอำนาจคนละชนิด แต่ถ้าหากโมเลกุลแมเฮลิกนั้น

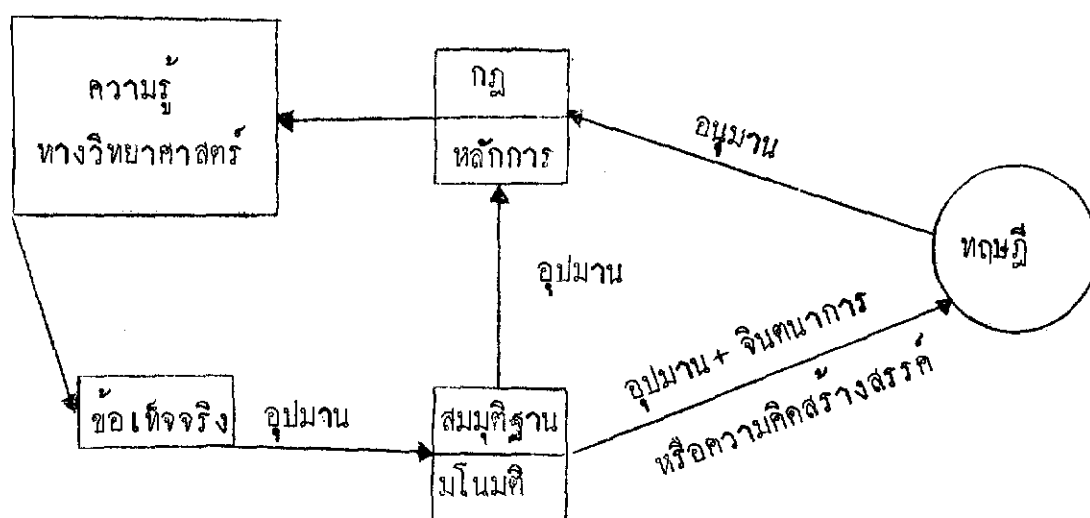
เรียงตัวกันเป็นระเบียบ ขั้วเหนือจะชี้ไปทางปลายหนึ่งของแท่งแม่เหล็ก ส่วนขั้วใต้ก็จะชี้ไปอีกปลายหนึ่ง จึงเกิดมีขั้วอิสระที่ปลายทั้งสองข้าง"

สมมติฐาน เป็นข้อความซึ่งนักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อคาดคะเนคำตอบของปัญหาล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง สมมติฐานจะเป็นที่ยอมรับหรือไม่ขึ้นอยู่กับหลักฐาน เหตุผล ที่จะสนับสนุนหรือคัดค้านทั้งทางตรงและทางอ้อม ตัวอย่างสมมติฐาน เช่น

1. ถ้าเพิ่มตัวละลาย จุดเดือดของสารละลายจะเพิ่มขึ้น
2. ถ้าเพิ่มปริมาณปุ๋ยให้กับพืชมากเกินไป พืชจะเฉาและตาย

ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อเท็จจริง มโนคติ สมมติฐาน หลักการ กฎ ทฤษฎี ทั้ง 6 ประเภทนี้ จะเห็นว่ามีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันเป็นอย่างยิ่ง ดังที่กล่าวแล้ว สรุปได้ในรูปของภาพประกอบ ดังนี้ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2526 : 9)



ภาพประกอบ 4 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดและการกระทำอย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริง หาคำตอบของปัญหาต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ธรรมชาติ และจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเรา วิธีการที่นิยมใช้ในกระบวนการแสวงหาความรู้ คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (สมจิต สวชนไพมูลย์ 2526 : 9)

สมสุข ชีระพิจิตร (สมสุข ชีระพิจิตร 2526 : 5) ได้กล่าวถึงกระบวนการแสวงหาความรู้และขั้นตอนในการแสวงหาความรู้ไว้ว่า กระบวนการในการหาความรู้ หรือหาคำตอบของปัญหามีขั้นตอนต่าง ๆ ในการหาความรู้ ขั้นตอนต่าง ๆ ที่ใช้นี้เรียกว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนักวิทยาศาสตร์มีความสนใจหรือพบเห็นปัญหาที่จะต้องค้นคว้าหาคำตอบหรือคำอธิบาย ขั้นแรกจะต้องกำหนดปัญหาแล้วตั้งสมมติฐานขึ้น จากนั้นจะต้องกำหนดวิธีการสังเกต หรือวิธีการทดลองเกี่ยวกับเรื่องราวนั้น ๆ แล้วทำการสังเกตหรือทดลอง จนได้ข้อเท็จจริงต่าง ๆ รวบรวมไว้เป็นผลสรุปของการทดลอง หรือคำตอบของปัญหา

การดำเนินการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์นี้ จะต้องอาศัยความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะในการสังเกต การวัด การคิดคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ การจำแนก การบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย การทำนาย การสรุปอ้างอิง การให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ การแปลความหมายข้อมูล และการสรุป การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร และทักษะในการทดลอง โดยนำเอาทักษะเหล่านี้ไปใช้ในแต่ละขั้นตอน ตามความต้องการและความเหมาะสม (สมสุข ชีระพิจิตร 2526 : 5)

อย่างไรก็ตาม การศึกษาหาความรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์จะได้ผลดีเพียงใดนั้นยังขึ้นอยู่กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของคนผู้นั้นอีกด้วย (สมสุข ชีระพิจิตร 2526 : 5 สุนันท์ สังข์ทอง 2523 : 338 - 339) และสมจิต สวชนไพมูลย์ 2526 : 11) ซึ่งได้แก่ ความละเอียดถี่ถ้วน มานะบากบั่นในการสังเกตหรือทดลอง การไม่เชื่อถือ

สิ่งที่ปรากฏจากข้อมูลนี้สนับสนุนอย่างเพียงพอ การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความรับผิดชอบและความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ความกระตือรือร้น ความอยากรู้อยากเห็น ในการที่จะศึกษาค้นคว้าให้กว้างขวาง ความซื่อสัตย์สุจริต และการยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ

จากคำกล่าวของนักการศึกษาชั้นต้นนี้ สรุปได้ว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการคิดและการกระทำอย่างมีระบบในการ ค้นคว้าหาข้อเท็จจริง หากความรู้ต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ธรรมชาติ และสถานการณ์ ที่อยู่รอบตัว อาจใช้ขั้นตอนในการดำเนินการแสวงหาความรู้ได้ 4 ขั้นตอน คือ กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทำการทดลองหรือพิสูจน์สมมติฐาน และสรุปผล วิธีการ ในการดำเนินการแสวงหาความรู้นี้ เรียกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการ วิทยาศาสตร์ (Scientific method) การดำเนินการแก้ปัญหาหรือค้นคว้า คำตอบโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จะต้องอาศัยความสามารถในการใช้ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จึงจะทำให้ บังเกิดผลดีในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ นั้น ๆ

จากข้อมูลที่ได้อ้างมานี้ เห็นได้ว่า การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น ต้องการให้ผู้เรียนได้รับทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างไม่มี ที่สิ้นสุด เป็นผู้ที่สามารถหาเหตุผล ช่างคิด และแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตได้ด้วยตนเอง นำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ไปใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพของชีวิตและสิ่งแวดล้อม และ ปรับตนเองให้อยู่ในสังคมที่เจริญไปด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เป็นอย่างดี

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้รับการปรับปรุงเพื่อให้สอดคล้อง กับวิวัฒนาการในค่านวิทยาศาสตร์ ซึ่งเจริญรุดหน้าอย่างรวดเร็วตลอดเวลา ตั้งแต่ปี

พ.ศ. 2513 โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้มีจุดมุ่งหมายที่จะเน้นการเรียนการสอนโดยผสมผสานภาคทฤษฎีและปฏิบัติเพื่อฝึกทักษะในการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถเสาะหาความรู้ได้ด้วยตนเอง เน้นให้เห็นคุณค่าของการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาประเทศให้รู้จักใช้และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2522 : 1 - 3)

จากจุดมุ่งหมายดังกล่าวนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เห็นว่า วิธีสอนที่เหมาะสมในการนำนักเรียนไปสู่จุดมุ่งหมายที่กำหนด คือ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2520 : 1)

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นี้ อาศัยกิจกรรมสำคัญคือ การทดลอง และการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียน นักเรียนต้องค้นคว้า หรือรวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติการทดลองแล้วนำมาสรุปเป็นข้อเท็จจริง หลักการ ทฤษฎี หรือกฎด้วยตนเอง ส่วนครูผู้สอนจะมีบทบาทในกระบวนการเรียนการสอนเนื้อหาที่มีการทดลอง 3 ขั้นตอน คือ (ประวิตร ชูศิลป์ 2524 : 5 - 6)

ตอนที่ 1 การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre - lab discussion)
ผู้สอนจะต้องพยายามเตรียมคำถามต่าง ๆ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด สงสัย หรือแนะแนวทางให้ผู้เรียนจะได้สืบเสาะหาคำตอบต่อไป ตลอดจนให้คำแนะนำต่าง ๆ ในการทำการทดลอง อาทิ ควรทำอะไรก่อนหรือไม่ควรทำอะไร รวมทั้งเตือนเรื่องความปลอดภัย เป็นต้น

ตอนที่ 2 การให้ผู้เรียนปฏิบัติการทดลอง (Experiment period)
ผู้สอนจะต้องคอยดูแล ให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้นสนับสนุน และเป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย

ตอนที่ 3 การอภิปรายภายหลังการทดลอง (Post - lab discussion)
ผู้สอนจะต้องเตรียมคำถามต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถไขข้อมูลหรือผลการทดลองที่รวบรวมได้ในตอนที่ 2 สรุปเป็น กฎ เกณฑ์ ทฤษฎี หรือ

หลักการต่าง ๆ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาด (Error) ของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ด้วย คำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนใช้ในตอนนี้ นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนสรุปผลการทดลองได้แล้ว ยังจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น มีแนวความคิดกว้างขวางยิ่งขึ้น และมองเห็นกระบวนการเรียนรู้ของนักวิทยาศาสตร์เรียนรู้เรื่องเหล่านั้นมาได้อย่างไรอีกด้วย

จากขั้นตอนของการสอน และบทบาทของผู้สอนและผู้เรียน เห็นได้ว่าวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ และได้รับการฝึกฝนในกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ ดังที่ เจ อาร์ ซุกแมน (Suchman, 1962 : 4) ได้กล่าวถึงผลของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากกว่าการเรียนแบบครูเป็นฝ่ายบอกให้หรือเรียนด้วยตนเองจากตำราทั้งหมด เนื่องจากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนมีอิสระที่จะรับความรู้ประสบการณ์ต่าง ๆ ไว้มากกว่า ผู้เรียนมีอิสระที่จะติดตามค้นคว้าหาความรู้และความเข้าใจให้เป็นไปตามความต้องการ ความอยากรู้อยากเห็นและเหมาะสมตามความสามารถของแต่ละคน

2. ช่วยเพิ่มแรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ให้ผู้เรียนได้อย่างสูง เพราะผู้เรียนจะรู้สึกสนุกสนานในการทำกิจกรรมด้วยตนเอง และโดยเฉพาะกิจกรรมเหล่านั้นได้ทำให้เขามีพัฒนาการในด้านความรู้ความคิดได้เป็นอย่างดี

3. หลักการหรือมโนคติต่าง ๆ ที่ได้จากการเรียนการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้จะมีความหมายต่อผู้เรียนมาก เพราะผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง ความรู้ความคิดและประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับจะฝังแน่นและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนเองไปได้นานที่สุด

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังที่ได้กล่าวแล้วว่า เพื่อให้ผู้เรียนได้รับทั้งความรู้และกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ นั้นอาศัยกิจกรรมสำคัญประการหนึ่งคือการทดลอง ผู้เรียนจะต้องค้นคว้าหรือรวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติการทดลอง แล้วนำไป

สรุปเป็นข้อเท็จจริง หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ ด้วยตนเอง การปฏิบัติการทำงานนั้น จำเป็นต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ ดังนั้นอุปกรณ์จึงเป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนการสอนเพื่อให้ บรรลุจุดมุ่งหมายเป็นอย่างดี ครูผู้สอนควรมีความรู้ความเข้าใจในคุณค่า หรือ ประโยชน์ของอุปกรณ์ วิธีการใช้อุปกรณ์ การเลือกอุปกรณ์ รวมทั้งมีความรู้ความสามารถ ในการคิดแปลง จัดทำ หรือผลิตอุปกรณ์ทดแทน เพื่อให้เหมาะสมสอดคล้องกับผู้เรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ และวิธีสอนของตนหรือเพื่อทดแทนอุปกรณ์การเรียนที่ชำรุด อันจะทำให้การทำงานคล่องตัวดำเนินไปด้วยดี

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์การสอน

ความหมายของอุปกรณ์การสอน

ได้มีผู้ให้ความหมายของอุปกรณ์การสอนไว้มากหลายความหมายด้วยกัน เช่น แฮสและแพคเกอร์ (Hass and Packer. 1955 : 18) ได้ให้ความหมาย ของอุปกรณ์การสอนว่า อุปกรณ์การสอนหมายถึง เครื่องมือชนิดหนึ่งที่ช่วยครูในการ ถ่ายทอดสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นความรู้ ความเข้าใจ ข้อเท็จจริง ทักษะ เจตคติ และความ ซาบซึ้งไปยังผู้เรียน ชอร์ (Shores. 1960 : 1) กล่าวว่าอุปกรณ์การสอน เป็นเครื่องมือช่วยสื่อความหมาย จัดโดยครู และนักเรียน เพื่อเสริมการเรียนรู้ เครื่องมือการสอนทุกชนิดเป็นอุปกรณ์การสอน เช่น หนังสือในห้องสมุด โสตทัศนวัสดุ ต่าง ๆ แผนที่ลูกโลก ของจริง ทรัพยากรจากชุมชน เป็นต้น ส่วนบราวน์และคนอื่น ๆ (Brown and other. 1973 : 2) ได้ให้ความหมายว่า อุปกรณ์การสอนได้แก่ อุปกรณ์ทั้งหลายที่สามารถช่วยเสนอความรู้ให้แก่ผู้เรียนจนเกิดผลการเรียนที่ดี ทั้งนี้ ไม่เฉพาะแต่สิ่งที่เป็นเครื่องมือเท่านั้น แต่รวมถึงกิจกรรมต่าง ๆ การศึกษานอกสถานที่ การแสดงบทบาทสมมติ การสาธิต การทดลอง เป็นต้น

นอกจากนี้ วรวิทย์ วสันตรากร และคนอื่น ๆ (วรวิทย์ วสันตรากร และคนอื่น ๆ 2510 : 1) ให้ความหมายว่า อุปกรณ์การสอนหมายถึง อุปกรณ์ทุกชนิดที่ครูนำมาช่วยในการสอน หรือในการศึกษาเพื่อทำให้การสอนหรือการศึกษาในเรื่องนั้น ๆ ใ้ผลดีที่สุดเท่าที่จะทำได้ และเป็นเครื่องมือของครูที่ใช้สำหรับช่วยให้นักเรียนเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ดีขึ้นและรวดเร็วขึ้น ส่วนชัยยงค์ พรหมวงศ์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2525 : 18, 33 - 41) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับสื่อการสอนสรุปได้ว่า สื่อการสอน หรือสื่อการเรียน หรือที่เรียกกันว่า อุปกรณ์การสอนนั้น ก็คือ วัสดุ อุปกรณ์ และ วิธีการสอนประกอบ วัสดุ หมายถึง สิ่งสิ้นเปลืองต่าง ๆ เช่น ชอล์ก รูปภาพ แผนที่ फिल्म ภาพยนต์ต่าง ๆ อุปกรณ์ หมายถึง สิ่งที่ยึดเหนี่ยว เช่น กระดานดำ โต๊ะ เก้าอี้ เครื่องบันทึกเสียง เครื่องฉายต่าง ๆ ส่วนวิธีการสอนประกอบ หมายถึง วิธีการใช้วัสดุ อุปกรณ์ และหมายรวมถึงการพัฒนาทักษะ การทดลอง และกิจกรรมต่าง ๆ ด้วย

จากแนวคิดและความหมายของอุปกรณ์การสอนดังกล่าว พอสรุปได้ว่า อุปกรณ์การสอน หมายถึง เครื่องมือประกอบการเรียนการสอน อาจเป็นวัสดุ เครื่องมือ กิจกรรม อุปกรณ์ หรือวิธีการต่าง ๆ ที่ครูนำมาใช้เพื่อให้การเรียนการสอนนั้นบรรลุวัตถุประสงค์

คุณค่าของอุปกรณ์การสอน

อุปกรณ์การสอนมีคุณค่าหรือให้ประโยชน์ต่อการเรียนการสอนหลายประการ ดังที่ วรวิทย์ วสันตรากร และคนอื่น ๆ (วรวิทย์ วสันตรากร และคนอื่น ๆ 2510 : 1) ได้กล่าวถึงคุณค่าของอุปกรณ์การสอนไว้ ดังนี้

1. ช่วยเราและดึงดูดความสนใจตลอดจนเร่งความสนใจของผู้เรียน
2. ช่วยสร้างความประทับใจ ให้สามารถจำเรื่องราวได้นานและลืมยาก

3. ช่วยประหยัดเวลาในการบรรยาย อภิปราย หรือชี้แจง
 4. ช่วยทำให้ความหมายของเรื่องราวที่เสนอชัดเจนขึ้น เข้าใจดีขึ้น และปฏิบัติได้ถูกต้องยิ่งขึ้น
 5. ช่วยสื่อความหมายในความคิดอันเป็นนามธรรมที่เสนอให้เด่นชัดและเข้าใจได้ถูกต้องยิ่งขึ้น
 6. ช่วยเป็นหลักฐาน หรือพิสูจน์ความจริงได้
 7. ช่วยหักล้างความเชื่อที่ผิด ตลอดจนสร้างแนวความคิดใหม่ให้ตรงกับข้อเท็จจริง
 8. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถโน้มน้าวเจตคติ ความคิดเห็น และความเข้าใจ เรื่องราวต่าง ๆ ตลอดจนพฤติกรรมให้เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ปรารถนา
 9. ช่วยให้ผู้เรียนทั้งหมดมีความคิดเห็น และเข้าใจเรื่องราวที่สอนได้ตรงกัน และตรงตามความมุ่งหมายของผู้สอนด้วย
- ส่วนสมพงษ์ ศิริเจริญ และคนอื่น ๆ (สมพงษ์ ศิริเจริญ และคนอื่น ๆ 2506 : 1 - 7) ได้กล่าวถึงคุณค่าของโสภณทัศน์อุปกรณ์ว่า จะช่วยให้ประสิทธิภาพของการเรียนการสอนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากโสภณทัศน์อุปกรณ์มีคุณค่าดังต่อไปนี้
1. อุปกรณ์เป็นศูนย์รวมความสนใจของผู้เรียน
 2. ทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ร่วมกัน
 3. แสดงความหมายของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ได้
 4. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนและอยากรู้มากขึ้น
 5. ช่วยให้ผู้เรียนจำเรื่องราวต่าง ๆ ได้มากและนานวัน
 6. ช่วยแสดงส่วนที่สลับให้เข้าใจได้
 7. ช่วยส่งเสริมการคิดและการแก้ปัญหา
 8. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้น
 9. ช่วยให้ผู้เรียน เรียนได้มากขึ้นในเวลาอันสั้น

10. ช่วยอธิบายสิ่งที่เข้าใจได้ยากให้เข้าใจง่ายขึ้น
 11. ช่วยส่งเสริมรากฐานที่เป็นรูปธรรมให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน
 12. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยผ่านประสาทสัมผัสหลายทาง
 13. ทำให้บทเรียนเป็นที่น่าสนใจ และเรียกร้องความสนใจจากผู้เรียนได้เป็นอย่างดี
 14. สามารถเอาชนะข้อมูล ข้อจำกัดต่าง ๆ เกี่ยวกับเวลา ระยะทางได้ เช่น สามารถนำสิ่งที่ไกลเกินไปมาศึกษาได้ สามารถนำสิ่งที่เกิดขึ้นในอดีตมาให้ได้
 15. สามารถย่อสิ่งใหญ่เกินไปให้เล็กลงได้ และขยายสิ่งที่เล็กเกินไปให้ใหญ่ขึ้นได้
 16. ช่วยให้เด็กเรียนซ้ำ เรียนได้เร็วและมากขึ้น และเด็กฉลาดก็จะเรียนรู้ได้มากขึ้นไปอีก
- นอกจากนี้ เดล (Dale. 1969 : 8) ได้กล่าวถึงคุณค่าของอุปกรณ์การสอนไว้ว่า
1. อุปกรณ์การสอนสามารถส่งเสริมความเข้าใจอันดี และสร้างความเห็นอกเห็นใจระหว่างนักเรียนกับนักเรียนในชั้นได้
 2. ทำให้ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนพฤติกรรมตามที่ประสงค์
 3. ทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของเนื้อหาวิชาที่เรียน เป็นผลทำให้เพิ่มแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ยิ่งขึ้น
 4. ให้ประสบการณ์การเรียนรู้ที่แปลก ใหม่ หลาย ๆ ด้าน แก่ผู้เรียน
 5. ทำให้การเรียนรู้มีความหมาย ทำให้ผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกันมาก เข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนเช่นเดียวกัน
 6. เราใจให้ผู้เรียนนำเอาความรู้ที่ได้เรียนไปใช้อย่างมีความหมาย
 7. ทำให้ผู้เรียนมีปฏิริยาสะท้อนกลับ ซึ่งช่วยให้ทราบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพียงใด

8. ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่สมบูรณ์ เกิดมีความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง และมีความหมาย

9. ช่วยขยายและเพิ่มพูนขอบเขตของประสบการณ์ของผู้เรียนให้กว้างยิ่งขึ้น และช่วยให้จดจำได้เร็วและแม่นยำขึ้น โดยไม่ต้องอาศัยคำอธิบาย

10. ผู้เรียนเกิดความคิดได้กระจ่างแจ้ง

คุณค่าของอุปกรณ์การสอนตามที่กล่าวมานี้ เห็นได้ว่า จะช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนการสอนได้เป็นอย่างมากนั่นคือ อุปกรณ์การสอนจะช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจต่อการเรียนการสอนเป็นเหตุให้เกิดความรู้สึกลอยากเรียน ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น เพราะอุปกรณ์การสอนสามารถแปลงนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ ช่วยให้ผู้เรียนจดจำสิ่งที่เรียนไว้ได้นาน นอกจากนี้อุปกรณ์การสอนสามารถเสนอเรื่องราว ข้อมูลต่าง ๆ โดยเอาชนะข้อจำกัดเรื่องเวลา ระยะทาง สถานที่ และขนาดได้ และอุปกรณ์การสอนยังมีส่วนช่วยเสริมสร้างความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

การเลือกและการใช้อุปกรณ์การสอน

ในการเลือกและใช้อุปกรณ์การสอน ใ้มีผู้เสนอแนะหลักการเพื่อพิจารณา หรือเสนอแนะเกณฑ์ในการเลือกใช้อุปกรณ์การสอนไว้ ดังนี้

แฮสและแพคเกอร์ (Hass and Packer, 1955 : 280 - 281)

ได้เสนอเกณฑ์ในการเลือกอุปกรณ์การสอนไว้ว่า

1. อะไรคือ จุดมุ่งหมาย เป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ที่เราต้องการจะทำให้สำเร็จ

2. จะสอนใคร โดยคำนึงถึงอายุ พื้นฐานความรู้ สติปัญญา ฯลฯ อาศัยพื้นฐานเหล่านี้เป็นเครื่องช่วยในการพิจารณาเลือกอุปกรณ์

3. ขนาดของกลุ่ม จำนวนคนภายในกลุ่มหรือชั้น จะเป็นเครื่องช่วยพิจารณาชนิดของอุปกรณ์ที่ใช้

4. ความสามารถของผู้สอน เป็นการแปล่าประโยชน์ที่จะใช้ความพยายามในการเลือกและประเมินค่าอุปกรณ์การสอนที่ครูไม่สามารถจะนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพได้

5. การแบ่งเวลา การใช้อุปกรณ์หลาย ๆ อย่างให้ได้นัดดีต้องการระยะเวลาที่แน่นอน เช่น การฉายสไลด์ก็ต้องการ เวลาที่ฉายพร้อมทั้งทั้งการบรรยาย การไปศึกษานอกสถานที่อาจต้องการเวลาหลายชั่วโมง ดังนั้นการเลือกใช้อุปกรณ์จะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับเวลาที่มีอยู่

6. ผลที่ต้องการ นั่นคือ ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนได้รับอะไร เช่น มีเจตคติที่ดี มีความรู้กว้างขวาง หรือมีลักษณะอย่างไร อุปกรณ์จะต้องสนองความต้องการเหล่านี้ด้วย

ส่วนวรวิทย์ รักษา (วรวิทย์ รักษา 2504 : 34) ได้เสนอแนะหลักการเลือกโสตทัศนูปกรณ์ประกอบการสอนไว้ 7 ประการ คือ

1. โสตทัศนูปกรณ์นั้นจะต้องมีคุณสมบัติตรงกับความต้องการของครู ความมุ่งหมายของนักเรียน

2. โสตทัศนูปกรณ์นั้นจะต้องเหมาะสมกับวัย ชั้น ระดับสติปัญญา ความต้องการและความสนใจของผู้เรียน

3. โสตทัศนูปกรณ์นั้นจะต้องให้เนื้อเรื่องซึ่งตรงกับความเป็นจริง

4. โสตทัศนูปกรณ์นั้นจะต้องอยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดี

5. โสตทัศนูปกรณ์นั้นจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดริเริ่มหรือได้มีกิจกรรมที่สัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม

6. โสตทัศนูปกรณ์ต้องเหมาะสมกับเวลาไม่มากไม่น้อยเกินไป

7. โสตทัศนูปกรณ์ควรเป็นวัสดุราคาเบา หาได้ง่าย ปลอดภัย และคุ้มค่า

แรงงาน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2525 : 16) ได้ประมวลแนว
การเลือกและใช้สื่อการสอนเป็นหลักการกว้าง ๆ 4 ประการคือ

1. ต้องเลือกและใช้สื่อตามวัตถุประสงค์ของนักเรียนและวัตถุประสงค์ของผู้สอน วัตถุประสงค์ของผู้เรียน หมายถึง สิ่งที่ยุ่เรียนคาดหวังว่าสื่อจะช่วยถ่ายทอด
สาระอะไรมาให้แก่ตนเองแค่นั้น มักกำหนดออกมาเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
ส่วนวัตถุประสงค์ของผู้สอนเป็นเป้าหมายที่ผู้สอนมุ่งจะให้ผู้เรียนได้รับความรู้และเปลี่ยนแปลง
พฤติกรรม มักขึ้นต้นด้วย "เพื่อให้....."

2. ต้องเลือกและใช้สื่อโดยพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา และวิธีการ
เสนอเนื้อหา โดยพิจารณาในแง่ของประโยชน์ ประสิทธิภาพ และความคุ้มค่า รวมทั้ง
ประเภทของสาร ว่าสื่อนั้นใช้ถ่ายทอดสารประเภทพุทธิพิสัย เจตพิสัย หรือทักษะพิสัย

3. ควรเลือกและใช้สื่อตามวิธีการที่ครูได้กำหนดไว้แล้ว หมายความว่า
ครูควรต้องกำหนดวิธีการก่อนในรูปของกิจกรรมการเรียน แล้วจึงกำหนดสื่อ และใช้สื่อ
ให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียน ครูส่วนมากจัดกิจกรรมการเรียนตามสื่อที่มีอยู่ซึ่งทำ
ได้ง่าย แต่จะมีผลเสียคือ ไม่มีสื่อในรูปวัสดุ และอุปกรณ์ใหม่ ๆ ขึ้นมาเลย

4. พิจารณาความเหมาะสมของสื่อในสถานที่ที่จะนำมาใช้ได้ดีในท้องถิ่นที่
โรงเรียนตั้งอยู่ เช่น หาง่าย ทำง่าย ใช้ง่าย แสดงถึงความมีความคิดสร้างสรรค์
และระสนิยมที่ดีที่จะปลูกฝังไปถึงเด็กในอนาคต

อริพร ศรียมก (อริพร ศรียมก 2523 : 68 - 69) ได้ให้ข้อคิดเห็น
ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดในการเลือกใช้สื่อการสอนที่กล่าวมาแล้วนั่นว่า สื่อการสอนที่ดี
ที่ควรเลือกใช้มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และการเสนอเนื้อหา
2. เหมาะสมกับชั้นและวัยของเด็ก
3. ง่ายและดึงดูดความสนใจของเด็ก เด็กเล็กสนใจในสีสันและความงาม
ไม่ต้องการรายละเอียดของเนื้อหามากนัก ในขณะที่เด็กโตจะสนใจในรายละเอียดมากขึ้น
และสนใจในสีสรรน้อยลง

4. ราคาถูก ครูผู้สอนมักมีเหตุผลว่า ไม่มีงบประมาณจะซื้ออุปกรณ์และมีความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์ว่า อุปกรณ์การสอนที่ดีควรมีราคาแพง แท้จริงแล้วคุณค่าของสื่อการสอน ขึ้นอยู่กับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของครูในการผลิตและใช้สื่อการสอน

5. คุณค่า สื่อการสอนบางอย่างอาจลงทุนลงแรงมาก ถ้าเมื่อเสร็จแล้วใช้ประโยชน์ได้น้อยก็ไม่คุ้มค่า แต่ถ้าใช้ประโยชน์ได้นาน และใช้ประโยชน์ได้หลายกรณีก็จะคุ้มค่า อย่างไรก็ตามสื่อการสอนที่ดีที่สุดก็คือ สื่อการสอนที่ครูกับนักเรียนช่วยกันสร้างขึ้นมา เป็นเครื่องหมายของความร่วมมือและความภูมิใจที่ได้เห็นผลงานของตน

แนวทางในการเลือกและการใช้อุปกรณ์การสอนที่กล่าวมาแล้วนี้ จะเห็นว่า สื่อการสอนหรืออุปกรณ์การสอนที่ดีควรเลือกใช้ประกอบการเรียนการสอนนั้นจะต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนและเนื้อหา เหมาะสมกับผู้เรียนทั้งทางความรู้ พื้นฐานความรู้ สติปัญญา ความสนใจ ขนาดของกลุ่มผู้เรียน อุปกรณ์ควรจะทำให้การใช้มีประสิทธิภาพ ควรเป็นวัสดุราคาถูก หาได้ง่าย ปลอดภัยในการใช้ และสามารถถ่ายทอดสารประเภทพุทธิพิสัย เจตพิสัย หรือทักษะพิสัยได้ตามต้องการ

ข้อเสนอแนะในการใช้อุปกรณ์การสอน

การใช้อุปกรณ์การสอน ครูผู้สอนจะต้องเตรียมการวางแผนและใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ประโยชน์คุ้มค่า ผู้สอนจะต้องรู้หลักการใช้อุปกรณ์เพื่อเป็นแนวทางการปฏิบัติให้ถูกต้อง

แมคเคาน์ (McKown. 1949 : 52 - 69) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า การใช้อุปกรณ์การสอนให้ได้นั้น ควรจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. อุปกรณ์การสอนนั้นควรผ่านการเลือกมาเป็นอย่างดี
2. ราคาไม่แพงนัก

3. ครูจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของอุปกรณ์การสอนนั้น
4. ครูจะต้องมีความสามารถที่จะใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับระดับสติปัญญา

ของนักเรียน

5. ต้องพยายามให้นักเรียนได้ประสบการณ์จริงมากที่สุด
6. ต้องนำอุปกรณ์การสอนนั้นมาสอนจริง ๆ มิใช่นำมาตั้งไว้เฉย ๆ
7. ต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทดลอง
8. ครูจะต้องเตรียมการไว้ล่วงหน้า
9. การเตรียมนักเรียนมีความจำเป็นมาก
10. ต้องใช้อุปกรณ์การสอนเพื่อการเรียนการสอนให้ได้เนื้อหามากขึ้น

และเปลืองเวลาน้อยลง

11. ไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์การสอนให้มากจนเกินไป
12. จะต้องมีการวัดผลการใช้อุปกรณ์การสอนอยู่เสมอ โดยอาจจะดูจาก

ความสนใจของนักเรียน การมีส่วนร่วม ตลอดจนบรรยากาศในห้องเรียน

13. ครูจะต้องดูแลและระวังรักษาอุปกรณ์ ก่อนใช้ ในขณะที่ใช้ และหลังจากที่ใช้แล้ว

สมพงษ์ กิริเจริญ และคนอื่น ๆ (สมพงษ์ กิริเจริญ และคนอื่น ๆ

2506 : 1 - 7) มีความเห็นว่า ในการใช้อุปกรณ์การสอน ควรปฏิบัติในหลักการดังนี้

1. วางแผนการสอนว่าจะใช้อุปกรณ์ใด ตรงไหนของบทเรียน เมื่อไรและอย่างไร

2. เตรียมจัดหาและเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการไว้ล่วงหน้า
3. ทดลองใช้อุปกรณ์ที่เตรียมไว้ ก่อนที่จะนำไปประกอบการเรียนการสอน
4. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์การสอนจากคู่มืออุปกรณ์นั้น ๆ
5. จัดเตรียมอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นจะต้องใช้ประกอบ เช่น สายไฟ โตะ

6. เตรียมห้องเรียนให้เรียบร้อย เช่น การจัดที่นั่ง ที่วางอุปกรณ์
7. ใช้อุปกรณ์การสอนตามที่วางแผนไว้
8. จัดให้มีกิจกรรมต่อเนื่อง เพื่อเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจ และเป็นการพบพบ เช่น การอภิปราย การรายงาน การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม การทดลอง การศึกษานอกสถานที่

9. ใช้อุปกรณ์การสอนซ้ำอีก ในกรณีที่ใช้แล้วทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ วิรุฬห์ สีสลาพฤทธิ์ (วิรุฬห์ สีสลาพฤทธิ์ 2521 : 38 - 39) ได้เสนอข้อควรพิจารณาปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์การสอนเพื่อให้ได้ผลดีไว้ 6 ประการ คือ

1. การใช้อุปกรณ์ต้องให้เป็นอุปกรณ์การสอนจริง ๆ ไม่ใช่เอาไปตั้งให้ผู้เรียนดูเฉย ๆ หรือเอาไปใช้แทนการสอนของครูเสียหมด
2. การใช้วัสดุอุปกรณ์จะต้องมีการเตรียม นอกจากการเตรียมของครูและนักเรียนแล้ว ยังต้องมีการเตรียมวัสดุ เครื่องมือ สถานที่ให้เรียบร้อยล่วงหน้า
3. การใช้อุปกรณ์ ควรประหยัดเวลา ซึ่งปฏิบัติได้โดยครูจะต้องวางแผน และกะเวลาที่จะใช้ให้พอดี พอเหมาะ ไม่ให้มากเกินไปจนเกิดความเบื่อหน่าย
4. การใช้วัสดุอุปกรณ์ จะให้ผลในการเรียนดีขึ้น ถ้าผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้
5. การใช้วัสดุอุปกรณ์ครั้งหนึ่ง ๆ ไม่ควรจะให้มีความจำเจเกินไป
6. ควรมีการประเมินผลเมื่อใช้อุปกรณ์เสร็จแล้ว

จากข้อเสนอแนะแนวทางปฏิบัติเพื่อให้การใช้อุปกรณ์การสอนเกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนอย่างคุ้มค่า ดังที่กล่าวมานี้ เห็นได้ว่า มีหลักการที่สำคัญคือ ครูผู้สอนต้องวางแผนการใช้อุปกรณ์ไว้ล่วงหน้า ทดลองอุปกรณ์ก่อนนำไปใช้ เตรียมสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการใช้อุปกรณ์ให้พร้อม ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการใช้อุปกรณ์ ไม่ควรใช้อุปกรณ์

หลายอย่างเกินความจำเป็น เมื่อใช้อุปกรณ์แล้วควรมีการประเมินผลการใช้อุปกรณ์ เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงอุปกรณ์และการใช้ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ในด้านการดูแลรักษา ควรดูแล ระวัง ระวัง รักษาอุปกรณ์การสอนอยู่เสมอ ทั้งขณะ ก่อนใช้ ขณะที่ใช้และหลังจากใช้แล้ว เพื่อความคงทน และสะดวกในการใช้ครั้ง ต่อ ๆ ไป

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ทดแทน

ความหมายของอุปกรณ์ทดแทน

ได้มีผู้ให้ความหมายของอุปกรณ์ทดแทนไว้หลายความหมายด้วยกัน เช่น ชงชัย ชิวปรีชา และคนอื่น ๆ (ชงชัย ชิวปรีชา และคนอื่น ๆ 2526 : 209) ได้ให้ความหมายของอุปกรณ์ทดแทนไว้ว่า อุปกรณ์ทดแทน หมายถึง อุปกรณ์ที่ครูและนักเรียนร่วมกันจัดสร้างขึ้นใช้เองจากวัสดุเหลือใช้ หรือวัสดุที่มีในท้องถิ่น เพื่อทดแทน อุปกรณ์ที่ต้องซื้อจากร้านขายอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ สมจิต สวชนไพบุญย์ (สมจิต สวชนไพบุญย์ 2526 : 145) ได้ให้แนวคิดและความหมาย สอดคล้องกับที่กล่าว มาแล้ว คือ สื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น มีอุปกรณ์จำนวนมากที่ครูและนักเรียน อาจจะประดิษฐ์ขึ้นใช้เองจากวัสดุเหลือใช้ และวัสดุในท้องถิ่น ซึ่งสามารถนำไปใช้ ประกอบการเรียนการสอนทดแทนให้กับอุปกรณ์ของบริษัท ห้างร้านที่จำหน่ายอุปกรณ์ วิทยาศาสตร์ อุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นจากวัสดุเหลือใช้หรือวัสดุท้องถิ่นนี้เรียกว่า อุปกรณ์ทดแทน

ส่วนอชิพร ศรียมก (อชิพร ศรียมก 2523 : 208) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับสื่อการสอนในท้องถิ่นไว้ว่า สื่อการสอนในท้องถิ่นคือ การทำทุกสิ่งทุกอย่างที่สามารถหาได้ในชุมชนนั้นมาประดิษฐ์เป็นสื่อการสอน สื่อการสอนที่ดีไม่จำเป็นต้องมี ราคาแพงหากแต่ควรจะเป็นสิ่งที่หาได้หรือประดิษฐ์ได้ ครูอาจแสวงหาความร่วมมือจากชุมชนเพื่อผลิตสื่อการสอนในท้องถิ่นได้

นอกจากนี้ ชาร์มา (Sharma. 1982 : 261) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับอุปกรณ์ทดแทนไว้ว่า อุปกรณ์ทดแทน หรืออุปกรณ์ราคาถูก (Low - Cost Material) หมายถึง อุปกรณ์ที่ผลิตได้จากวัสดุในบ้านหรือในห้องดิน ซึ่งอาจผลิตโดยครู นักเรียน หรือสมาชิกในชุมชน แทนที่จะต้องซื้ออุปกรณ์ด้วยราคาแพง มาใช้ประกอบการเรียนการสอน

จากแนวคิดและความหมายที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ พอจะสรุปได้ว่า อุปกรณ์ทดแทนหมายถึง อุปกรณ์การสอนที่ครู นักเรียน หรือสมาชิกในชุมชนได้สร้างขึ้นหรือร่วมมือกันสร้างขึ้น โดยใช้วัสดุเหลือใช้ในบ้าน วัสดุที่ไถ่เปล่า วัสดุราคาถูก ที่มีในห้องดิน เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน เป็นการทดแทนอุปกรณ์ที่ต้องซื้อจากร้านขายอุปกรณ์

คุณค่าของอุปกรณ์ทดแทน

ได้มีผู้กล่าวถึงคุณค่าของอุปกรณ์ทดแทนไว้ในหลาย ๆ ด้าน เช่น ชงชัย ชิวปรีชา และคนอื่น ๆ (ชงชัย ชิวปรีชา และคนอื่น ๆ 2526 : 209 - 210) กล่าวว่า การทำอุปกรณ์ทดแทนนั้น โดยทั่วไปจะช่วยประหยัดงบประมาณการซื้ออุปกรณ์ลงได้มาก และเหมาะสมกับบทเรียนที่สอนมากกว่าอุปกรณ์ที่จัดซื้อมา เพราะครูผู้ออกแบบย่อมทราบดีกว่า ตนเองต้องการใช้ในเรื่องใด อย่างไร จึงสามารถออกแบบอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับวิธีสอนของตนเองได้ดีที่สุด และถ้าครูและนักเรียนได้ร่วมกันวางแผนและสร้างอุปกรณ์แล้ว จะเป็นการช่วยปลูกฝังค่านิยมในการคิดประดิษฐ์ด้วยตนเอง ทำให้เกิดเจตคติว่า การสร้างเครื่องมือ หรืออุปกรณ์วิทยาศาสตร์นั้น ไม่ใช่เฉพาะนักวิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญเท่านั้นที่จะทำได้ ใคร ๆ ก็สามารถคิดและประดิษฐ์ขึ้นได้ นอกจากนี้ อุปกรณ์ทดแทนนอกจากครูจะเป็นผู้ออกแบบแล้ว ควรฝึกให้นักเรียนออกแบบด้วยตนเองด้วย เป็นการฝึกความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความเป็นนักประดิษฐ์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนได้เป็นอย่างดี

โช สาส์นัน (โช สาส์นัน 2523 : 3) ให้แนวคิดเกี่ยวกับคุณค่าของอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้ และวัสดุในท้องถิ่น สรุปได้ว่าอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเองนี้ จะสอดคล้องกับแผนการสอนในบทเรียนต่าง ๆ ใดก็ได้ และทำให้เกิดความคิดใหม่ ๆ ในการประดิษฐ์ นอกจากนี้ยังทำให้บุคคลเห็นคุณค่าของทุกสิ่งทุกอย่างว่ามีประโยชน์ จะไม่ทิ้งสิ่งของต่าง ๆ โดยเปล่าประโยชน์ มีความรักในสิ่งของ นิยมมัธยัสถ์ รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ มีความเพียรในการประดิษฐ์ รักษาความเป็นระเบียบ เป็นผู้ทำงานอย่างมีระบบ รู้จักแก้ไขปัญหา รักการประดิษฐ์ เป็นคนมีเหตุผลที่ดี เป็นต้น

และชาร์มา (Sharma. 1982 : 264 - 265) ได้กล่าวถึงคุณค่าของอุปกรณ์ทดแทน หรืออุปกรณ์วิทยาศาสตร์ราคาถูกไว้ สรุปได้ดังนี้คือ

1. คุณค่าทางเศรษฐกิจ (Economic Value) อุปกรณ์ทดแทนจะช่วยประหยัดงบประมาณได้มาก เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านั้นประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้ในบ้าน วัสดุราคาถูก และวัสดุได้เปล่าในท้องถิ่น ทั้งยังผลิตได้จำนวนมากเพียงพอ กับจำนวนนักเรียน
2. คุณค่าทางวิชาการ (Educational and Psychological Value) อุปกรณ์ทดแทนจะทำให้นักเรียนมีความรู้สึกซึ่งในหลักการต่าง ๆ เสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทำให้นักเรียนรู้จักใช้เวลาว่างในทางที่มีประโยชน์ และเมื่อนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสร้างอุปกรณ์จะทำให้นักเรียนรู้สึกว่าได้รับความสำเร็จในการทำงาน มีความเชื่อมั่นในตนเอง ซึ่งเป็นแรงกระตุ้นให้นักเรียนกระตือรือร้นที่จะคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ ต่อไป
3. คุณค่าทางสังคม (Social Value) อุปกรณ์ทดแทนทำให้นักเรียนรักการทำงานด้วยการใช้ฝีมือของตนเอง มีเจตคติที่จะพัฒนา ปรับปรุงคุณภาพชีวิตของตนและสังคม

จากคุณค่าของอุปกรณ์ทดแทนที่ได้อธิบายมาแล้วนี้เห็นได้ว่า อุปกรณ์ทดแทนให้คุณค่าในหลาย ๆ ด้าน คือ ในด้านตัวนักเรียน อุปกรณ์ทดแทนจะช่วยเสริมสร้าง

ความรู้ที่ลึกซึ้ง เสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ มีความเชื่อมั่นในตนเอง และเห็นคุณค่าของทรัพยากรท้องถิ่นของตน ในด้านเศรษฐกิจ อุปกรณ์ทดแทนจะช่วยประหยัดรายจ่าย ประหยัดงบประมาณของโรงเรียนไปได้มาก และในด้านการเรียนการสอนครูจะได้ใช้อุปกรณ์ที่สอดคล้องกับวิธีสอนของตนและเหมาะสมกับผู้เรียน อันเป็นทางเสริมสร้างประสิทธิภาพของการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทางหนึ่ง

ความมุ่งหมายในการสร้างอุปกรณ์ทดแทน

การสร้างอุปกรณ์ทดแทนประกอบการเรียนการสอนนั้น สิ่งสำคัญประการหนึ่งคือ การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างหรือประดิษฐ์อุปกรณ์ทดแทนนี้ด้วย ทั้งนี้เพื่อประโยชน์หลายประการ ดังที่ สมจิต สวชนไพบูลย์ (สมจิต สวชนไพบูลย์ 2526 : 145) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์หลักของการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประดิษฐ์อุปกรณ์ทดแทนไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการออกแบบการประดิษฐ์อุปกรณ์
2. เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจในงานอดิเรกด้านวิทยาศาสตร์
3. เพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
4. เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์และ

กระบวนการวิทยาศาสตร์

5. เพื่อเสริมสร้างคุณสมบัติด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะด้านความอดทน อุทิศหาะ รอบคอบ สุขุม และเป็นคนมีความระมัดระวังในการปฏิบัติงาน

นอกจากนี้ ขงชัย ชิวปรีชา และคนอื่น ๆ (ขงชัย ชิวปรีชา และคนอื่น ๆ 2526 : 209 - 210) ได้กล่าวถึงความมุ่งหมายในการสร้างอุปกรณ์ทดแทนไว้ซึ่งสรุปได้ 5 ประการ คือ

1. เพื่อให้มีอุปกรณ์เพียงพอกับจำนวนนักเรียน
2. เพื่อประหยัดรายจ่าย

3. เพื่อให้สอดคล้องกับแผนการสอนของครู
4. เพื่อปลูกฝังค่านิยมในการคิดประดิษฐ์สิ่งของด้วยตนเอง
5. เพื่อฝึกความคิดสร้างสรรค์

ขั้นตอนของการสร้างอุปกรณ์ทดแทน

โซ่ สาลีนัน (โซ่ สาลีนัน 2523 : 4 - 5) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นตอนที่ควรใช้ในการสร้างและประดิษฐ์อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไว้ว่า มีหลักเกณฑ์ที่ต้องคำนึงถึงและปฏิบัติ 5 ขั้นตอน คือ

1. ต้องทราบหลักการทำงาน (Functions) ของเครื่องมือที่จะสร้างขึ้นนั้นเสียก่อน ว่าจะให้เครื่องมือชิ้นนั้นทำงานอย่างไร
2. เลือกวัสดุที่จะใช้ออกแบบสร้าง จะต้องเลือกวัสดุที่มีอยู่แล้วหรือที่หาได้ง่าย เมื่อใช้วัสดุที่เลือกแล้วควรจะทำให้เครื่องมือทำงานได้ดี สะดวกในการใช้ การปฏิบัติ การเก็บรักษาสะดวก และมีความคงทนถาวร
3. ดำเนินการออกแบบสร้าง เมื่อเลือกวัสดุได้แล้ว ก็ต้องนำมาพิจารณาออกแบบเพื่อให้เครื่องมือทำงานได้ตามต้องการ จะตัด ทอ เจาะ หรือทำอะไร ต้องคำนึงอย่างรอบคอบ มิฉะนั้นจะทำให้สิ้นเปลืองวัสดุ เมื่อคิดได้รูปร่างลักษณะที่ค่อนข้างแน่นอนแล้ว ก็เขียนรูปอย่างคร่าว ๆ ได้ พิจารณาใหม่หลาย ๆ ครั้งว่า ควรจะตัดแปลงแก้ไข ปรับปรุงอะไรอีกบ้าง จนได้แบบที่แน่นอนแล้วจึงเขียนรูปแสดงสัดส่วนรายละเอียดต่าง ๆ เอาไว้ จากนั้นเราก็ก็นำแบบที่เขียนไว้จนเสร็จเรียบร้อยแล้ว
4. ทำการตรวจสอบเครื่องมือที่สร้างขึ้นว่าทำงานได้ผลดีเพียงไร โดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นนั้นทดลองดูการทำงานพร้อมทั้งบันทึกข้อมูลไว้ ทดลองหลาย ๆ ครั้ง เปรียบเทียบผลจากข้อมูลที่บันทึกไว้ของแต่ละครั้ง ถ้าได้ผลตรงกันทุกครั้งตรงตามความต้องการ แสดงว่าการออกแบบเครื่องมือชิ้นนี้ ถ้าได้ผลใกล้เคียงกันมาก

แสดงว่าการออกแบบนั้นดีพอใช้ ถ้าได้ผลต่างกันมาก แสดงว่าการออกแบบนั้นยังไม่ดีที่จะต้องดัดแปลงและปรับปรุงแก้ไขใหม่

5. ทำการปรับปรุงแก้ไข จนกว่าจะได้ผลดี ถ้าเครื่องมือที่สร้างขึ้นนั้นเมื่อนำไปทดลองแล้วผลการทดลองมีความคลาดเคลื่อนมาก ต้องนำเครื่องมือนั้นมาแก้ไขใหม่ หากสาเหตุว่าอะไรบางอย่างที่จะทำให้ผลของการทดลองมีความคลาดเคลื่อนแล้วลองแก้ไขตรวจสอบตามขั้นที่ 4 อีกจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ

วาสนา ขาวหา (วาสนา ขาวหา 2524 : 119) ได้เสนอแนะขั้นตอนในการสร้างอุปกรณ์อย่างง่าย ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเนื้อหาวิชาหรือรายละเอียดในบทเรียนให้ลึกซึ้งเสียก่อน เพื่อนำความรู้ไปออกแบบอุปกรณ์การสอนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับบทเรียนหรือหลักสูตร

2. ร่างแบบคร่าว ๆ แล้วพิจารณาหลาย ๆ ครั้ง ว่าควรปรับปรุงแก้ไขหรือดัดแปลงอย่างไรบ้าง เมื่อได้แบบที่แน่นอนแล้ว จึงเขียนเป็นรูปแบบแสดงรายละเอียดและสัดส่วนอย่างชัดเจน

3. เลือกวัสดุที่จะใช้อุปกรณ์การสอนอย่างง่าย ให้เหมาะสมกับแบบที่เขียนไว้ วัสดุที่ใช้ควรเป็นวัสดุที่หาง่าย ราคาถูก มีความคงทนถาวร เมื่อนำมาใช้ทำอุปกรณ์การสอนแล้ว สามารถใช้ได้ดี สะดวกในการใช้ การปฏิบัติ และเก็บรักษา

4. สร้างอุปกรณ์การสอนตามแบบที่เขียนไว้ในข้อ 2 โดยคำนึงถึงความเรียบร้อย ประณีต และถูกต้องตรงตามแบบที่เขียนไว้ทุกประการ

5. ตรวจสอบอุปกรณ์การสอนที่สร้างเสร็จแล้วว่าใช้ได้ผลดีเพียงใด โดยนำอุปกรณ์การสอนที่สร้างขึ้นนั้นมาทดลองใช้ และจดบันทึกข้อมูลไว้ กระทำหลาย ๆ ครั้ง เปรียบเทียบผลจากข้อมูลที่บันทึกไว้ในแต่ละครั้งว่าได้ตรงกัน ใกล้เคียงกันหรือต่างกันมากน้อยเพียงไร ถ้าได้ผลตรงกันทุกครั้ง แสดงว่าการออกแบบอุปกรณ์การสอนนั้นดี ถ้าได้ผลใกล้เคียงกัน แสดงว่าการออกแบบอุปกรณ์นั้นอยู่ในเกณฑ์พอใช้ แต่ถ้าได้ผลต่างกันมาก แสดงว่าการออกแบบยังไม่ดีพอ ควรได้รับการแก้ไขปรับปรุง

หรือคัดแปลงจนกว่าจะได้ผลเป็นที่น่าพอใจและเชื่อถือได้ จึงจะนำอุปกรณ์การสอนนี้ไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอนได้อย่างมั่นใจและมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นผลดีต่อการเรียนการสอนอุปกรณ์การสอนที่นำไปใช้แล้วเกิดขัดข้องหรือไม่เป็นไปตามที่คาดหมายไว้ก็จะทำให้เสียเวลา ต้องแก้ไขปรับปรุงในขณะที่ทำการสอน เป็นสาเหตุให้นักเรียนเบื่อหน่าย และขาดความเชื่อมั่นในตัวครู ซึ่งเป็นผลเสียต่อบุคลิกภาพและการสอนของครูในโอกาสต่อไป

ชาร์มา (Sharma, 1982:262 - 263) ได้เสนอขั้นตอนของการสร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมาย จุดมุ่งหมายของอุปกรณ์ที่จะสร้างขึ้นนี้ต้องคำนึงถึงความรู้ ทักษะ และเจตคติ และเหมาะสมกับผู้ใช้ด้วย
2. เตรียมการออกแบบ โดยคำนึงถึงชนิดของวัสดุ ราคา ความคงทน และวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น
3. สร้างอุปกรณ์ โดยนักเรียน ครู ผู้เชี่ยวชาญ หรือร่วมมือกันระหว่างกลุ่มบุคคลแต่ละฝ่ายที่อยู่ในชุมชน
4. ทดลองใช้อุปกรณ์ เพื่อหาข้อบกพร่อง และปรับปรุงแก้ไข
5. ดำเนินการผลิต

จากแนวคิดและข้อเสนอแนะขั้นตอนต่าง ๆ ในการสร้างอุปกรณ์ราคาถูกหรืออุปกรณ์อย่างง่ายนั้น พอจะสรุปเป็นแนวทางได้ว่า ขั้นตอนในการสร้างอุปกรณ์มีดังต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตรและเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้อง
2. กำหนดจุดมุ่งหมาย หรือจุดประสงค์การเรียนรู้
3. สำรวจวัสดุในท้องถิ่นที่จะนำมาใช้สร้างอุปกรณ์
4. ออกแบบอุปกรณ์
5. สร้างอุปกรณ์

7. ขอบริจาคจากองค์การ สมาคม มูลนิธิ บริษัทและห้างร้าน เช่น องค์การยูนิเซฟ มูลนิธิเอเซีย สำนักข่าวสารต่าง ๆ

8. จากโรงงานต่าง ๆ เช่น ขอสื่อเลื่อย เชนไม้ จากโรงเลื่อยไม้ ขอมงเหล็กจากโรงกลึง ขอแกลบจากโรงสี ขอกระบอกลูก ลูกสูบ เครื่องยนต์เก่า ๆ จากอู่ซ่อมรถ

9. จากที่สาธารณะ เช่น เปลือกหอย หิน หวาย จากชายทะเล ขวดต่าง ๆ กระป๋อง เชนไม้ เชนโลหะ เชนสายไฟที่ทิ้งอยู่ตามถนน

จากตัวอย่างดังกล่าวนี้ เห็นได้ว่า ครู และนักเรียนจะสามารถหาวัสดุอุปกรณ์จากแหล่งต่าง ๆ ได้รอบตัว ทั้งที่มีอยู่ในบ้าน และในท้องถิ่นของตน

สิ่งที่ควรพิจารณาในการสร้างอุปกรณ์ทดแทน

การสร้างอุปกรณ์ทดแทนหรืออุปกรณ์ที่ประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นนั้น จากรายงานการสัมมนาเรื่องอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนของกลุ่มประเทศเอเชีย (Report of a Regional seminar in Asia.

1973 : 14) ได้กล่าวถึงสิ่งที่ควรนำมาพิจารณาในการสร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีดังต่อไปนี้

1. จำเป็นต่อการเรียนหรือไม่
2. ทนทานหรือไม่
3. เก็บรักษาได้ง่ายหรือไม่
4. ปลอดภัยในการใช้หรือไม่
5. น่าสนใจหรือไม่
6. ราคาแพงหรือไม่

ชาร์มา (Sharma. 1982 : 261 - 262) ได้ให้แนวทางพิจารณาในการสร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ใช้วัสดุ หรือวัตถุดิบที่ได้เปล่า หรือราคาต่ำ หรือที่มีอยู่ในท้องถิ่น
 2. อุปกรณ์นั้นไม่ต้องใช้ความชำนาญมากเป็นพิเศษในการประกอบและอาจทำได้โดยนักเรียน ครู หรือสมาชิกในชุมชน
 3. อุปกรณ์นั้นต้องนำไปสู่ความเข้าใจในจุดประสงค์การเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และง่าย
 4. กระบวนการในการสร้างอุปกรณ์นั้น ๆ ต้องง่ายไม่ยุ่งยาก และราคาถูก
 5. อุปกรณ์นั้นต้องไม่ซับซ้อน ให้ผลถูกต้อง เที่ยงตรงกับระดับของผู้ใช้ หรือระดับของนักเรียน
 6. อุปกรณ์นั้นต้องกระตุ้นความคิด การตอบสนอง การอภิปราย การทดลอง และการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม
 7. อุปกรณ์นั้นต้องไม่ทำให้เซว (distraction) หรือทำให้เกิด ความสับสน (conflict) หรือทำให้มีความลำเอียง (bias)
 8. การผลิตอุปกรณ์นั้นไม่สิ้นเปลืองเวลามาก
- โซ่ สาลีนัน (โซ่ สาลีนัน 2523 : 10 - 12) ได้ให้แนวคิดที่ว่า อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นนั้น ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้
1. รูปร่างลักษณะต้องจูงใจ ถ้ารูปร่างจูงใจ จะมีผลดีต่อการเรียนการสอนมาก เพราะเมื่อครูนำเครื่องมือเข้าไปในห้องเรียน นักเรียนมองเห็นก็จะเริ่มสนใจ อยากรู้ว่า เครื่องมือนั้นจะใช้อย่างไร มีผลอย่างไร ทำให้นักเรียนมีความตั้งใจเรียนมากขึ้น ผลของการเรียนการสอนก็จะได้ผลเต็มที่
 2. ต้องทำงานได้ (Functions) ตามต้องการ ถ้าเครื่องมือไม่ทำงานต้องเสียเวลาแก้ไขขณะเรียน ทำให้นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่าย ความสนใจการเรียนจะลดลง

3. สะดวกในการใช้และปฏิบัติ เพื่อจะได้มีความคล่องตัวในการใช้และ
และทดลองไม่เกะกะ ไม่เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย มีความปลอดภัยแก่ครูและนักเรียน

4. มีความคงทนถาวร อุปกรณ์ที่มีความคงทนถาวร จะมีอายุการใช้ได้นาน
เป็นการประหยัด ไม่ต้องจัดซื้อจัดทำบ่อย ๆ

5. วัสดุที่สร้างควรเป็นวัสดุที่หาได้ง่าย เพื่อว่าเมื่อออกแบบเสร็จแล้วจะ
ได้สร้างได้ทันที ถ้าวัสดุหาได้ยาก หรือหาไม่ได้ ก็ไม่มีโอกาสได้สร้าง การออกแบบ
เครื่องมือนั้นก็สูญเปล่า ไม่เกิดประโยชน์ วัสดุที่หาได้ง่าย ได้แก่ วัสดุที่มีในท้องถิ่น
วัสดุเหลือใช้ วัสดุเหล่านี้นำไปประดิษฐ์เป็นอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในการสอน
ได้ดี

6. วัสดุที่ใช้สร้างควรเป็นวัสดุราคาถูก ทั้งนี้เนื่องจากในโรงเรียนส่วนใหญ่
มีงบประมาณค่าใช้จ่ายในเรื่องนี้น้อยมาก ถ้าเราออกแบบที่ใช้วัสดุราคาถูกสร้างก็จะ
พอมีเงินซื้อวัสดุเพียงพอแก่การสร้าง ถ้าใช้วัสดุราคาแพง ก็จะไม่พอและอาจไม่
ได้สร้างก็ได้ การใช้วัสดุราคาถูกเป็นการประหยัดเงินของโรงเรียน และยังทำให้
สร้างอุปกรณ์ได้จำนวนมากขึ้นอีกด้วย

7. ควรใช้งานได้หลายอย่างเพื่อจะได้คุ้มค่าแก่การสร้าง สิ้นเปลืองน้อย
และไม่เปลืองที่เก็บรักษา

8. สะดวกในการเก็บรักษา ควรออกแบบให้มีรูปร่างกระชับรัดกุม อาจทำ
ขึ้นส่วนเป็นชุด และถอดเก็บได้สะดวก แต่ไม่ควรมีจำนวนชิ้นมากเกินไป จะตกขาย
ได้ง่าย

9. มีเสถียรภาพดี เพื่อจะได้ไม่ล้มง่าย ทำให้ไม่ชำรุด ไม่เสียเวลาซ่อม
จึงควรออกแบบให้มีจุดศูนย์ถ่วงอยู่ภายในฐานตั้ง และต่ำใกล้ฐาน จึงจะมีเสถียรภาพดี

10. เวลาสาธิต หรือปฏิบัติการทดลอง ต้องให้ผู้เรียนมองเห็นและสังเกต
ได้ชัดเจน ดังนั้นอุปกรณ์ที่สร้างต้องไม่เล็กเกินไป ชิ้นส่วนประกอบต้องไม่บึงกัน

สัทเพรท (สัทเพรท 2523 : 35) ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ
อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ศูนย์เรคแซม (RECSAM) ได้ให้ข้อคิดและคำแนะนำในการ
ออกแบบอุปกรณ์วิทยาศาสตร์สำหรับโรงเรียน ดังนี้

1. อุปกรณ์ที่ออกแบบจะต้องดึงดูดความสนใจ (Attractive) โดยจะ
เน้นสีสรรให้เกิดความรู้สึกน่าจับ น่านำไปทดลอง อย่างนำไปใช้ วัสดุบางอย่าง
เช่น พลาสติกที่มีสีต่าง ๆ อยู่ในตัวเองแล้ว ถ้ามองในแง่ประหยัด จะเห็นว่าไม่ต้อง
หาสีอุปกรณ์อีก และลดเวลาในการทำงาน เป็นก้น ถ้ามองในแง่ความสวยงาม
พลาสติกก็มีสีสวยงามได้

2. อุปกรณ์ทุกชนิดที่ออกแบบ จะต้องคำนึงถึงการประหยัด โดยควรให้ใช้
ร่วมกับอุปกรณ์ชุดอื่น ๆ ได้

3. อุปกรณ์ที่ออกแบบควรคำนึงถึงความแข็งแรง ขนย้ายได้สะดวก
ไม่เสียหาย หรือหล่ง่าย ถอดออกได้สะดวก ประกอบเข้าเป็นชิ้นงานอุปกรณ์ได้ง่าย
เพื่อความเรียบร้อยในการขนย้าย

4. อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า ควรพิจารณาเรื่องความปลอดภัยเป็นสำคัญ
ควรมีคำแนะนำให้ระวังอันตรายด้วย

5. ควรออกแบบให้คำนึงถึงว่าอุปกรณ์นั้นควรจัดให้เป็นหมวดหมู่ง่ายแก่การ
หยิบนำมาใช้ ไม่ให้อยู่ในลักษณะกระจัดกระจาย โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการ
ใช้ระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

วาสนา ขาวหา (วาสนา ขาวหา 2524 : 110 - 111) ได้กล่าวว่า
ลักษณะที่ดีของอุปกรณ์การสอนอย่างง่าย ควรมีลักษณะดังนี้

1. แสดงเรื่องราวหรือเนื้อหาสาระถูกต้องตรงกับความเป็นจริงและ
สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของบทเรียน

2. มีลักษณะที่เหมาะสมกับวัย ความสนใจ และประสบการณ์ของผู้เรียน
มากที่สุด ซึ่งทำให้ผู้เรียนรู้ได้ง่ายขึ้น

3. มีลักษณะหรือการออกแบบที่ดึงดูด และสร้างความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนอยากทราบว่าอุปกรณ์การสอนนั้นจะแสดงอะไร และมีผลอย่างไร ช่วยให้ผู้เรียนมีความตั้งใจเรียนมากยิ่งขึ้น

4. สามารถใช้งานได้ตรงตามลักษณะของอุปกรณ์นั้น ๆ (Function) ต้องใช้งานได้ดี และสม่ำเสมอ จะได้ไม่ต้องเสียเวลาแก้ไขในขณะสอน ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย และขาดความสนใจในบทเรียนนั้น ๆ

5. วัสดุที่ใช้ควรเป็นวัสดุราคาถูก หรือวัสดุเหลือใช้ เพราะจะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและยังสามารถสร้างได้จำนวนมากขึ้นด้วย เนื่องจากโรงเรียนส่วนใหญ่มีงบประมาณในการทำอุปกรณ์การสอนน้อยมาก นอกจากนั้นต้องพิจารณาว่าวัสดุเหลือใช้หรือวัสดุราคาถูกนั้นควรมีอยู่ในท้องถิ่น

6. มีขนาดที่พอเหมาะ ไม่ใหญ่เกินไป เนื่องจากไม่สะดวกในการเคลื่อนย้าย และการเก็บรักษาเพราะเปลืองเนื้อที่ และไม่ควรถูกเล็กเกินไป ผู้เรียนจะไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน จึงควรให้มีขนาดพอเหมาะกับกลุ่มของนักเรียน

7. สะดวกในการใช้และเก็บรักษา เนื่องมาจากการออกแบบที่เหมาะสม รูปทรงกระชับรัดกุม เหมาะแก่การปฏิบัติ และลดอุบัติเหตุอันอาจจะเกิดขึ้นได้

8. มีความคงทนถาวรพอควร ไม่ชำรุดเสียหายง่าย เพราะอุปกรณ์ที่คงทนถาวรจะช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายอันจะต้องสูญเสียกับการสร้างอุปกรณ์ขึ้นมาทดแทน อุปกรณ์ที่แตกหักเสียหายอยู่เรื่อย ๆ

9. ควรใช้งานได้หลายอย่าง ในการออกแบบอุปกรณ์ควรให้ใช้งานได้หลายอย่าง และสามารถดัดแปลงไปใช้กับอุปกรณ์การสอนอื่นได้ง่าย จึงจะได้คุณค่าและไม่เปลืองเนื้อที่ในการเก็บรักษาอีกด้วย

10. ควรเป็นอุปกรณ์การสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนมากที่สุด

จากแนวทางการพิจารณาในการสร้างอุปกรณ์ของผู้เชี่ยวชาญการสร้างและ
ออกแบบอุปกรณ์ดังกล่าวแล้วนี้ พอจะสรุปเป็นหลักเกณฑ์ในการสร้างอุปกรณ์ทดแทนได้
10 ประการ ดังนี้

1. ประหยัดรายจ่าย โดยไร้วัสดุที่ไร้เปล่า วัสดุราคาถูก ที่มีในท้องถิ่น
2. ทำได้ง่าย ไม่ต้องใช้ความชำนาญเป็นพิเศษในการสร้างอุปกรณ์ทดแทนนี้
อาจทำได้โดยครู นักเรียน หรือสมาชิกในชุมชน
3. นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ ข้อสรุป หรือหลักการได้ง่าย และมี
ประสิทธิภาพ
4. อุปกรณ์นี้ต้องพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้ และกระบวนการแสวงหา
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
5. ให้ผลการทดลองที่ถูกต้อง เทียบตรง เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน
6. มีความคงทนถาวร
7. ใช้สะดวก และปลอดภัย
8. การสร้างอุปกรณ์ไม่สิ้นเปลืองเวลามาก
9. ชำรุดแล้วซ่อมเองได้ด้วยตัวครู หรือนักเรียน หรือสมาชิกในชุมชน
10. เก็บรักษาง่าย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและการใช้อุปกรณ์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ ในด้านที่เกี่ยวกับการศึกษาผลการใช้อุปกรณ์
ทดแทนนั้น ยังไม่มีผู้ใดได้วิจัย โดยทั่วไปเป็นงานวิจัยเปรียบเทียบผลที่ได้ระหว่างการ
ใช้และไม่ใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และปัญหาในการสอนที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์วิทยาศาสตร์
จึงขอเสนองานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ และปัญหาการใช้อุปกรณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์
ดังต่อไปนี้

งานวิจัยในประเทศ

เจนวิทย์ ผาสุข (เจนวิทย์ ผาสุข 2521 : 73 - 76) ได้ศึกษาปัญหาและความต้องการของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากกลุ่มตัวอย่าง 176 คน ใน 47 โรงเรียน ของเขตการศึกษา 11 ปีการศึกษา 2520 ได้พบปัญหาและความต้องการของครู คือ ปัญหาของครูได้แก่ นักเรียนขาดทักษะในด้านการอ่าน และค้นคว้า ขาดตำราและวารสารที่ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ ความต้องการของครูมากที่สุดคือ ต้องการห้องปฏิบัติการที่เป็นสัดส่วนโดยเฉพาะและมีอุปกรณ์สมบูรณ์ ส่วนความเห็นทั่วไปของครูวิทยาศาสตร์คือ เอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรไม่พอ อุปกรณ์การสอนไม่ครบ ด้านการสอนครูให้นักเรียนทำการทดลอง และการประเมินผลโดยใช้วิธีให้นักเรียนสอบเป็นข้อเขียนมากที่สุด ต่อมา กิจจา โหริชัย (กิจจา โหริชัย 2523 : 87 - 88) ได้ศึกษาปัญหาการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เช่นกันกับครูโรงเรียนราษฎร์ในกรุงเทพมหานคร จากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นครูใน 51 โรงเรียน ปีการศึกษา 2523 พบว่า ปัญหาเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ครูส่วนมากเห็นว่า วัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีคุณภาพต่ำ ขาดง่าย ครูส่วนน้อยเห็นว่า ครูขาดความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง และในปีงบประมาณ 2524 มันทนา จงสุขสันติกุล (มันทนา จงสุขสันติกุล 2524 : 69 - 71) ได้สำรวจปัญหาของครูวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2524 โดยมีครูกลุ่มตัวอย่าง 263 คน จาก 60 โรงเรียน ได้รวบรวมปัญหาในด้านที่เกี่ยวกับอุปกรณ์ไว้ดังนี้คือ ครูวิทยาศาสตร์มีปัญหาในด้านไม่มีเวลาในการผลิตหรือซ่อมแซมอุปกรณ์การสอน วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สอนมีคุณภาพต่ำ ขาดง่าย และจัดซื้อไม่สะดวก ห้องเรียนโดยทั่วไปไม่มีที่เก็บวัสดุอุปกรณ์จึงทำให้ไม่สะดวกในการนำไปประกอบการเรียนการสอน ต้องการห้องปฏิบัติการที่เป็นสัดส่วนเฉพาะและมีอุปกรณ์การสอนสมบูรณ์ ประมวล คิริพันธ์แก้ว และคนอื่น ๆ (ประมวล คิริพันธ์แก้ว และคนอื่น ๆ มปป. : 7) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมต้น โดยใช้วัสดุในท้องถิ่นของภาคตะวันออก โดยได้สำรวจปัญหาและความสนใจ

ของครูเกี่ยวกับอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ด้วย และพบว่าในภาคตะวันออกของประเทศไทย การจัดหาอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนชั้นมัธยมศึกษามีปัญหาหนักนั้นคือครูวิทยาศาสตร์ได้ระบุปัญหาการขาดแคลนอุปกรณ์การทดลอง ที่มีปัญหามากถึงร้อยละ 22.43 ปัญหาปานกลางร้อยละ 52.23 และปัญหาน้อยร้อยละ 26.34

นอกจากนี้ สิริพร จันทวรรณ (สิริพร จันทวรรณ 2524 : 103 - 109) ได้สำรวจปัญหาและความต้องการสื่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 8 จากครูที่สอนวิทยาศาสตร์กายภาพ 22 คน และนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ จำนวน 764 คน ปีการศึกษา 2523 ได้พบปัญหาและความต้องการในค่านอุปกรณ์การทดลอง ดังนี้

1. ครู ครูมีความเห็นว่า การใช้อุปกรณ์มีปัญหามากที่สุดเกี่ยวกับการไม่มีความรู้ความชำนาญในเรื่องการซ่อมอุปกรณ์การสอน และไม่มีอุปกรณ์ประเภทโสตทัศนูปกรณ์ ส่วนด้านความต้องการ ครูต้องการให้มีปริมาณอุปกรณ์การทดลองให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียน ให้ความสะดวกในการใช้อุปกรณ์การสอน จัดสภาพของห้องเรียนให้เอื้ออำนวยต่อการใช้อุปกรณ์การสอน และต้องการให้จัดหาหนังสือและเอกสารต่าง ๆ เกี่ยวกับอุปกรณ์การสอนที่จะได้ศึกษาหาความรู้ได้ และในด้านความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพประสิทธิภาพ ของอุปกรณ์การทดลองวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพที่ออกแบบโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีคือ อุปกรณ์ส่วนใหญ่มีความคงทนถาวรปานกลาง มีประสิทธิภาพปานกลางแต่แนวโน้มมาทางน้อย เมื่อชำรุดแล้วซ่อมเองได้ ส่วนใหญ่น้อย ความสะดวกในการใช้ปานกลางแต่มีแนวโน้มมาทางมาก และจำนวนเพียงพอในระดับปานกลางแต่มีแนวโน้มมาทางน้อย

2. นักเรียน ปัญหาของนักเรียนในค่านอุปกรณ์คือ มีอุปกรณ์ไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน และบางบทเรียนในโรงเรียนไม่มีอุปกรณ์ทดลอง ในด้านความต้องการสื่อการสอน นักเรียนต้องการให้ครูแนะนำเทคนิคการใช้อุปกรณ์การทดลอง ต้องการได้รับความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ และต้องการให้ครูใช้รูปภาพ ของจริง การศึกษานอกสถานที่ ใช้สไลด์ ภาพยนตร์ประกอบการสอน และในด้านความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อ

คุณภาพ ประสิทธิภาพของอุปกรณ์การทดลองวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพที่ออกแบบโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่นักเรียนมีความคิดเห็นว่าอุปกรณ์ส่วนใหญ่มีความคงทนปานกลาง แต่มีแนวโน้มทางน้อย มีประสิทธิภาพปานกลาง แนวโน้มทางน้อย เมื่อชำรุดแล้วซ่อมเองได้น้อยที่สุด สะดวกในการใช้มากที่สุด และจำนวนอุปกรณ์มีไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน

จากงานวิจัยในประเทศ พอจะสรุปผลของการวิจัยได้ว่า อุปกรณ์การทดลองที่ใช้ในการเรียนการสอนทั้งระดับมัธยมศึกษา และมัธยมศึกษาตอนปลาย ส่วนใหญ่มีจำนวนไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน ชำรุดง่ายและซ่อมเองได้ยาก

งานวิจัยต่างประเทศ

การ์ซอน (Garzon. 1964 : 1025) ได้วิเคราะห์ปัญหาในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาของประเทศฟิลิปปินส์ พบปัญหาต่าง ๆ ดังนี้

1. อุปกรณ์การสอนและเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์มีไม่เพียงพอ
2. ขาดตำรา และนิตยสารต่าง ๆ ที่จะช่วยส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ให้ได้น่าสนใจยิ่งขึ้น
3. ความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์ของครูมีไม่เพียงพอ
4. ไม่มีการอบรมครูวิทยาศาสตร์ให้ก้าวหน้าทางวิชาการ
5. วิธีการประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ดีพอ
6. หลักสูตรและประมวลการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่
7. ครูวิทยาศาสตร์มีจำนวนชั่วโมงสอนมากเกินไป จนไม่มีโอกาสได้ปรับปรุงการสอนของตนเอง
8. ครูไม่มีความเข้าใจเกี่ยวกับจุดมุ่งหมาย และการตั้งจุดมุ่งหมายเฉพาะในการสอน ระดับประถมศึกษาคือ

ส่วนคลินตัน (Clinton, 1966 : 1683) ได้ศึกษาปัญหาครูใหม่ในรัฐเท็กซัส โดยมีความมุ่งหมายที่จะค้นหาปัญหาต่าง ๆ ของครูใหม่เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับการจัดโปรแกรมการเรียน การวิจัยใช้ประชากรซึ่งเป็นครูใหม่ในรัฐเท็กซัส จำนวน 100 คน พบว่า ครูใหม่มีปัญาเกี่ยวกับอุปกรณ์การสอน ดังนี้

1. มีความยากลำบากในการใช้โสตทัศนวัสดุ
2. มีปัญหาการใช้โสตทัศนวัสดุให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน
3. ไม่มีเวลาเตรียมอุปกรณ์การสอน
4. ไม่มีที่เก็บอุปกรณ์การสอน
5. การหาแหล่งวัสดุที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนลำบาก

และสเปน (Spain, 1971 : 285 - 290) ได้ศึกษาถึงปัญหาเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ การสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ วิธีและเทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา และความยุ่งยากทั่วไปในการสอนวิทยาศาสตร์ จากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นครูวิทยาศาสตร์ 33 คน ใน 8 โรงเรียน ในนอร์ทเทินไนจีเรีย ผลการวิจัยพบว่า

1. มีครูจำนวน 18 คน คิดว่าแบบเรียนยังไม่เพียงพอสำหรับเด็กและเนื้อหาในแบบเรียนยังไม่เหมาะสม
2. มีครูจำนวน 16 คน เห็นว่า เครื่องมือการทดลองเพียงพอแล้ว แต่ยังมีครูอีก 15 คน ยังเห็นว่าต้องการเครื่องมือในการทดลองวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเพิ่มขึ้น
3. มีครูจำนวน 32 คน มีความเห็นว่า ควรจะได้มีการทบทวนวิธีการทดลองใหม่ และการสอนเนื้อหา นั้นควรจะเน้นที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเด็กมากขึ้น

จากงานวิจัยต่างประเทศ พอจะสรุปผลการวิจัยได้ว่า ครูต้องการให้มีการแนะนำช่วยเหลือเกี่ยวกับอุปกรณ์การทดลอง และโสตทัศนูปกรณ์ ตลอดจนต้องการมีสถานที่เก็บอุปกรณ์เมื่อใช้แล้ว และมีปัญหามากในค่านไม่มีอุปกรณ์เพียงพอ ไม่มีเวลาเตรียมอุปกรณ์ และขาดความรู้ในการใช้อุปกรณ์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพรหมานุสรณ์ อำเภอมะนัง จังหวัดเพชรบุรี ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2527 มีนักเรียน 6 ห้องเรียน จำนวน 240 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพรหมานุสรณ์ อำเภอมะนัง จังหวัดเพชรบุรี ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2527 จำนวน 80 คน โดยการสุ่มนักเรียนมาจำนวน 2 ห้องเรียนจากนักเรียนทั้งหมด 6 ห้องเรียน โดยวิธีจับฉลาก และสุ่มโดยวิธีจับฉลากอีกครั้งเพื่อให้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองค้างนี้ เป็นวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องโลกและดวงดาว ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ เนื้อหาแบ่งเป็น 5 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

1. โลก : ดาวเคราะห์บ้านของเรา
2. ดวงจันทร์ : บริวารของโลก
3. ดาวเคราะห์ : เพื่อนบ้านของเรา
4. ดวงอาทิตย์ : ผู้ให้กำเนิดพลังงานแก่ชีวิต
5. ดาวฤกษ์ : ดวงดาวที่อยู่ไกลแสนไกล

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2527 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 22 คาบ คาบละ 50 นาที ทดลองสัปดาห์ละ 4 คาบต่อกลุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง มีดังนี้

1. อุปกรณ์ทดแทน และวิธีทำการทดลอง
2. แผนการสอน
3. แบบทดสอบย่อย
4. แบบทดสอบรวม

การสร้างอุปกรณ์ทดแทนและวิธีทำการทดลอง

ขั้นตอนในการสร้างอุปกรณ์ทดแทนและวิธีทำการทดลอง มีดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร แบบเรียน คู่มือครู อุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน และจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องโลกและดวงดาวของกระทรวงศึกษาธิการ ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ พุทธศักราช 2524
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละการทดลอง ตามที่กำหนดไว้ในคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องโลกและดวงดาว
3. ศึกษาหลักการสร้างอุปกรณ์ทดแทน
4. สำนวจวัสดุในท้องถิ่นที่จะนำมาสร้างอุปกรณ์ทดแทน
5. ออกแบบอุปกรณ์ทดแทน โดยมีหลักเกณฑ์ ดังต่อไปนี้
 - 5.1 ประหยัดรายจ่าย โดยใช้วัสดุที่ใกล้เปลา หรือวัสดุราคาถูกที่มีในท้องถิ่น
 - 5.2 ทำได้ง่าย ไม่ต้องใช้ความชำนาญพิเศษในการสร้างอุปกรณ์ทดแทน อาจทำได้โดยนักเรียน ครู หรือสมาชิกในชุมชน

5.3 นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ ข้อสรุป หรือหลักการได้ง่าย
และมีประสิทธิภาพ

5.4 อุปกรณ์นั้นต้องพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้และกระบวนการ
แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5.5 ต้องให้การทดลองที่ถูกต้อง เที่ยงตรง เหมาะสมกับระดับ
ของผู้เรียน

5.6 มีความคงทนถาวร

5.7 ใช้สะดวก และปลอดภัย

5.8 การสร้างอุปกรณ์ไม่สิ้นเปลืองเวลามาก

5.9 ชำรุดแล้วซ่อมเองได้ด้วยตัวครู นักเรียน หรือสมาชิกในชุมชน

5.10 เก็บรักษาง่าย

6. สร้างอุปกรณ์ทดแทนตามเกณฑ์ในข้อ 5 พร้อมด้วยวิธีทำการทดลองและ
แผนการสอน

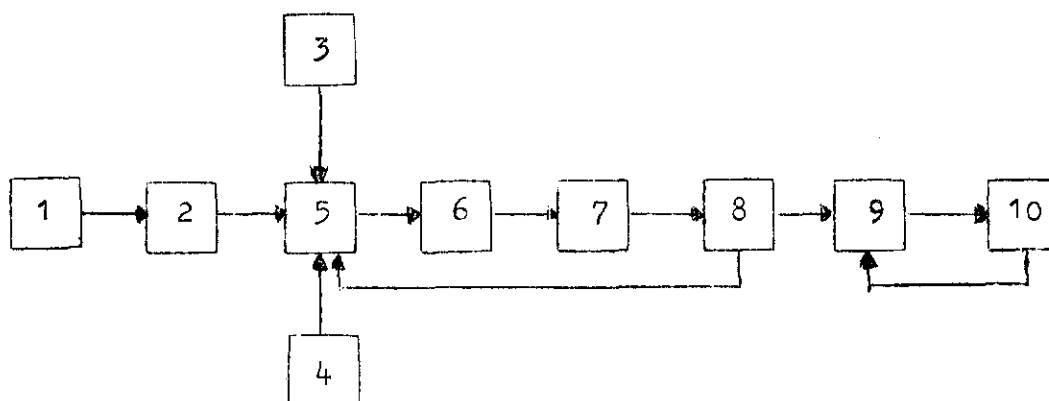
7. ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์อุปกรณ์ทดแทนตามเกณฑ์ ข้อ 5 ปรับปรุงแก้ไข
ครั้งที่ 1

8. ทดลองใช้อุปกรณ์ทดแทน นำอุปกรณ์ทดแทนที่ผ่านการตรวจ และปรับปรุง
แก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเบ็ญจมเทพอุทิศ
อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 6 คน ปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 2

9. สร้างอุปกรณ์ทดแทน จำนวน 12 ชุด ในแต่ละการทดลองเพื่อให้เพียงพอ
กับการเรียนการสอน 1 ห้องเรียน

10. ทดลองใช้อุปกรณ์ทดแทน 12 ชุด กับการเรียนการสอนในห้องเรียนจริง
กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเบ็ญจมเทพอุทิศ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี
นำผลการทดลองมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

ลำดับขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์ทดแทนสรุปเป็นภาพประกอบได้ดังนี้



- 1 = ศึกษาหลักสูตร แบบเรียน คู่มือครู อุปกรณ์ ตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ
- 2 = กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้
- 3 = ศึกษาหลักการสร้างอุปกรณ์ทดแทน
- 4 = สำรวจวัสดุในท้องถิ่นที่จะนำมาใช้ในการสร้างอุปกรณ์ทดแทน
- 5 = ออกแบบอุปกรณ์ทดแทน
- 6 = สร้างอุปกรณ์ทดแทน 1 ชุด พร้อมด้วยวิธีการทดลองและแผนการสอน
- 7 = ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์อุปกรณ์ทดแทน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
- 8 = ทดลองใช้อุปกรณ์ทดแทนกับนักเรียนกลุ่มเล็ก และปรับปรุง
- 9 = สร้างอุปกรณ์ทดแทน 12 ชุด
- 10 = ทดลองใช้อุปกรณ์ทดแทนกับนักเรียนในห้องเรียนจริง และปรับปรุง

ภาพประกอบ 5 ลำดับขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์ทดแทน

การวิเคราะห์อุปกรณ์ทดแทน

ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และด้านการสอน วิทยาศาสตร์กายภาพ จำนวน 6 ท่าน วิเคราะห์อุปกรณ์ทดแทน ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา อุปกรณ์ทดแทน และวิธีการทดลอง แล้วถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญตามวิธีของ ลิเคิร์ต (Likert) (ฉนวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2524 : 154)

ตัวอย่าง แบบวิเคราะห์อุปกรณ์ทดแทน

เกณฑ์	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
(๐) ประหยัดรายจ่าย โดยใช้วัสดุในท้องถิ่น ที่ได้เปล่าหรือราคาต่ำ					
(๐๐) ทำได้ง่าย ไม่ต้องใช้ ความชำนาญพิเศษใน การสร้าง อุปกรณ์ทดแทนนี้อาจ ทำได้โดยนักเรียน ครู หรือสมาชิกใน ชุมชน					

โดยกำหนดให้	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	มีน้ำหนักคะแนน	5
	เห็นด้วยมาก	มีน้ำหนักคะแนน	4
	เห็นด้วย	มีน้ำหนักคะแนน	3
	ไม่เห็นด้วย	มีน้ำหนักคะแนน	2
	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	มีน้ำหนักคะแนน	1

จากนั้นนำคะแนนรวมที่ได้จากการวิเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ย ถ้าได้ค่าเฉลี่ยเกินครึ่ง ถือว่าอุปกรณ์ทดแทนที่สร้างขึ้นนั้นเหมาะสมแล้ว ถ้าได้ค่าเฉลี่ยไม่ถึงครึ่ง ต้องปรับปรุงแก้ไข

การสร้างแผนการสอน

การสร้างแผนการสอนมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร แบบเรียน คู่มือครู และอุปกรณ์ทดแทนวิชาวิทยาศาสตร์ ภายภาพ เรื่องโลกและดวงดาว ของกระทรวงศึกษาธิการ ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ภายภาพ พุทธศักราช 2524

2. กำหนดจำนวนคาบของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยถือความสอดคล้องกับข้อเสนอแนะในคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ภายภาพ เรื่องโลกและดวงดาว ดังนี้

2.1	โลก : ดาวเคราะห์บ้านของเรา	4	คาบ
2.2	ดวงจันทร์ : บริวารของโลก	5	คาบ
2.3	ดาวเคราะห์ : เพื่อนบ้านของเรา	3	คาบ
2.4	ดวงอาทิตย์ : ผู้ให้กำเนิดพลังงานแก่ชีวิต	5	คาบ
2.5	ดาวฤกษ์ : ดวงดาวที่อยู่ไกลแสนไกล	5	คาบ

รวม 22 คาบ

3. สร้างแผนการสอน โดยวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรม อุปกรณ์ทดแทน และการประเมินผล

4. นำแผนการสอนให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมสอดคล้องกับข้อ 3
5. ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการทดลอง

การสร้างแบบทดสอบย่อย

แบบทดสอบย่อย (Formative Test) เป็นแบบทดสอบประเภทอิงจุดประสงค์ (Objective-Referenced Test) แบบปรนัย 5 ตัวเลือก ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยมีลำดับขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบ
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ตามที่มีในคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง โลกและดวงดาว

3. สร้างข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

4. หากคุณภาพของแบบทดสอบ

4.1 หากความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้วิธีของ โรวินELLI

และแฮมเบิลตัน (อังกฤษ สายยศ 2526 : 121 - 122 อ้างอิงมาจาก Rovinelli and Hambleton, 1976) คือ นำข้อสอบและจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านการประเมินผล พิจารณาประเมินความสอดคล้อง จำนวน 4 ท่าน ดังตัวอย่าง

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้ วัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
 นั้น ๆ หรือไม่ ให้ท่านพิจารณาให้คะแนน ดังนี้

- +1 = ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้
 0 = ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้
 -1 = ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
จำแนกประเภทของ ดาวเคราะห์ในระบบ สุริยโคจรโดยใช้เกณฑ์ ต่าง ๆ ได้	1. เกณฑ์ข้อใดที่ใช้จำแนกดาวเคราะห์ ในระบบสุริยออกเป็นดาวเคราะห์ วงในและดาวเคราะห์วงนอก ก. ความหนาแน่นของบรรยากาศ บนดาวเคราะห์ ข. ทิศทางการเคลื่อนที่ของ ดาวเคราะห์ ค. ขนาดของดาวเคราะห์ ง. วงโคจร จ. โลก 2. เกณฑ์ข้อใดที่ใช้จำแนกดาวเคราะห์ ในระบบสุริยออกเป็นดาวเคราะห์ จำพวกโลกและดาวเคราะห์ยักษ์ ก. โลก ข. วงโคจร ค. ดาวบริวาร ง. ขนาดของดาวเคราะห์ยักษ์ จ. ขนาดของดาวเคราะห์ ใกล้เคียงกับโลก			

เมื่อผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแล้ว นำคะแนนพิจารณาหาค่าเฉลี่ย ข้อสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้จริง จะมีค่าคะแนนเฉลี่ย ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

นำข้อสอบที่ผ่านการพิจารณาความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้แล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเบ็ญจมเพญพิศ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 100 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2527 ซึ่งได้เรียนเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้แล้ว และตรวจให้คะแนน 1 คะแนนสำหรับข้อถูก 0 คะแนนสำหรับข้อผิด

4.2 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ หลังจากได้นำข้อสอบไปทดสอบกับนักเรียนแล้ว นำคะแนนที่ตรวจได้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรดังนี้ ของ เบรนนัน (Brennan Index) (อังกฤษ สายยศ 2526 : 123) และคัดเลือกเฉพาะข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.00 ขึ้นไป

4.3 หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ หาได้โดยใช้สูตรสัดส่วนของการทำข้อสอบ (อังกฤษ สายยศ 2526 : 122) และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ .50 ของคนที่ทำถูกขึ้นไป

4.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรของ โลเวท (อังกฤษ สายยศ 2526 : 124) โดยวิธี Binomial ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 5 เท่ากับ .76, .81, .83, .72 และ .72 ตามลำดับ

การสร้างแบบทดสอบรวม

แบบทดสอบรวม เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น จำนวน 60 ข้อ โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบ
2. สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม โดยจำแนกเป็น 4 พฤติกรรม

ดังนี้

ความรู้ความจำ (Knowledge)

ความเข้าใจ (Comprehension)

การนำไปใช้ (Application)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skill)

ในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาประเมินมีดังต่อไปนี้

ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล

ทักษะในการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ทักษะในการทำนายและตั้งสมมติฐาน

ทักษะในการออกแบบการทดลองและความคุมตัวแปร

(เอกสารการประเมินผลการ เรียนการสอนที่ใช้ในการอบรมครูวิทยาศาสตร์

สาขาวิจัยและประเมินผล สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2526 : 1 - 4)

ผู้วิจัยได้สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม โดยจำแนกพฤติกรรมเป็น 2 ประเภท ได้แก่พฤติกรรมในด้านความรู้ความจำความเข้าใจและการนำไปใช้จากเนื้อหา และพฤติกรรมในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเนื้อหา ผู้วิจัยแจกแจงเนื้อหาในแต่ละหน่วยย่อย แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและพฤติกรรม 10 ท่าน พิจารณาว่าเนื้อหาย่อยข้อใด เหมาะสมที่จะประเมินพฤติกรรมด้านใดของนักเรียน ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง แบบประเมินพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้
จากเนื้อหา

เนื้อหา \ พฤติกรรม	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การนำ ไปใช้
โลก : คาวเคราะห์บ้านของเรา - พื้นฐานและการโคจรของ โลกในระบบสุริยะ - ทัศนโลก			

ตัวอย่าง แบบประเมินพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากเนื้อหา

เนื้อหา \ พฤติกรรม	ทักษะในการ จัดกระทำกับ ข้อมูล	ทักษะในการ ตีความหมาย ข้อมูลและลง ข้อสรุป	ทักษะในการ ทำนายและ ตั้งสมมติฐาน	ทักษะในการ ออกแบบการ ทดลองและ ควบคุมตัวแปร
โลก : คาวเคราะห์ บ้านของเรา - พื้นฐานและ การโคจรของ โลกในระบบ สุริยะ - ทัศนโลก				

3. สร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 60 ข้อ โดยให้มีข้อสอบที่วัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ จากเนื้อหาจำนวน 30 ข้อ และข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 30 ข้อ นำข้อสอบให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินผลและเนื้อหาตรวจ จำนวน 4 ท่าน แล้วปรับปรุง

4. นำข้อสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเบ็ญจมเทพอุทิศ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 100 คน ที่เรียนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องโลกและดวงดาวแล้ว ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2527 และตรวจให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อถูก และ 0 คะแนน สำหรับข้อผิด

5. หากคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากที่ได้ทดสอบนักเรียน และตรวจให้คะแนนแล้ว นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

5.1 หาค่าอำนาจจำแนกโดยวิธีเทคนิค 27 % จากตารางจุง-เต-แฟน (Chung-Teh Fan, 1952 : 1 - 32) หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบแต่ละข้อ คัดเลือกเฉพาะข้อสอบที่มีค่า P อยู่ระหว่าง .20 - .80 และค่า r ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 40 ข้อ โดยมีข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ จากเนื้อหา จำนวน 20 ข้อ และข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเนื้อหา จำนวน 20 ข้อ

5.2 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ โดยนำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 40 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR - 20 ของ คูเคอร์ วิชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .78 แล้วหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SE_{meas}) ได้เท่ากับ 2.96

แผนดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบ Randomized Control group Pretest - Posttest Design

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ทำการทดสอบก่อนเรียนทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบรวม
2. กลุ่มทดลองทำการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน ส่วนกลุ่มควบคุมทำการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. สอนกลุ่มละ 22 คาบ
3. ทำการทดสอบหลังจบการเรียนรู้แต่ละหน่วย โดยใช้แบบทดสอบย่อย
4. ทดสอบหลังจบการเรียนรู้เนื้อหาทั้งหมด โดยใช้แบบทดสอบรวมฉบับเดิม
5. นำคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (ว.015) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2527 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเป็นตัวแปรรวม

รูปแบบของการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนกับการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. เปรียบเทียบได้ดังนี้

รูปแบบของการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนกับการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.

การสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน	การสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.
1. ก่อนเรียนนักเรียนทำแบบทดสอบรวม	1. ก่อนเรียนนักเรียนทำแบบทดสอบรวม
2. ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้และการผ่านเกณฑ์	2. ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้และการผ่านเกณฑ์
3. กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน	3. กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน
4. อภิปรายก่อนการทดลองในการใช้อุปกรณ์ทดแทน	4. อภิปรายก่อนการทดลองในการใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.

การสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน	การสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.
5. นักเรียนศึกษาลำดับชั้นของวิธีการทดลองตามเอกสารแสดงวิธีทำการทดลองโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น	5. นักเรียนศึกษาลำดับชั้นของวิธีการทดลองตามแบบเรียนของ สสวท.
6. นักเรียนปฏิบัติการทดลองโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนและบันทึกข้อมูล	6. นักเรียนปฏิบัติการทดลองโดยใช้อุปกรณ์แบบของสสวท. และบันทึกข้อมูล
7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปบทเรียน	7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปบทเรียน
8. นักเรียนทำแบบฝึกหัดขณะเรียน	8. นักเรียนทำแบบฝึกหัดขณะเรียน
9. นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยหลังจบการเรียนรู้แต่ละหน่วย	9. นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยหลังจบการเรียนรู้แต่ละหน่วย
10. เรียนซ่อมเสริมสำหรับผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ 80%	10. เรียนซ่อมเสริมสำหรับผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ 80%
11. หลังจบการเรียนรู้ทุกหน่วย นักเรียนทำแบบทดสอบรวม	11. หลังจบการเรียนรู้ทุกหน่วย นักเรียนทำแบบทดสอบรวม

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่
 การหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)
 การหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)
 และการหาค่าความแปรปรวน (S^2)

2. ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มในเนื้อหาแต่ละหน่วยย่อย โดยใช้ z -test แบบทดสอบสัดส่วน (ฉวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2524 : 105)
3. ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเนื้อหาทั้งหมด โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) (อังคณา สายยศ 2525 : 134)
4. หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบของแบบทดสอบย่อย โดยใช้สูตรดัชนี บี ของเบรนนัน (Brennan Index) (อังคณา สายยศ 2526 : 123)
5. หาค่าความยากง่ายของข้อสอบของแบบทดสอบย่อย โดยใช้สูตรสัดส่วนของการทำข้อสอบ (อังคณา สายยศ : 122)
6. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อย โดยใช้สูตรของ โลเวท (อังคณา สายยศ 2526 : 124) โดยวิธี Binomial
7. หาค่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบรวมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเคอร์ ริชาร์ดสัน (ฉวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2524 : 169)
8. ทดสอบความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และ หลังเรียนภายในกลุ่มของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยใช้สูตร t -test dependent (ฉวน สายยศ และอังคณา สายยศ 2524 : 99)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ระหว่างนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนกับนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.

2. การศึกษาพัฒนาการทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน และนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.

3. การเปรียบเทียบผลการเรียนในการสอบย่อยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ระหว่างนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน กับนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนกับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.

ผู้วิจัยได้นำคะแนนตัวแปรรวม คะแนนทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนสอน และหลังสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว (X') ดังแสดงตามตาราง 1

ตาราง 1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

แหล่งตัวแปร	จำนวน นักเรียน	คะแนนของ ตัวแปรรวม		สอบก่อนเรียน		สอบหลังเรียน		$\bar{X}$
		$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	
กลุ่มทดลอง	40	78.00	4.10	13.1	1.68	28.30	2.73	27.61
กลุ่มควบคุม	40	75.05	5.20	12.5	1.74	26.15	2.89	26.84

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของตัวแปรรวมของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 78.00 และกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 75.05 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนตัวแปรรวมของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 4.10 และกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 5.20 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพก่อนเรียนของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 13.1 และกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 12.5 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 1.68 กลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 1.74 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพหลังเรียนของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 28.30 กลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 26.15 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 2.73 กลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 2.89 และคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 27.61 และกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 26.84

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม ดังแสดงตามตาราง 2

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

แหล่งตัวแปร	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	10.5151	1	10.5151	3.14224
ภายในกลุ่ม	257.672	77	3.34638	
รวม	268.1871	78		

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
กายภาพของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
.05 แสดงว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนกับนักเรียน
กลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ไม่แตกต่างกัน

2. การศึกษาพัฒนาการทางค่านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ
ของนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน และนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดย
ใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพก่อนเรียน
และหลังเรียนของกลุ่มทดลอง ที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน มาเปรียบเทียบ
ความแตกต่างซึ่งแสดงตามตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนเรียนและหลังเรียนของคะแนน
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของกลุ่มทดลอง

คะแนน	Σ	ΣD	ΣD^2	t
ก่อนเรียน	40	610	9,446	50.2885*
หลังเรียน				

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนมีพัฒนาการทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบความแตกต่าง ทั้งแสดงตามตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนเรียนและหลังเรียนของคะแนน
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของกลุ่มควบคุม

คะแนน	N	ΣD	ΣD^2	t
ก่อนเรียน	40	535	7,429	31.9594*
หลังเรียน				

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. มีพัฒนาการทางค่านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ผู้วิจัยได้แสดงการเปรียบเทียบพัฒนาการทางค่านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ($\bar{X}_D$) และความแตกต่างของความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S_D) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้งแสดงตามตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบพัฒนาการทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
กายภาพ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	N	$\bar{X}_D$	S_D	t
ทดลอง	40	15.25	1.92	3.676*
ควบคุม	40	13.375	2.65	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 5 ปรากฏว่าพัฒนาการทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนในกลุ่มทดลองที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน มีพัฒนาการทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.

3. การเปรียบเทียบผลการเรียนในการสอบย่อยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนกับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.

ผลการเรียนในการสอบย่อยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของกลุ่มทดลองที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน และกลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 5 มีสัดส่วนผู้ผ่านเกณฑ์และผลการทดสอบสัดส่วนผู้ผ่านเกณฑ์ 80% ด้วย z - test แบบทดสอบสัดส่วน ดังแสดงตามตาราง 6 - 10 ดังนี้

ตาราง 6 ผลการทดสอบสัดส่วนผู้ผ่านเกณฑ์ในการสอบย่อยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่ม	จำนวนนักเรียน ทั้งหมดในกลุ่ม	จำนวน ผู้ผ่านเกณฑ์ 80 %	z
ทดลอง	40	18	2.128*
ควบคุม	40	9	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 6 ปรากฏว่าสัดส่วนผู้ผ่านเกณฑ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า การสอน
โดยใช้อุปกรณ์ทดแทนในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ส่งผลให้จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 80%
มากกว่ากลุ่มควบคุม

ตาราง 7 ผลการทดสอบสัดส่วนผู้ผ่านเกณฑ์ในการสอบย่อยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่ม	จำนวนนักเรียน ทั้งหมด	จำนวน ผู้ผ่านเกณฑ์ 80%	z
ทดลอง	40	18	2.6534*
ควบคุม	40	7	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 7 ปรากฏว่าสัดส่วนผู้ผ่านเกณฑ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ส่งผลให้จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 80% มากกว่ากลุ่มควบคุม

ตาราง 8 ผลการทดสอบสัดส่วนผู้ผ่านเกณฑ์ในการสอบย่อยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่ม	จำนวนนักเรียน ทั้งหมด	จำนวน ผู้ผ่านเกณฑ์ 80%	z
ทดลอง	40	19	2.3408*
ควบคุม	40	9	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 8 ปรากฏว่า สัดส่วนผู้ผ่านเกณฑ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ส่งผลให้จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 80% มากกว่ากลุ่มควบคุม

ตาราง 9 ผลการทดสอบสัดส่วนผู้ผ่านเกณฑ์ในการสอบย่อยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่ม	จำนวนนักเรียน ทั้งหมด	จำนวน ผู้ผ่าน เกณฑ์ 80 %	Z
ทดลอง	40	17	2.7176*
ควบคุม	40	6	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 9 ปรากฏว่า สัดส่วนผู้ผ่านเกณฑ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า
การสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ส่งผลให้จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์
80 % มากกว่ากลุ่มควบคุม

ตาราง 10 ผลการทดสอบสัดส่วนผู้ผ่านเกณฑ์ในการสอบย่อยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในหน่วยการ เรียนที่ 5

กลุ่ม	จำนวนนักเรียน ทั้งหมด	จำนวน ผู้ผ่านเกณฑ์ 80 %	Z
ทดลอง	40	17	2.1709*
ควบคุม	40	8	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 10 ปรากฏว่า สัดส่วนผู้ผ่านเกณฑ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
ในหน่วยการ เรียนที่ 5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า
การสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนในหน่วยการ เรียนที่ 5 ส่งผลให้จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์
80 % มากกว่ากลุ่มควบคุม

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยใช้อุปกรณ์ทดแทนกับอุปกรณ์แบบของ สสวท. กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งพอจะสรุปลำดับขั้นและผลของการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ระหว่างนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน กับนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน และนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.
3. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนในการสอนย่อยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ระหว่างนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน กับนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท.

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนและนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. แตกต่างกัน
2. พัฒนาการทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน สูงขึ้น

3. พัฒนาการทางค่านิยมสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. สูงขึ้น

4. สัดส่วนของผู้ผ่านเกณฑ์จากการสอนย่อยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน และนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2527 โรงเรียนพรหมานุสรณ์ จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 40 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

2.1 อุปกรณ์ทดแทนและวิธีทำการทดลอง ผู้วิจัยได้สร้างอุปกรณ์ทดแทนจากวัสดุที่หาง่ายและราคาถูกที่มีในท้องถิ่น พร้อมด้วยวิธีทำการทดลอง โดยให้สอดคล้องกับหลักสูตรแบบเรียนและจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละการทดลอง ตามที่กำหนดไว้ในคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง โลกและดวงดาว ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ของกรมวิชาการ จำนวน 9 ชุด ใช้สำหรับทำการทดลอง 9 เรื่อง วิเคราะห์อุปกรณ์ทดแทนโดยผู้เชี่ยวชาญด้านผลิตอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และด้านการสอนวิทยาศาสตร์กายภาพ ปรากฏว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของการวิเคราะห์อุปกรณ์ทดแทนการทดลองที่ 1 - 9 เกินครึ่งหนึ่งของคะแนนทั้งหมด คือ เท่ากับ 46.29, 46.83, 45.0, 48.65, 45.65, 47.32, 46.99, 46.49 และ 46.48 ตามลำดับ

2.2 แผนการสอน ผู้วิจัยได้สร้างแผนการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนสำหรับกลุ่มทดลอง ส่วนแผนการสอนที่ไม่มีการทดลองของกลุ่มทดลองและแผนการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. สำหรับกลุ่มควบคุมนั้นได้ใช้ตามคู่มือครูของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

2.3 แบบทดสอบย่อย เป็นแบบทดสอบประเภท อิงจุดประสงค์ (Objective - Referenced Test) แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อใช้ทดสอบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยมีจำนวนข้อสอบในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 5 เท่ากับ 13, 19, 14, 13 และ 11 ข้อตามลำดับ และแบบทดสอบย่อยหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 5 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .76, .81, .83, .72 และ .72 ตามลำดับ

2.4 แบบทดสอบรวม เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 40 ข้อ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .78

3. การดำเนินการทดลอง

- 3.1 ทำการทดสอบก่อนเรียนทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบรวม
- 3.2 กลุ่มทดลองทำการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน ส่วนกลุ่มควบคุมทำการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. สอนกลุ่มละ 22 คาบ คาบละ 50 นาที โดยจำแนกเนื้อหาออกเป็น 5 หน่วยการเรียนรู้
- 3.3 ทำการทดสอบหลังจบการเรียนรู้แต่ละหน่วยโดยใช้แบบทดสอบย่อย
- 3.4 ทำการทดสอบหลังจบการเรียนรู้ทั้งหมดโดยใช้แบบทดสอบรวมฉบับเดิม

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ ANCOVA
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้ t-test แบบ Dependent Sample
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้ t-test แบบ Dependent Sample

4. เปรียบเทียบผลการเรียนในการสอบย่อยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแต่ละหน่วยการเรียน ในหน่วยการเรียนที่ 1 - 5 โดยใช้ z -test แบบทดสอบสัดส่วน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนและนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนมีพัฒนาการทางก้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. มีพัฒนาการทางก้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ผลการเรียนในการสอบย่อยระหว่างนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนกับนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกหน่วยการเรียน

อภิปรายผล

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ
ในการศึกษาค้นคว้าพบว่า นักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนและนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพไม่แตกต่างกัน การที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไม่แตกต่างกันนี้อาจเนื่องมาจาก
1.1 วิธีสอน เนื่องจากวิธีสอนที่ใช้ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นวิธีเดียวกันคือ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีกิจกรรมสำคัญคือ การทดลองและการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียน และมีลำดับขั้นตอนในการสอนเนื้อหาที่มีการทดลอง

3 ขั้นตอนเช่นเดียวกัน ได้แก่ การอภิปรายก่อนการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลอง จากขั้นตอนของการสอนและบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนที่เป็นทำนองเดียวกันนี้ ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้และได้รับการฝึกฝนกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้โดยเท่าเทียมกัน จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้จากผลการวิจัยของสัญญา ทิพยเสนา (สัญญา ทิพยเสนา 2517 : 55 - 56) อุทัย ชีวะชนรักษ์ (อุทัย ชีวะชนรักษ์ 2517 : 40 - 41) ปรีดา เพชรมีศรี (ปรีดา เพชรมีศรี 2518 : 29) นพเก้า สุนทรเกส (นพเก้า สุนทรเกส 2518 : 46) สุมณ โอสถานนท์ (สุมณ โอสถานนท์ 2519 : 52) และเพียววินคีสุข (เพียววินคีสุข 2523 : 34) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอนที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยเป็นไปในทำนองเดียวกัน คือพบว่านักเรียนที่เรียนจากวิธีสอนที่แตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

1.2 ผลจากการเรียนซ่อมเสริม เนื่องจากภายหลังจากจบการเรียนการสอนในแต่ละหน่วย ผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม ได้ทำการทดสอบย่อย ผู้สอนแจ้งผลการสอบและข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการเรียนให้นักเรียนทราบโดยทันที หลังจากนั้นผู้เรียนจะได้รับการแก้ไขข้อบกพร่องจากการเรียนซ่อมเสริมจนกระทั่งมีความรู้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้ผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีความรู้พื้นฐานเพียงพอที่จะเรียนหน่วยการเรียนต่อไป ดังนั้นหลังจากจบการเรียนการสอนทุกหน่วยแล้ว ผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่มจึงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเท่าเทียมกัน ดังคำกล่าวของบลูม (Bloom, 1976 : 4) ที่กล่าวไว้ว่าคนทุกคนหรือเกือบทุกคนสามารถเรียนวิชาที่จัดสอนในโรงเรียนจนถึงขั้นรอบรู้ได้ ถ้าสามารถจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับแต่ละคน ให้เวลาสำหรับเรียนวิชานั้น ๆ ให้มากเพียงพอกับความสามารถของผู้เรียน และในระหว่างเรียนนั้น ผู้เรียนได้รับความช่วยเหลือแก้ไขข้อผิดพลาดและข้อบกพร่องในการเรียนอย่างทันที่

1.3 เวลา การศึกษารั้วนี้ ได้ใช้เวลาในการเรียนการสอนกลุ่มละ 22 คาบ ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีโอกาสที่จะทำความเข้าใจการเรียน การสอน และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างเพียงพอ ดังนั้นหลังจากจบการเรียน การสอนทุกหน่วยแล้วผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม จึงสามารถเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้โดยเท่าเทียมกัน สำหรับการให้เวลาแก่นักเรียนแต่ละคนอย่างเพียงพอนี้ แครอล (Carroll, 1963 : 730) ได้ให้แนวคิดไว้ว่า ถ้าให้เวลาแก่นักเรียนแต่ละคนตามที่นักเรียนต้องการเพื่อทำคะแนน ให้ถึงเกณฑ์ และนักเรียนได้ใช้เวลาในการเรียนอย่างจริงจังแล้ว นักเรียนจะสามารถ ทำคะแนนได้ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งทำให้สามารถบรรลุผลการเรียนนั้นได้ตามต้องการ

1.4 อุปกรณ์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอนของกลุ่มทดลองคือ อุปกรณ์ทดแทนซึ่งได้สร้างขึ้นเพื่อให้ทดแทนอุปกรณ์แบบของ สสวท. และได้ผ่านการ วิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตอุปกรณ์ และด้านการสอนวิทยาศาสตร์แล้วว่า อุปกรณ์ทดแทนชุดนี้ควรจะทำให้ให้นักเรียนมีความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตาม จุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดได้ทั้งที่ แมทเชลเดอร์ (Batchelder, 1956 : 33) ได้กล่าวว่า อุปกรณ์การสอนไม่มีความสมบูรณ์ในตัวของมันเอง และเฉพาะตัวอุปกรณ์ การสอนก็ไม่สามารถกระทำให้เกิดภาวะทางการศึกษาสำเร็จลงได้ แต่ถ้าอุปกรณ์ การสอนเหล่านี้ได้รับการเลือกสรรอย่างฉลาด มีการประเมินค่าอย่างเหมาะสมและใช้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ก็จะสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมากมาย ดังนั้น แม้ว่ารูปแบบของอุปกรณ์ทดแทนจะแตกต่างไปจากอุปกรณ์แบบของ สสวท. แต่ก็สามารถ ทำให้ผู้เรียนไปสู่นิโมติและจุดประสงค์การเรียนรู้ได้โดยไม่แตกต่างจากอุปกรณ์แบบของ สสวท.

1.5 นักเรียน การศึกษารั้วนี้ กระทำกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 2 และทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเวลาใกล้เคียงกับ สอบปลายภาค ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต้องเตรียมตัว ในการสอบมาก โดยเฉพาะนักเรียนที่มีความสามารถสูง ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถ ในการเรียนต่ำ แม้ว่าจะหาว่างเรียนนักเรียนจะผ่านเกณฑ์ได้ต่างกัน แต่ภายหลังจากได้ รับการแก้ไขข้อบกพร่องมาโดยตลอด ก็ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใกล้เคียงกันได้

ดังที่ สำเริง บุญเรืองรัตน์ (สำเริง บุญเรืองรัตน์ 2523 : 3) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า นักเรียนทุกคนสามารถเรียนได้ผลสัมฤทธิ์เท่ากัน ก็ต่อเมื่อ นักเรียนที่มีความสามารถต่ำ ได้รับเวลาในการเรียนอย่างเพียงพอ และได้รับการช่วยเหลือในเรื่องการเรียนอย่างดี จากครูผู้สอนและเพื่อนนักเรียนด้วยกันที่มีพื้นฐานการศึกษาย่างดี ดังนั้นเมื่อทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงพบว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

2. พัฒนาการทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการศึกษาค้นคว้าพบว่า นักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน และนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. มีพัฒนาการทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น การที่พัฒนาการทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นนั้น อาจเนื่องมาจากการนำอุปกรณ์การสอนมาทดลอง ศึกษาเปรียบเทียบการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ หลักการ และนิยามต่าง ๆ ถึงแม้ว่าเนื้อหาวิชาเรื่องโลกและดวงดาวที่นำมาใช้สอนครั้งนี้จะมีข้อจำกัดต่าง ๆ เป็นต้นว่า เวลา ระยะทาง สถานที่ และขนาด แต่เมื่อนำอุปกรณ์การสอนเข้ามาใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบจะช่วยให้ นักเรียนได้เข้าใจการเกิดปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ปรากฏการณ์ที่ปรากฏและเข้าใจเรื่องราว ข้อมูลต่าง ๆ ได้ชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ สมพงษ์ ศิริเจริญ และคนอื่น ๆ (สมพงษ์ ศิริเจริญ และคนอื่น ๆ 2506 : 1 - 7) ที่กล่าวว่าอุปกรณ์การสอนจะช่วยให้สามารถเอาชนะข้อมูล ข้อจำกัดต่าง ๆ เกี่ยวกับเวลา ระยะทาง สถานที่ และขนาด ได้ ช่วยแสดงส่วนที่ลึกลับให้เข้าใจได้ เป็นต้น นอกจากนี้อาจเนื่องมาจากอุปกรณ์การสอน ทำให้นักเรียนมีความสนใจต่อการเรียนการสอนมากขึ้น ทำให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ การเรียนรู้ที่กว้างขวางขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ เดล (Dale. 1969 : 8) ที่กล่าวว่า อุปกรณ์การสอนจะทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของเนื้อหาวิชาที่เรียน เป็นผล ทำให้เพิ่มแรงจูงใจ ทำให้การเรียนรู้ดีขึ้น ให้ประสบการณ์การเรียนรู้ที่แปลก ใหม่ หลาก ๆ คำนวณผู้เรียน ผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์ที่สมบูรณ์เกิดความคิดรวบยอดที่ ถูกต้องและมีความหมาย ทั้งยังช่วยทำให้ผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกันมาก สามารถ เข้าใจในเนื้อหาวิชาเรียนเช่นเดียวกันด้วย และสอดคล้องกับคำกล่าวของวรวิทย์ วคินสรากร และคนอื่น ๆ (วรวิทย์ วคินสรากร และคนอื่น ๆ 2510 : 1) ที่กล่าวว่า

อุปกรณ์การสอนจะช่วยเราและดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ช่วยทำให้ความหมายของเรื่องราวที่เสนอชัดเจนขึ้น เข้าใจดีขึ้น ปฏิบัติถูกต้องยิ่งขึ้น ช่วยสื่อความหมายในความคิดอันเป็นนามธรรมให้เห็นเด่นชัด และยังช่วยให้ผู้เรียนทั้งหมดมีความคิดเห็นและเข้าใจเรื่องราวที่สอนได้ตรงกัน และตรงตามความมุ่งหมายของผู้สอนด้วย ดังนั้น จากเหตุผลดังกล่าวย่อมแสดงให้เห็นว่า การสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน และการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. ทำให้พัฒนาการทางค่านิยมคุณธรรมทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มสูงขึ้น

3. ผลการเรียนรู้ในการสอบย่อยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ

ในการศึกษาค้นคว้าพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน กับนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. มีผลการเรียนในการสอบย่อยแตกต่างกัน โดยพบว่าสัดส่วนของผู้ที่ผ่านเกณฑ์ 80% ของกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุมทุกหน่วยการเรียนรู้ การที่สัดส่วนของผู้ที่ผ่านเกณฑ์ 80% ของกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุมนั้น อาจเนื่องมาจากการที่อุปกรณ์ทดแทนที่ผู้สอนสร้างขึ้นเองนั้นสามารถนำนักเรียนไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ ข้อสรุป หรือหลักการต่าง ๆ ได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ จึงทำให้สัดส่วนของผู้ที่ผ่านเกณฑ์ 80% ของกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ชงชัย ชิวปรีชา และคนอื่น ๆ (ชงชัย ชิวปรีชา และคนอื่น ๆ 2526 : 209 - 210) ที่กล่าวว่า อุปกรณ์ทดแทนนั้นเหมาะสมกับบทเรียนที่สอนมากกว่าอุปกรณ์ที่จัดซื้อเพราะครูผู้ออกแบบย่อมทราบว่า ตนเองต้องการใช้ในเรื่องใด อย่างไร จึงสามารถออกแบบอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับวิธีสอนของตนเองได้ดีที่สุด และยังสอดคล้องกับแนวคิดของ โช สาลีฉิน (โช สาลีฉิน 2523 : 3) ซึ่งสรุปได้ว่าอุปกรณ์ที่ครูสร้างขึ้น จะสอดคล้องกับแผนการสอนในบทเรียนต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

นอกจากนี้ จากการวิจัยครั้งนี้พบว่าเมื่อเปรียบเทียบพัฒนาการทางค่านิยมคุณธรรมทางการเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการทางค่านิยมคุณธรรมทางการเรียนมากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ซึ่งแสดงให้เห็นว่า จำนวน

นักเรียนที่ไคคะแนนสูงในกลุ่มทดลองมีมากกว่าในกลุ่มควบคุม ดังนั้น เมื่อทำการทดสอบย่อย ภายหลังจบการเรียนรู้แต่ละหน่วยแล้ว จึงพบว่า กลุ่มทดลองมีสัดส่วนของผู้ที่ผ่านเกณฑ์ 80% มากกว่ากลุ่มควบคุม

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ถึงแม้ว่าการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนกับการสอนโดยใช้อุปกรณ์แบบของ สสวท. ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไม่แตกต่างกันก็ตาม แต่ก็จะชี้ให้เห็นว่าอุปกรณ์ทดแทนสามารถใช้แทนอุปกรณ์แบบของ สสวท. ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องโลกและดวงดาวกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ ดังนั้นอุปกรณ์บางอย่างที่ครูไม่สามารถจัดซื้อได้หรือมีไม่เพียงพอกับนักเรียน ครูอาจจัดหา คัดแปลงหรือผลิตอุปกรณ์ขึ้นเอง โดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ในการสร้างอุปกรณ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถนำนักเรียนไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ได้ โดยง่ายและมีประสิทธิภาพ จะช่วยให้ครูมีอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนอย่างเพียงพอ และอาจทำให้ได้อุปกรณ์ในรูปแบบอื่นให้ครูได้ใช้อย่างเหมาะสมกับนักเรียนของตน ทั้งยังช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้อีกด้วย

2. การผลิตอุปกรณ์ทดแทนนั้น ครูอาจให้นักเรียนเป็นผู้ผลิต ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความรู้สึกซึ่งในหลักการต่าง ๆ เสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ และมีความรู้สึกได้รับความสำเร็จในการทำงานเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนกระตือรือร้นที่จะคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ ต่อไป

3. สำหรับหน่วยงานต่าง ๆ ที่จัดการอบรมการผลิตอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ให้แก่ครูผู้สอน นอกจากจัดให้มีการผลิตอุปกรณ์ตามที่กำหนดให้แล้ว อาจจัดให้มีการผลิตอุปกรณ์ตามแนวความคิดของครูในรูปแบบอื่น ๆ ซึ่งสามารถช่วยนำนักเรียนไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ ข้อสรุป หลักการ มโนคติต่าง ๆ ได้เช่นเดียวกัน จะทำให้ครูได้แสดงออกในด้านความคิดสร้างสรรค์ ทำให้ได้อุปกรณ์การสอนในรูปแบบต่าง ๆ มากขึ้น และอาจได้

อุปกรณ์การสอนในรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดในการนำนักเรียนไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

4. สำหรับสถาบันที่ผลิตครู อาจให้นักศึกษาได้ฝึกการออกแบบและสร้างอุปกรณ์เพื่อใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์หรือวิชาอื่น ทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา เพื่อเสริมสร้างแนวคิดในการสร้างอุปกรณ์ทดแทนให้แก่ครูก่อนประจำการ

5. ควรบอกรายละเอียดเกี่ยวกับการรักษาความสะอาด และการเก็บรักษาอุปกรณ์ให้แก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจถึงวิธีการเก็บรักษาอุปกรณ์เหล่านั้น เพื่อให้อุปกรณ์ได้มีอายุการใช้งานได้นาน

6. ควรฝึกให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการซ่อมอุปกรณ์ เพื่อเสริมสร้างความคิดในการประหยัด และเพิ่มความระมัดระวังในการใช้อุปกรณ์

7. การที่ครูผู้สอนสร้างอุปกรณ์ขึ้นใช้เอง จะช่วยลดปัญหาในด้านการซ่อมอุปกรณ์ เนื่องจากอุปกรณ์สำเร็จรูปนั้น เมื่อชำรุด ครูหาอะไหล่มาซ่อมไม่ได้ โรงเรียนหลายแห่งมีอุปกรณ์มากพอควร แต่อยู่ในสภาพชำรุดใช้การไม่ได้ ดังนั้น เมื่อครูสร้างอุปกรณ์ขึ้นใช้เอง ย่อมจะทราบว่า ชิ้นส่วนของอุปกรณ์นั้น ได้มาจากแหล่งใด

8. อุปกรณ์ทดแทนที่สร้างขึ้น ควรให้มีรูปร่างลักษณะงูงใจผู้เรียน ถ้าอุปกรณ์มีรูปร่างลักษณะงูงใจ จะมีผลต่อการเรียนการสอนมาก เพราะเมื่อนักเรียนเห็นอุปกรณ์ก็จะสนใจ เกิดความรู้สึกน่าจับ น่านำไปทดลอง จึงควรหาวัสดุสวยงามหรืออาจใช้พลาสติกที่มีสีต่าง ๆ อยู่ในตัวเองแล้วจะช่วยลดเวลาในการผลิตอีกด้วย

9. การออกแบบอุปกรณ์ ควรคำนึงถึงความแข็งแรงของอุปกรณ์ โดยชิ้นส่วนต่าง ๆ ไม่หลุดง่าย หนต่อการจับต้องของนักเรียน ขนย้ายได้สะดวก อุปกรณ์ที่คงทนถาวร จะช่วยให้ไม่สิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายอันจะต้องสูญเสียไปกับการสร้างอุปกรณ์ขึ้นมาทดแทนอยู่เรื่อย ๆ

10. อุปกรณ์ที่ออกแบบ ควรให้ใช้ร่วมกับอุปกรณ์ชุดอื่น ๆ ได้ หรือนำไปใช้ในการทดลองได้หลายการทดลอง เพื่อการประหยัด และไม่เปลืองที่เก็บรักษา

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

1. ควรศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในเรื่องเดียวกันนี้กับ กลุ่มตัวอย่างอื่น ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายชั้นปีที่ 4, 5 หรือ 6 เพื่อศึกษาว่าอุปกรณ์ทดแทนเรื่องนี้ควรใช้ได้เหมาะสมกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายชั้นใด
2. ควรศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนกับอุปกรณ์แบบของ สสวท. ในวิชาวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับประถมศึกษา
3. ควรศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนกับอุปกรณ์แบบของ สสวท.
4. ควรศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนจากการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนที่นักเรียนเป็นผู้สร้างกับอุปกรณ์แบบของ สสวท.

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กิจจา โทรวิชัย ปัญหาการสอนวิทยาศาสตร์หลักสูตร สสวท. ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ของครูโรงเรียนราษฎร์ในกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ 2523, 122 หน้า อักสำเนา
- เจนวิทย์ ผาสุข ปัญหาและความต้องการของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
เขตการศึกษา 11 วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2521,
200 หน้า อักสำเนา
- ✓ เจริญ บุญญรัตน์ การทำและการใช้อุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์เบื้องต้น เอกสาร
การอบรมสัมมนาครูสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนสาธิต กรมการฝึกหัดครู กระทรวง
ศึกษาธิการ 2511, 115 หน้า
- คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย
ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2525, 74 หน้า
- _____ ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 2525, 307 หน้า
- _____ ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 2525, 211 หน้า
- ชนิตรา สิทธิโส ความคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์
ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในโรงเรียนมัธยมศึกษา
ตอนปลาย วิทยานิพนธ์ ศ.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523, 132 หน้า
อักสำเนา
- ✓ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ "สื่อการสอนกับนักเรียนมัธยมศึกษา" ใน เอกสารการสอนชุดวิชา
สื่อการสอนระดับมัธยมศึกษา หน่วยที่ 1 - 5 หน้า 1 - 47 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2525
- ✓ ไชย สาสีฉน์ การประดิษฐ์และสร้างอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์
ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523,
202 หน้า

- ชงชัย ชิวปรีชา และคนอื่น ๆ "ความรู้เกี่ยวกับการใช้วัสดุอุปกรณ์และการสร้างอุปกรณ์ทดแทน" ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8 - 15 หน้า 176 - 272 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2526
- ธีระชัย มุรณโชติ "การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่" สามัญศึกษา 10(6) : 42 - 43 มิถุนายน 2516
- นพเก้า สุนทรเกส การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ โดยวิธีสอนแบบการเรียนรู้เป็นทีมกับการเรียนแบบบรรยายประกอบการสาธิตของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่สอง วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 92 หน้า
- นิตา สะเพียรชัย "การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาที่มีผลกระทบต่อหลักสูตรอุดมศึกษา" ข่าวสาร สสวท. 9(3) : 2 - 11 เมษายน - มิถุนายน 2524
- _____ "ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์" ข่าวสาร สสวท. 5(4) : 4 - 8 กรกฎาคม 2520
- ประมวธ ศิริวัฒน์แก้ว และคนอื่น ๆ การสร้างอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วัสดุในท้องถิ่นของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รายงานผลการวิจัย ปีงบประมาณ 2522 ม.ป.ป., 116 หน้า
- ประวิตร ชูศิลป์ หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่ เอกสารการนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 233 หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู 2524, 104 หน้า
- ปรีดา เพชรมีศรี การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในบางหัวข้อ โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ วิทยานิพนธ์ ค.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2516, ไม่มีเลขหน้า
- พเยาว์ ยินดีสุข การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่สาม โดยการสอนแบบใช้เกมกับการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิต วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523, 100 หน้า
- พิศาล สร้อยหนูว่า ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ : เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพ แปลจาก Leopold E. Klopfer บริษัทวิคตอรี เพาเวอร์พอยท์ จำกัด 2525, 165 หน้า

มันทนา จงสุขสันติกุล ปัญหาของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนรัฐบาล ในเขตกรุงเทพมหานคร ปรินทิฟ

กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 102 หน้า

✓ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา ทวีติการพิมพ์
พิมพ์ครั้งที่ 2, 2524, 286 หน้า

วรวิทย์ รักษา "เหตุใดครูจึงไม่ชอบใช้สื่อทัศนูปกรณ์" ศูนย์ศึกษา 8(6) : 34 - 40
มิถุนายน 2504

วรวิทย์ วสันตารกร และคนอื่น ๆ สื่อทัศนศึกษา โรงพิมพ์มิตรสยาม 2510,
265 หน้า

✓ วาสนา ชาวหา เอกสารประกอบการสอนเทคโนโลยี 330 การทำดูปณ์การสอนอย่างง่าย
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน 2524, 119 หน้า

อัครสำเนา

วิรุฬห์ สีสานพจน์ เทคโนโลยีทางการศึกษา วัฒนาพาณิช 2521, 240 หน้า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารประกอบการสอนวิชา
วิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป 2520, 200 หน้า

_____ "หลักการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ตามระบบ 6 : 3 : 3"

ข่าวสาร สสวท. 7 : ฉบับพิเศษ เมษายน - กรกฎาคม 2522

สมจิต สวชนไพบูลย์ วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2526, 212 หน้า

สมพงษ์ ศิริเจริญ และคนอื่น ๆ "คุณค่าของสื่อทัศนูปกรณ์" ใน คู่มือการทำสื่อทัศนวัสดุ
หน้า 1 - 7 โครงการพัฒนาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ 2506

_____ "หลักการใช้สื่อการสอน" ใน คู่มือการใช้สื่อทัศนวัสดุ หน้า 33 โครงการ
พัฒนาการศึกษา มงคลการพิมพ์ 2506

สมสุข ชีระพิจิตร "ลักษณะสำคัญของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์" ใน
เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8 - 15 หน้า 5 สาขา
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2526

สัญญา หิพยเสนา การศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับ
การสอนแบบเดิม ในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์
ปริญญาโท คศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517,
99 หน้า

สำเริง บุญเรืองรัตน์ "การเรียนรู้เพื่อรับรู้" วารสารการวัดผลการศึกษา
1(3) : 1 - 9 มกราคม - เมษายน 2523

สาขาวิจัยและประเมินผล สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
การเขียนข้อสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ เอกสาร
การประเมินผลการเรียนการสอนที่ใช้ในการอบรมครูวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2526, 4 หน้า

_____ การติดตามผลการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา
2521 รายงานฉบับที่ 14/2522 2522, 94 หน้า
_____ รายงานการไปเยี่ยมโรงเรียนในโครงการติดตามผลการใช้หลักสูตร
วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ประจำปีการศึกษา 2522 รายงานฉบับที่ 8/2523
2523, 37 หน้า

สิริพร จันทวรรณ ปัญหาและความต้องการสื่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพใน
โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 8 วิทยานิพนธ์ คศ.ม. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ 2524, 148 หน้า อักษรนำ

สุนันท์ สังข์ทอง "ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์" วิทยาศาสตร์ 34(4) : 337 - 345
เมษายน 2523

สุนัน โอสถานนท์ การเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปด้วย
วิธีสอนแบบสาธิตกับวิธีสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย 2519, 142 หน้า

คู่มือครู คู่มือการ หลักสูตรและการสอน กรุงเทพมหานคร พิมพ์ 2518, 259 หน้า
 อภิพร ศรียมภ "สื่อการสอน 1" ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการระบบการเรียนการสอน
เล่มที่ 2 หน้า 61 - 141 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
 2523

อังคณา สายยศ "การเขียนข้อสอบอิงเกณฑ์" วิจัยและวิเทศ'26 3(3) : 118 -
 126 2526

_____ "การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม" วิจัยและวิเทศ'25 2(2) : 131 -
 140 2525

สุทัย ชีวะธนรักษ์ การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอน
แบบเกมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับ ป.กศ. ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517, 98 หน้า

อัศเพนรอต, ไมเคิล "การออกแบบอุปกรณ์" ข่าวสาร สสวท. 9(1) : 35
 ตุลาคม - ธันวาคม 2523

Batchelder, Howard T. Audiovisual Material in Teaching
Education. New York, McGraw-Hill, 1956. p. 33.

Eloos, Benjamin S. Human Characteristics and School
Learning. New York, McGraw-Hill Book Company, 1976.
 284 p.

Brown, James W. and other. A-V Instruction Technology
Media and Method. New York, McGraw-Hill Book Co.,
 1973. 449 p.

Carol, John B. "A Model of School Learning," Teaching
College Record. 64 : 723 - 733, May, 1963.

Chung-Teh-Fan. Item Analysis Table. Princeton, New Jersey,
 Education Testing Service, 1952. 32 p.

Clinton, Thomas Allan. "A Study of Problems Encountered
 by One Hundred Graduates of East Texas State University
 and the Functional Relationship Between these Problems
 and the Teacher Education Program," Dissertation
Abstracts. 27(12) : 1683 -A, June, 1966.

- Dale, Edgar. Audio-Visual Method in Teaching. New York, Dryden Press, 1969. 719 p.
- Garzon, Dionisio Padul. "An Analysis of the Problems of Teaching Elementary Science in the Philippine Public School," Dissertation Abstracts, 25(2) : 1025, August, 1964.
- Goodlad, J.I. School curricular reform in the United States. New York, Fund for the Advancement of Education, 1964. 523 p.
- ✓Hass, Kenneth B. and Harry Q. Packer. Preparation and use of audio-visual aids. New York, Prentice-Hall, Inc., 1955. 381 p.
- McKown, Harry C. Audio-Visual aids to instruction. New York, McGraw-Hill Book Company, Inc., 1949. 595 p.
- Regional Seminar in Asia, Report. "Choice and Evaluation of School Science Equipment," School Science Equipment. Bangkok, Thailand, The Unesco Regional Office for Education in Asia, 16-19, December, 1972.
- ✓Sharma, R.C. Modern Science Teaching. 3rd ed., Neveen Shahdara, Delhi, D.R. Printing Service, 1982. 400 p.
- ✓Shores, Louis. Instructional Materials : An Introduction for Teachers. New York, The Ronald Press Company, 1960. 395 p.
- ✓Spain, Catherine P. "A Survey of Science Education in Selected Secondary Schools of Northern Nigeria," Science Education, 55(3) : 285 - 290, 1971.
- Suchman, J.R. The Elementary School Training Program in Scientific Inquire. Principal Investigator., 1962. 128 p.

ภาคผนวก

ตาราง 1 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยของการวิเคราะห์อุปกรณ์ทดแทนของการทดลองที่ 1 - 9

เกณฑ์	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยของการวิเคราะห์อุปกรณ์ทดแทนของการทดลองที่								
		การทดลองที่								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. ประหยัดรายจ่าย โดยใช้วัสดุในท้องถิ่นที่ได้เปล่า หรือราคาต่ำ	5	4.33	5	4.50	5	5	4.33	5	5	4.33
2. ทำได้ง่าย ไม่ต้องใช้ความชำนาญพิเศษในการสร้างอุปกรณ์ทดแทน อาจทำได้โดยนักเรียน ครู หรือสมาชิกในชุมชน	5	4.16	4.50	4.50	5	5	4.33	5	4.33	4.16
3. นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ ขอสรุปหรือหลักการได้ง่าย และมีประสิทธิภาพ	5	4.66	5	5	4.66	4	4.66	4.50	4	5
4. พัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5	4.66	5	5	5	4.33	4	5	5	5
5. ให้ผลการทดลองที่ถูกต้อง เพียงตรงเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	5	4.66	4	5	5	4	5	5	5	5

ตาราง 1 (ต่อ)

เกณฑ์	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยของการวิเคราะห์อุปกรณ์ทดแทนของ การทดลองที่								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
6. มีความทนถาวร	5	4.83	4.33	5	5	3.66	5	3.16	5	5
7. ใช้สะดวก และ ปลอดภัย	5	4.83	5	5	5	4.66	5	5	4	5
8. การสร้างอุปกรณ์นี้ ไม่สิ้นเปลืองเวลา มาก	5	4.16	4	3	4.33	5	5	4.33	4.16	3.66
9. ขำพูดแล้วขอมเอง ไ้ควยตัวครู น้เรียน หรือสมาชิกในชุมชน	5	5	5	4	4.66	5	5	5	5	4.33
10. เก็บรักษาง่าย	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
รวม	50	46.29	46.83	45.00	48.65	45.65	47.32	46.99	46.49	46.48

ตาราง 2 แสดงดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบย่อย หน่วยการเรียนรู้ 1 - 5

ข้อสอบข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของ แบบทดสอบย่อยหน่วยที่ 1 - 5				
	หน่วยที่ 1	หน่วยที่ 2	หน่วยที่ 3	หน่วยที่ 4	หน่วยที่ 5
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1
5	1	.8	1	1	1
6	1	1	1	1	.8
7	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1
9	1	.8	1	1	1
10	.8	.8	1	1	1
11	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	
13		1	1	1	
14		1	1		
15		1			
16		1			
17		1			
18		1			
19		.8			

ตาราง 3 แสดงค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบย่อยหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 5

ข้อสอบ ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบย่อยหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 5				
	หน่วยที่ 1	หน่วยที่ 2	หน่วยที่ 3	หน่วยที่ 4	หน่วยที่ 5
1	.33	.36	.55	.29	.39
2	.33	.35	.31	.47	.37
3	.45	.37	.30	.48	.31
4	.40	.21	.46	.36	.43
5	.59	.37	.38	.27	.40
6	.53	.25	.50	.42	.43
7	.43	.49	.45	.26	.40
8	.46	.36	.44	.29	.33
9	.37	.31	.24	.32	.37
10	.48	.25	.35	.25	.34
11	.24	.25	.45	.30	.39
12	.31	.31	.50	.20	
13		.25	.25	.25	
14		.23	.23		
15		.33			
16		.30			
17		.27			
18		.20			
19		.31			

ตาราง 4 แสดงค่าความยากง่ายของแบบทดสอบย่อยหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 5

ข้อสอบ ข้อที่	ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบย่อยหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 5				
	หน่วยที่ 1	หน่วยที่ 2	หน่วยที่ 3	หน่วยที่ 4	หน่วยที่ 5
1	.54	.63	.54	.53	.54
2	.56	.56	.54	.56	.52
3	.54	.58	.58	.55	.53
4	.58	.59	.57	.60	.55
5	.51	.56	.52	.71	.57
6	.52	.63	.54	.60	.51
7	.56	.53	.51	.67	.50
8	.57	.59	.55	.61	.62
9	.60	.68	.52	.55	.52
10	.52	.67	.58	.60	.54
11	.52	.69	.51	.56	.54
12	.61	.68	.54	.51	
13		.63	.55	.60	
14		.65	.63		
15		.61			
16		.63			
17		.69			
18		.63			
19					

ตาราง 5 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบย่อยของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 5

แบบทดสอบย่อย	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S	r_{cc}
หน่วยที่ 1	12	6.61	2.37	.76
หน่วยที่ 2	19	11.85	3.41	.81
หน่วยที่ 3	14	7.71	2.79	.83
หน่วยที่ 4	13	7.68	2.30	.72
หน่วยที่ 5	11	5.94	2.17	.72

ตาราง 6 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อสอบข้อที่	p	r	ข้อสอบข้อที่	p	r
1	.64	.28	21	.65	.36
2	.40	.47	22	.49	.74
3	.54	.34	23	.49	.62
4	.54	.55	24	.61	.35
5	.58	.57	25	.52	.29
6	.52	.45	26	.48	.52
7	.54	.41	27	.48	.44
8	.63	.25	28	.61	.35
9	.63	.31	29	.61	.35
10	.69	.39	30	.59	.31
11	.52	.58	31	.69	.39
12	.46	.78	32	.69	.39
13	.61	.35	33	.54	.62
14	.47	.66	34	.57	.59
15	.53	.31	35	.71	.35
16	.63	.25	36	.66	.25
17	.72	.22	37	.68	.21
18	.66	.25	38	.49	.33
19	.36	.76	39	.50	.26
20	.61	.28	40	.61	.28

ตาราง 7 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) และค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด (SE_{meas}) ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S	r_{tt}	SE_{meas}
40	22.51	6.31	.78	2.96

ตาราง 8 แสดงการจำแนกพฤติกรรมที่ได้จากผลการวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมทางด้าน
ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
จากเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 5

พฤติกรรม เนื้อหา	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การนำ ไปใช้	รวม	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์				รวม
					1*	2*	3*	4*	
หน่วยที่ 1	1	1	2	4	1	1	1	-	3
หน่วยที่ 2	2	1	2	5	1	3	1	1	6
หน่วยที่ 3	2	1	1	4	-	-	2	1	3
หน่วยที่ 4	1	1	2	4	1	2	2	-	5
หน่วยที่ 5	-	1	2	3	1	-	1	1	3
รวม	6	5	9	20	4	6	7	3	20

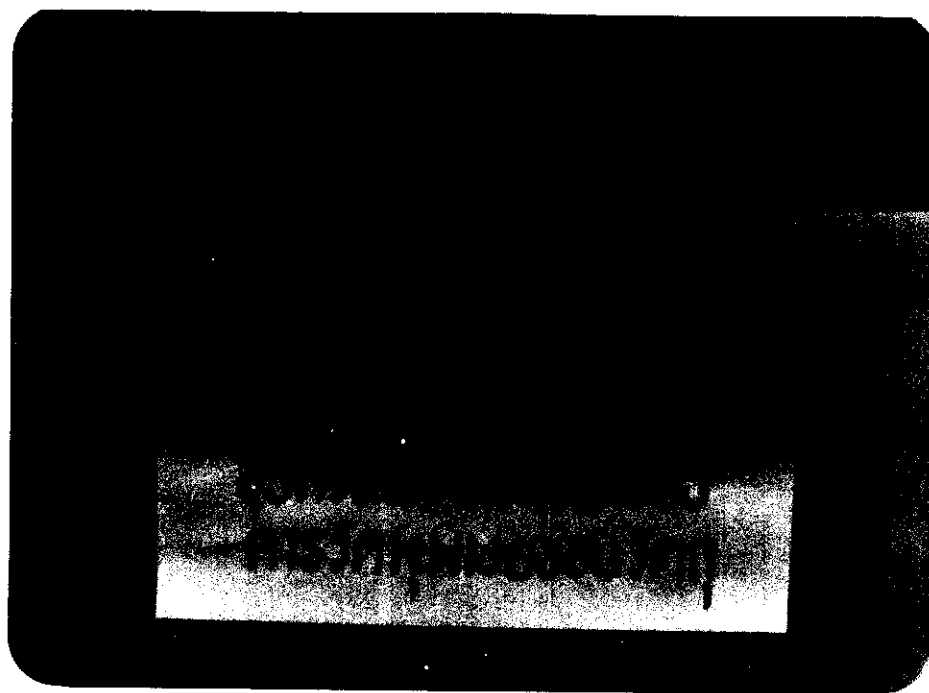
1* = ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล

2* = ทักษะในการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

3* = ทักษะในการทำนายและตั้งสมมติฐาน

4* = ทักษะในการออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร

การสร้างอุปกรณ์ทดแทน เรื่องโลกและดวงดาว
การทดลองที่ 1 - 9



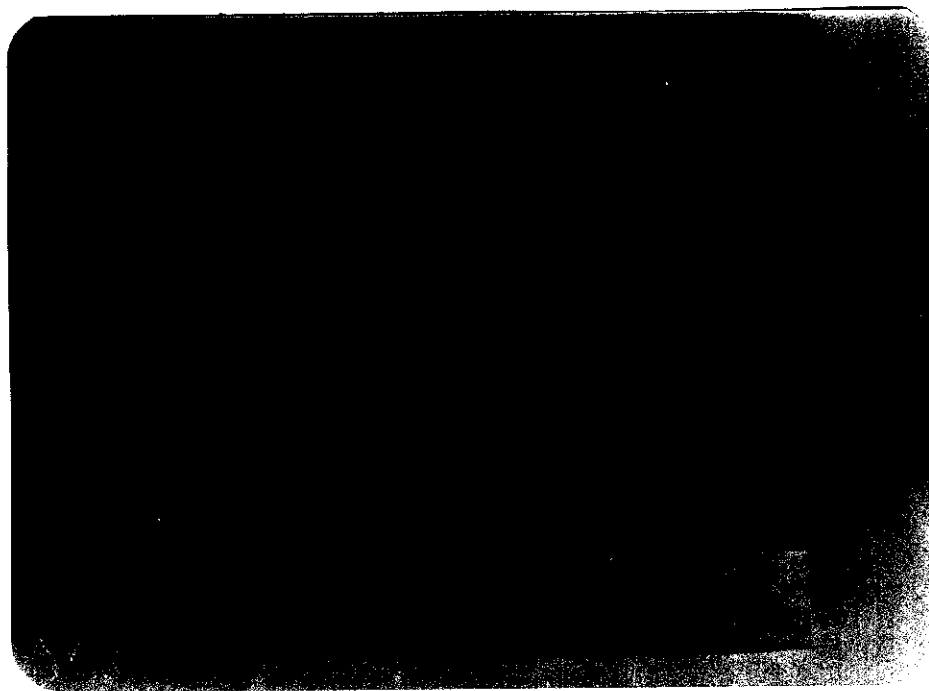
ภาพประกอบ 1 ภาพอุปกรณ์ทดแทน การทดลองที่ 1 เรื่องการวัดมุมเงยของวัตถุ

วัสดุ

1. ไม้คัทหนา 4 มิลลิเมตร ขนาด 15×2 นิ้ว 1 แผ่น
2. ไม้โปรแทรกเตอร์ครึ่งวงกลม 1 อัน
3. ตะปูหัวเล็ก ๆ 1 ตัว
4. เชือกเส้นเล็ก ๆ หรือด้ายยาวประมาณ 6 นิ้ว 1 เส้น
5. ตะปู หรือ นอต ทำเป็นค้ำน้ำหนัก 1 ตัว

วิธีทำ

เอาไม้โปรแทรกเตอร์ติดบนแผ่นไม้ที่เตรียมไว้ควยขาว ทอกตะปูหัวเล็ก ๆ บนจุดกึ่งกลางไม้โปรแทรกเตอร์ ผูกเชือกอีกข้างหนึ่งผูกตะปูหรือนอตทำเป็นค้ำน้ำหนัก



ภาพประกอบ 2 ภาพอุปกรณ์ทดแทน การทอครั้งที่ 2 เรื่องการวัดตำแหน่งของวัตถุ
โดยใช้เครื่องแอลโทรเลข

- ก แทน กล้องเล็ง
- ข แทน มาตรการสำหรับคำนวณเงยเป็นองศา
- ค แทน เชือกเส้นดิ่ง สำหรับอ่านคำนวณเงย
- ง แทน แกนไม้ หมุนไคร่รอบตัว
- จ แทน เข็มโลหะหรือลวดติดกับแกนหมุนที่ฐาน
- ฉ แทน ฐานที่ตั้งมีมาตรการสำหรับวัดคำนวณอาซิมุท เป็นองศาและ
บอกทิศทาง

วัสดุ

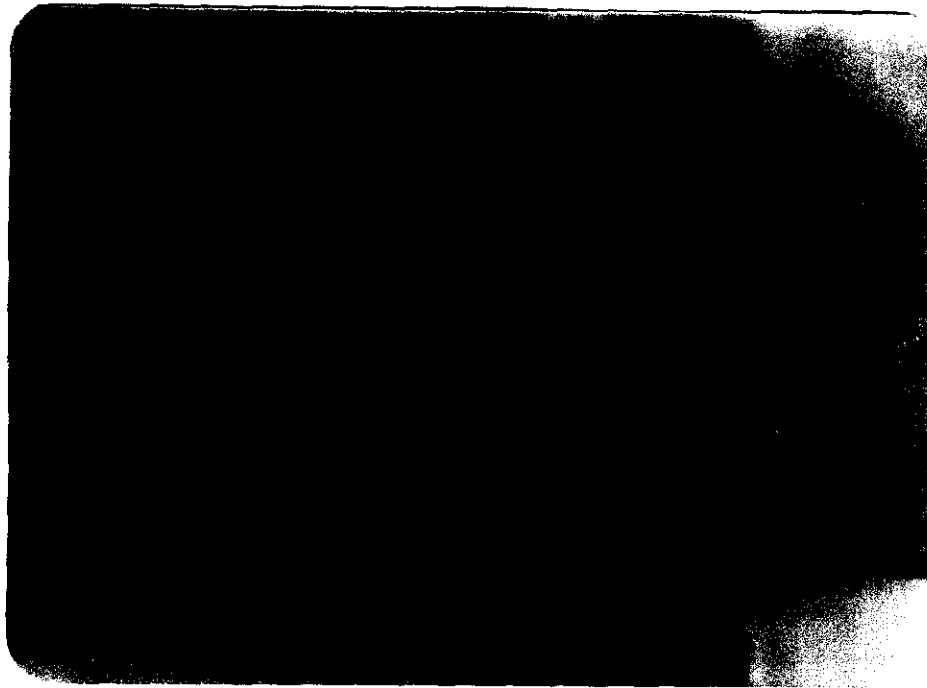
1. ฐานไม้อัด 4 มิลลิเมตร เลื่อยเป็นแผ่นกลมรัศมี 6 นิ้ว 1 แผ่น
2. ไม้อัดหนา 4 มิลลิเมตร เลื่อยเป็นแผ่นครึ่งวงกลมรัศมี 3 นิ้ว 2 แผ่น
3. แท่งไม้ขนาด $1 \times 1 \times 12$ นิ้ว 1 อัน
4. กล้องเล็งทำควยทอพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $\frac{1}{2}$ นิ้ว ยาว 10 นิ้ว 1 อัน
5. ไม้โปรแทรกเตอร์ครึ่งวงกลม 3 อัน
6. ตาปูขนาด 1 นิ้ว 1 ตัว
7. เชือกหรือด้าย ยาวประมาณ 6 นิ้ว 1 เส้น
8. ลวดยาวประมาณ 3 นิ้ว หรือเข็มโลหะ 1 อัน
9. คุมน้ำหนัก 1 อัน

วิธีทำ

1. ตัดไม้โปรแทรกเตอร์ 2 อัน ให้เป็นวงกลมบนแผ่นไม้กลมรัศมี 3 นิ้ว แผ่นที่ 1 ควยขาว แล้ววางบนฐานที่ทาขาวไว้ เจาะรูตรงกลางเพื่อสอดแท่งไม้ สำหรับให้แท่งไม้หมุนได้รอบตัว

2. ตัดกล้องเล็งกับไม้โปรแทรกเตอร์อีกชิ้นหนึ่งควยนอก และแถบโลหะ นำไปติดกับแผ่นไม้กลมอีกแผ่นหนึ่งที่เตรียมไว้ควยตาปู และให้ติดกับแท่งไม้ด้านบน ให้กล้องเล็งและโปรแทรกเตอร์เลื่อนไปมาได้ ผูกเชือกที่มีคุมน้ำหนักห้อยอยู่ตรงกึ่งกลางของโปรแทรกเตอร์

3. เจาะรูเล็ก ๆ ที่ปลายแท่งไม้ที่ติดกับฐาน ให้ตรงกับแนวของกล้องเล็ง เียบลวดหรือเข็มโลหะตรงรูเล็ก ๆ ที่เจาะไว้



ภาพประกอบ 3 อุปกรณ์ทดแทนการทดลองที่ 3 เรื่องการศึกษาการเคลื่อนที่ของ
ดวงจันทร์

- ก แทน โลก
- ข แทน ดวงจันทร์
- ค แทน คนยืนบนพื้นโลก
- ง แทน แกนหมุนดวงจันทร์
- จ แทน แกนหมุนโลก
- ฉ แทน ที่เลียบแผ่นป้ายบอกเวลา
- ช แทน เข็มชี้บอกเวลา

วัสดุ

1. ลูกเทนนิส	1 ลูก
2. ลูกบิงปองทาสีขาวครึ่งหนึ่ง สีดำครึ่งหนึ่ง	1 ลูก
3. แท่งเหล็กกลมขนาดเล็ก ทำแกนหมุน	2 แท่ง
4. ตะปู 3 นิ้ว	1 ตัว
5. เสาคหลักทำด้วยไม้หรือโลหะ เจาะรูด้านบน เพื่อสอดแกนหมุน	2 ต้น
6. ลวดขดโค้งเป็นวง	1 เส้น
7. ฐานไม้ขนาด 12 × 24 นิ้ว	1 อัน
8. กระดาษแผ่นป้ายบอกเวลา	1 แผ่น

วิธีทำ

1. โลก แทนด้วยลูกเทนนิส เลียบอยู่กับแกนหมุนโลกซึ่งหมุนได้รอบในแนวแกน ที่โลกมีตะปูเสียบอยู่ แทนผู้สังเกตบนโลก บนแกนหมุนโลกมีเข็มชี้เวลาติดอยู่ตรงกับผู้สังเกตบนโลกและมีแผ่นป้ายบอกเวลาติดอยู่กับปลายด้านหนึ่งของแกนหมุนโลก
2. ดวงจันทร์ แทนด้วยลูกบิงปอง ทาสีขาวครึ่งหนึ่ง สีดำครึ่งหนึ่ง เลียบอยู่กับโครงลวด ซึ่งติดกับแกนหมุนอีกอันหนึ่งหมุนได้รอบโลกในแนวแกน แกนหมุนโลกและแกนหมุนดวงจันทร์ต่างก็หมุนได้โดยอิสระ
3. สอดแกนหมุนโลกและดวงจันทร์ให้ติดอยู่กับเสาคหลัก รองรับด้วยแท่นไม้



ภาพประกอบ 4 อุปกรณ์ทดแทนการทดลองที่ 4 เรื่องติ๊กของดวงจันทร์

วัสดุ

- | | |
|--|--------|
| 1. ลูกบอลขนาด 6 นิ้ว ทาสีขาวครึ่งหนึ่งสีดำครึ่งหนึ่ง | 1 ลูก |
| 2. ลวดเส้นใหญ่หรือแกนโลหะ (อาจใช้หวายแทนได้) | 1 เส้น |
| 3. ท่อพีวีซี ทำค้ำมถือ ยาวประมาณ 12 นิ้ว | 1 อัน |

วิธีทำ

เจาะรูลูกบอล 2 ด้านตรงแนวคอรหว่างสีขาวและดำที่อยู่ตรงข้ามกัน
สอดแกนโลหะ หรือลวดเส้นใหญ่ (อาจใช้ไม้หรือหวายแทนได้) เข้าไปในลูกบอล
ปลายที่เหลือเสียบลงในท่อพีวีซี ทำเป็นค้ำมถือ



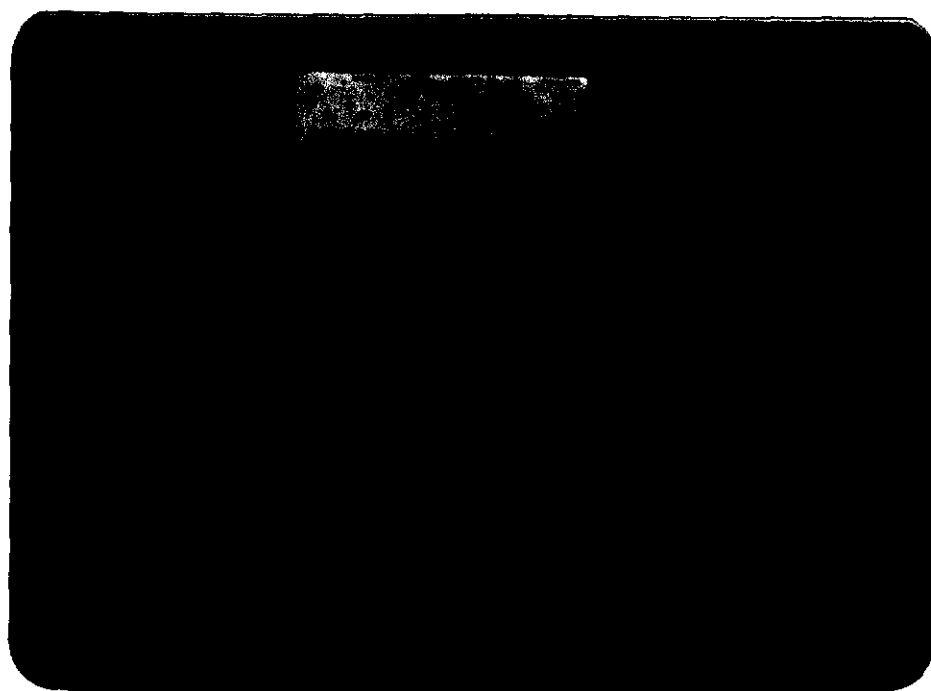
ภาพประกอบ 5 อุปกรณ์ทดแทน การทดลองที่ 5 เรื่องเลียนแบบการโคจรของ
ดวงจันทร์รอบโลก

วัสดุ

1. ลูกบอล 1 ลูก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6 - 8 นิ้ว หนังสติ๊ก
ครึ่งหนึ่งสีดำครึ่งหนึ่ง
2. เชือกยาวประมาณ 3 เมตร 1 เส้น

วิธีทำ

เจาะรูลูกบอลตรงกลางด้านสีขาว แล้วสอดเศษไม้ที่มีเชือกผูกเข้าไปปล่อย
ปลายเชือกให้ว่าง



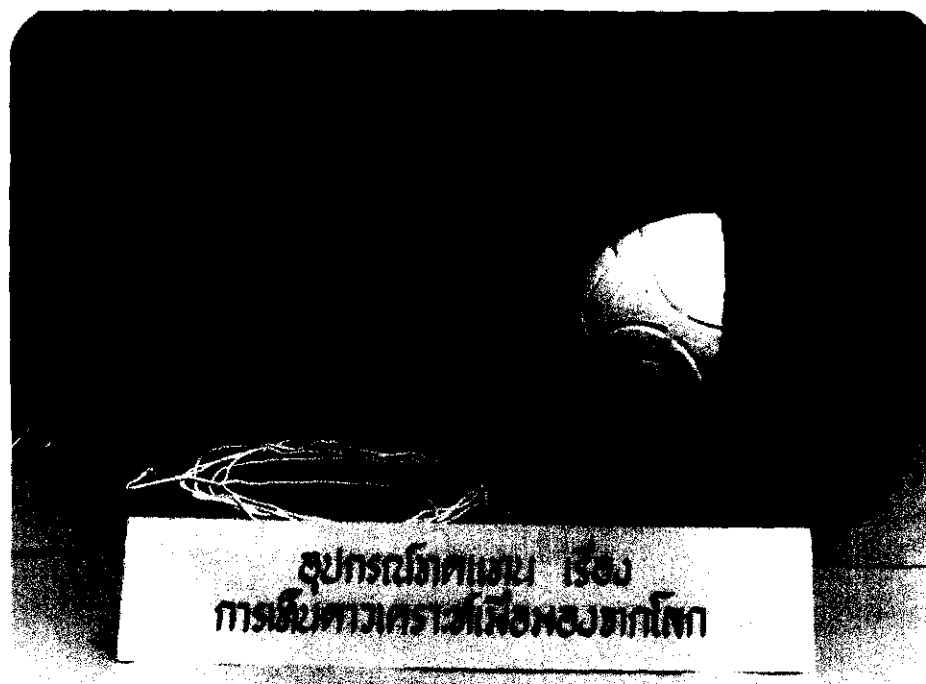
ภาพประกอบ 6 อุปกรณ์ทดแทน การทดลองที่ 6 เรื่องการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์

วัสดุ

1. แผ่นพลาสติกใส ขนาด 7×7 cm 4 แผ่น
2. ปากกาสี 1 แท่ง

วิธีทำ

นำแผ่นพลาสติกใสวางตามแบบรูปกลุ่มดาวรูปที่ 1 ใช้ปากกาสีเขียนกรอบ
เพื่อให้สะดวกในการวางตามแบบรูปกลุ่มดาวรูปอื่นต่อไป



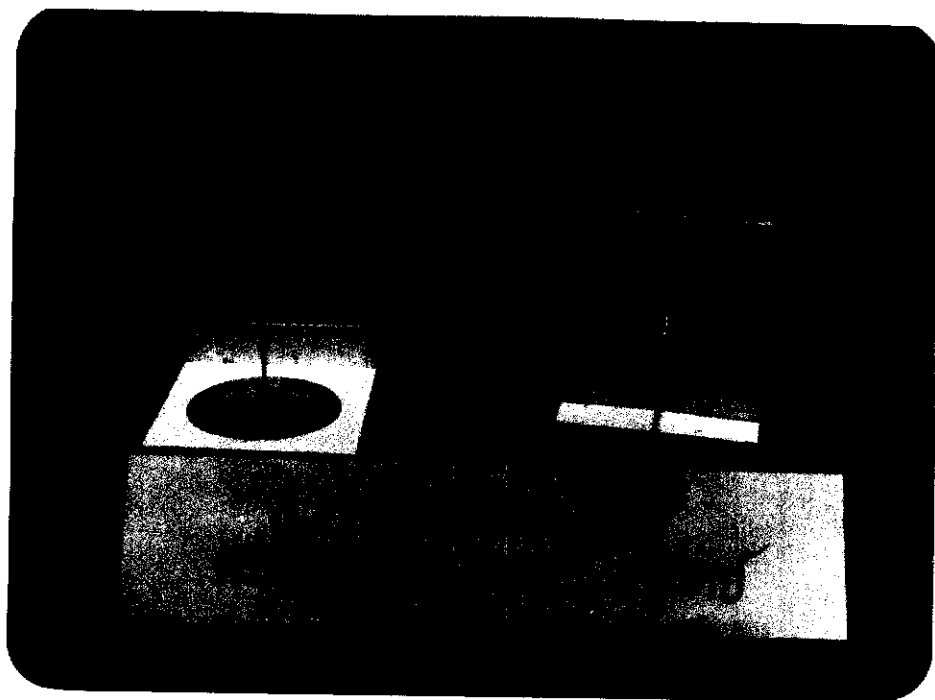
ภาพประกอบ 7 อุปกรณ์ทดแทน การทดลองที่ 7 เรื่องการเห็นดาวเคราะห์เมื่อ
มองจากโลก

วัสดุ

1. ลูกบอลขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6 นิ้ว ทาสีขาวครึ่งหนึ่งสีดำ
ครึ่งหนึ่ง 1 ลูก
2. เชือกยาวประมาณ 4 เมตร 1 เส้น ผูกปลายข้างหนึ่งกับเศษไม้ หรือ
ตะปูเล็ก ๆ

วิธีทำ

เสียบเศษไม้หรือตะปูเข้าไปในลูกบอลตรงกึ่งกลางของด้านที่ทาสีขาว
ปล่อยปลายเชือกให้ว่าง



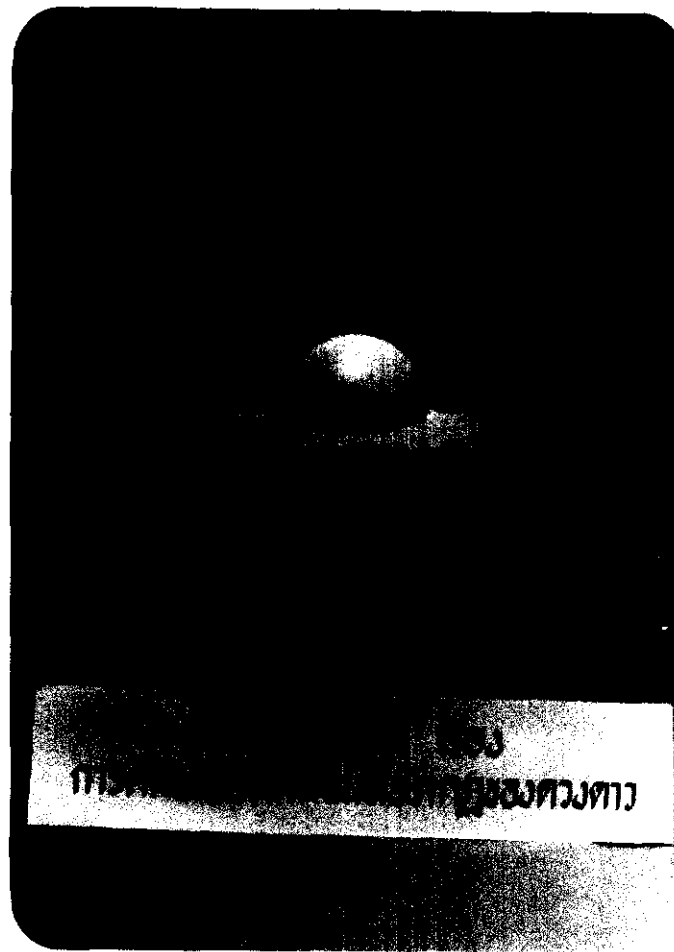
ภาพประกอบ ๒ อุปกรณ์ทดแทน การทดลองที่ ๘ เรื่องการหาตำแหน่งของดวงอาทิตย์

วัสดุ

- | | |
|---|--------|
| 1. ไม้ขนาด $16 \times 16 \times 0.4$ cm | 1 แผ่น |
| 2. ไม้ขนาด $16 \times 5 \times 0.4$ cm | 1 แผ่น |
| 3. โพรแทรกเตอร์ | 2 อัน |
| 4. ตะปู ยาวประมาณ 3 นิ้ว | 1 ตัว |

วิธีทำ

หากาวค้ำล่างไม้โปรแทรกเตอร์ทั้ง 2 อัน วางเข้าหากัน ติดบนไม้แผ่นใหญ่
 กั้นรูปคอกตะปูตรงกลางโปรแทรกเตอร์ทั้ง 2 คอกไม้อีกอันหนึ่งทางค้ำข้างของไม้
 แผ่นใหญ่ เพื่อให้วางตั้งในแนวตั้งได้



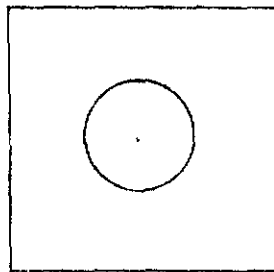
ภาพประกอบ 9 อุปกรณ์ทดแทนการทดลองที่ 9 เรื่องการศึกษากการเคลื่อนที่ปรากฏ
ของดวงดาว

วัสดุ

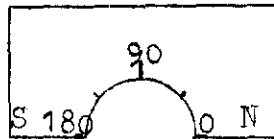
1. ไม้ชักหนา 4 มิลลิเมตร 2 แผ่น แผ่นที่ 1 ขนาด 7×7 นิ้ว
แผ่นที่ 2 ขนาด $7 \times 3\frac{1}{2}$ นิ้ว
2. ไม้ระแนงขนาด $6 \times 1 \times 1$ นิ้ว 4 อัน
3. แท่งไม้กลมเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ $\frac{1}{4}$ นิ้ว ยาว 10 นิ้ว 1 อัน
4. ลูกบอล เส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 4 นิ้ว 1 ลูก
5. ปากกาแมจิก 1 ค้าม
6. ขานพับขนาดเล็ก (1 นิ้ว) 2 อัน

วิธีทำ

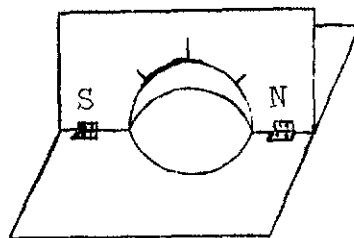
1. ตัดไม้แผ่นที่ 1 ขนาด 7×7 นิ้ว ตรงกลางใช้เลื่อยฉลุให้เป็นวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ $4\frac{1}{2}$ นิ้ว



2. ตัดไม้แผ่นที่ 2 ขนาด $7 \times 3\frac{1}{2}$ นิ้ว และใช้เลื่อยฉลุให้ริมด้านหนึ่งเป็นครึ่งวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ $4\frac{1}{2}$ นิ้ว เขียนเสกค่าองศาบนครึ่งวงกลม และเขียนทิศเหนือ - ใต้

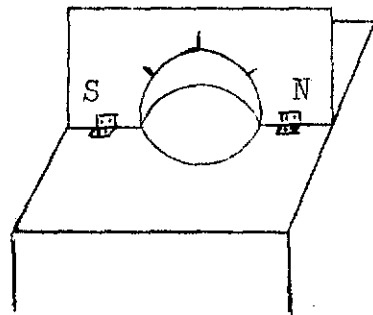


3. ติดบานพับระหว่างไม้แผ่นที่ 1 กับที่ 2 เข้าด้วยกัน

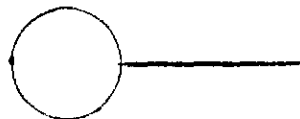


4. ตัดไม้ระแนงขนาด 1×1 นิ้ว ยาว 6 นิ้ว 4 อัน

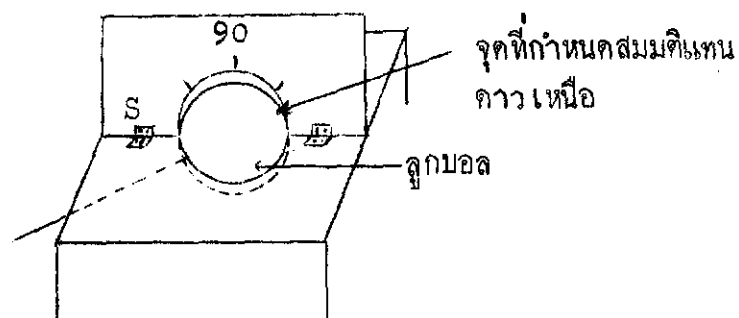
5. นำเอาชิ้นส่วนทั้งหมดมาประกอบกัน ดังภาพ



6. นำแท่งไม้กลมยาวประมาณ 10 นิ้ว มาติดเข้ากับลูกบอลเพื่อทำเป็น
ค้ำมือ



7. ใช้ปากกาแมจิกเขียนจุดบนลูกบอล ณ ตำแหน่งตรงข้ามกับค้ำมือ
แล้วสอดลูกบอลจากใต้ที่ตั้งให้ลูกบอลโผล่ตรงของวงกลม จะได้อุปกรณ์ทดแทนเรื่อง
การศึกษการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงดาวตามต้องการ

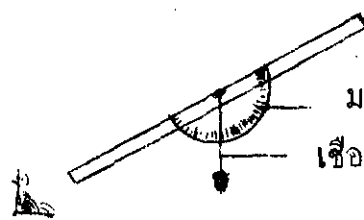


วิธีทำการทดลองโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน เรื่องโลกและดวงดาว

การทดลองที่ 1 - 9

การทดลองที่ 1 การวัดมุมเงยของวัตถุ

- วิธีทำ
1. นำเครื่องมือวัดมุมเงย มาตั้งที่ขอบไม้ค้ำบน ไปยังวัตถุที่ต้องการสังเกต เช่น ยอดเสาธง อ่านค่ามุมเงย บันทึกผล
 2. ทำการทดลองซ้ำข้อ 1 โดยเปลี่ยนตำแหน่งของผู้สังเกตให้ไกลเข้ามาและห่างออกไป จากตำแหน่งเดิมครั้งละ 5 เมตร
 3. ทำการทดลองซ้ำข้อ 1 และ 2 โดยเล็งวัตถุอื่นที่อยู่ไกลออกไปมาก



มาตราส่วนอ่านค่ามุมเงยเป็นองศา
เชือกเส้นดิ่งสำหรับอ่านค่ามุมเงย

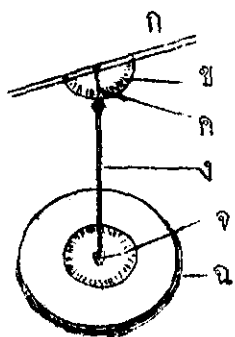
อุปกรณ์ทดแทนเรื่องการวัดมุมเงยของวัตถุ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สิ่งที่สังเกต	มุมเงย (องศา)		
	ระยะครั้งแรก	เขาไปไกล 5 เมตร	ห่างออกมา 5 เมตร
1. ยอดเสาธง			

การทดลองที่ 2 การวัดค่าแห่งของวัตถุโดยใช้เครื่องแอสโตรเลบ

- วิธีทำ**
1. วางกระดาษขนาด 25 cm x 25 cm บนโต๊ะยึดแผ่นกระดาษให้แน่น แล้วนำโต๊ะไปวางตรงตำแหน่งที่เลือก
 2. วางเข็มทิศบนกระดาษ จุดตำแหน่งทิศเหนือไว้บนกระดาษ ยกเข็มทิศออกแล้วขีดเส้นแสดงแนวเหนือ-ใต้ และเขียนทิศกำกับไว้
 3. นำอุปกรณ์ทดแทนเครื่องแอสโตรเลบมาตั้งบนแผ่นกระดาษ โดยให้แนวทิศเหนือใต้ของเครื่องมืออยู่ในแนวเหนือ - ใต้ ที่เขียนไว้บนกระดาษ
 4. หันกล้องเล็งไปยังวัตถุที่สังเกต เช่น ยอดเสาธง มองทางปลายของเครื่องมือให้เห็นวัตถุที่สังเกต
 5. อ่านค่ามุมเงยจากมาตราส่วนที่ติดกับกล้องเล็ง และค่ามุมอาซิมุทจากมาตราส่วนที่ฐาน บันทึกผล
 6. ทำการทดลองซ้ำข้อ 1 - 5 โดยเลื่อนเครื่องแอสโตรเลบเข้าหาวัตถุ และเลื่อนออกจากวัตถุ เป็นระยะทาง 5 เมตร จากตำแหน่งเดิม
 7. ทำการทดลองซ้ำข้อ 1 - 6 โดยเปลี่ยนทิศทางไปจากแนวเดิม
 8. ทำการทดลองซ้ำข้อ 1 - 7 โดยเปลี่ยนเป็นสังเกตวัตถุที่อยู่ไกลมาก

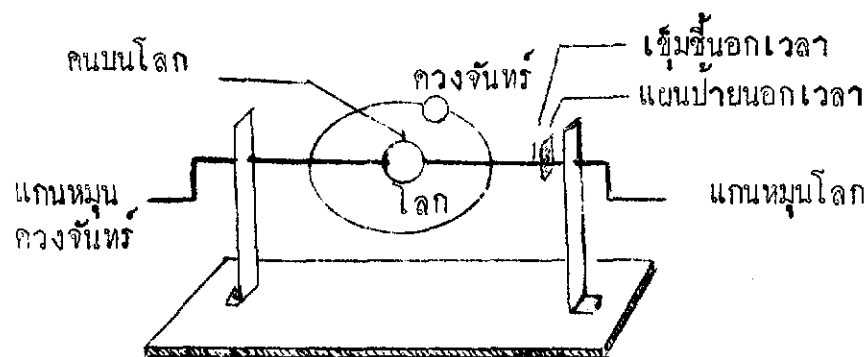


อุปกรณ์ทดแทนเรื่องการวัดค่าแห่งของวัตถุโดยใช้เครื่องแอสโตรเลบ

- ก. แพนกล้องเล็ง
 ข. แพนมาตราส่วนสำหรับค่ามุมเงยเป็นองศา
 ค. แพนเส้นเชือกคึง สำหรับอ่านค่ามุมเงย
 ง. แพนแกนไม้หมุนได้รอบตัว
 จ. แพนเข็มโลหะ ติดกับแกนหมุนที่ฐาน
 ฉ. แพนฐานที่ตั้ง มีมาตราส่วนสำหรับวัดค่ามุมอาซิมุทเป็นองศาและบอกทิศด้วย

การทดลองที่ 3 การเคลื่อนที่ของดวงจันทร์

- วิธีทำ**
1. จัดแกนโลกให้อยู่ในแนวเหนือใต้ตามความเป็นจริง
 2. จัดดวงจันทร์ให้อยู่ทางทิศตะวันออก โดยมีมุมเงยประมาณ 30 องศา
 3. กำหนดจุด ๆ หนึ่งบนแนวทิศตะวันตก อยู่ห่างจากโครงลวดประมาณ 50 cm



อุปกรณ์ทดแทนเรื่องการศึกษาการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์

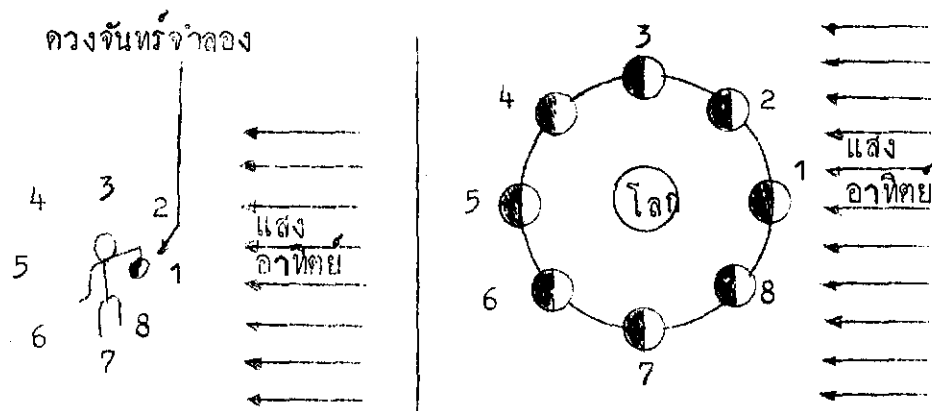
4. จัดตำแหน่งคนบนโลกที่เวลา 18.00 น. ดูจากเข็มชี้เวลา
5. ให้ดวงจันทร์อยู่กับที่ หมุนโลกรอบแกนเหนือใต้จากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก สังเกตการปรากฏของดวงจันทร์บนท้องฟ้าขณะที่โลกหมุนรอบตัวเองครึ่งรอบ บันทึกผล
6. หมุนดวงจันทร์เคลื่อนที่รอบโลกไปทางเดียวกับโลกด้วยความเร็วเท่ากับที่โลกหมุนรอบตัวเอง 1 รอบ สังเกตตำแหน่งของดวงจันทร์บนท้องฟ้า บันทึกผล
7. ทำการทดลองเช่นเดียวกันข้อ 6 แต่ให้ดวงจันทร์โคจรไปทางตะวันออกช้ากว่าเวลาที่โลกหมุนรอบตัวเอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

โลกหมุนรอบตัวเอง 1 รอบ	การปรากฏของดวงจันทร์บนท้องฟ้า
1. ดวงจันทร์หยุดนิ่งที่มุมเงย 30 องศา	
2. ดวงจันทร์เคลื่อนที่รอบโลกด้วย อัตราเร็วเท่ากับโลกหมุนรอบ ตัวเอง	
3. ดวงจันทร์เคลื่อนที่รอบโลกด้วย อัตราเร็วกว่าโลกหมุนรอบตัวเอง	

การทดลองที่ 4 คิธีของดวงจันทร์

- วิธีทำ
1. ออมบตีให้ดวงอาทิตย์อยู่ทางขอบฟ้าทิศตะวันตก กำหนดทิศที่แสงอาทิตย์ส่องมากระทบโลกและดวงจันทร์
 2. ให้นักเรียน 1 คน เป็นผู้สังเกตบนโลกและเป็นผู้ถือดวงจันทร์จำลอง ขึ้นออกไป ณ ตำแหน่งที่ 1 ดวงจันทร์ด้านที่กระทบแสงอาทิตย์จะสว่าง ส่วนด้านตรงข้ามจะมีมืด



การใช้อุปกรณ์ทดแทนแบบจำลองดวงจันทร์ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ทดลองการเกิดคิธีของดวงจันทร์

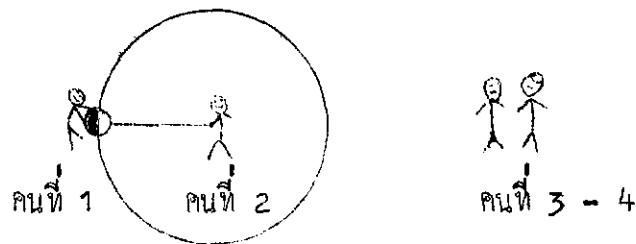
3. เลื่อนดวงจันทร์จำลองไปอยู่ ณ ตำแหน่ง 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 ตามลำดับจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก สังเกตลักษณะส่วนสว่างของดวงจันทร์ที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ บันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

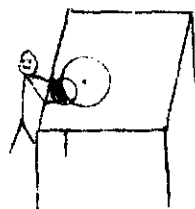
ตำแหน่งของดวงจันทร์	1	2	3	4	5	6	7	8
เขียนรูปส่วนสว่างที่สังเกตเห็น								

การทดลองที่ 5 เลียนแบบการโคจรของดวงจันทร์รอบโลก

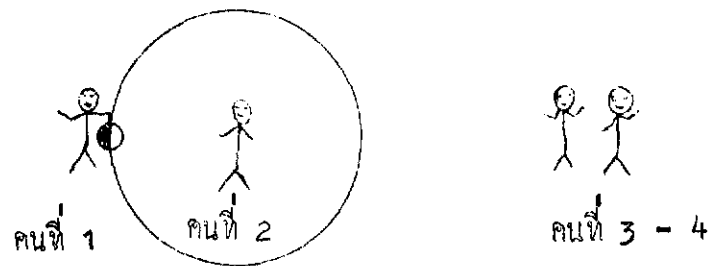
- วิธีทำ 1. ให้นักเรียนคนที่ 1 ถือลูกบอลที่หาสีขาวครึ่งหนึ่งสีดำครึ่งหนึ่ง มีเชือกผูกติดอยู่ตรงกึ่งกลางคานสีขาวยาวประมาณ 3 เมตร นักเรียนคนที่ 2 เป็นผู้จับปลายเชือกและเป็นผู้ดึงแถบของโลก นักเรียนคนที่ 3 - 4 เป็นผู้ดึงแถบที่ขึ้นทางออกมา



2. นักเรียนคนที่ 1 ถือลูกบอลเดินรอบนักเรียนคนที่ 2 1 รอบ นักเรียนคนที่ 2 หันมองตามโดยตลอด สังเกตคานของลูกบอลที่มองเห็นและลักษณะการหมุนของลูกบอล บันทึกผล
3. กำหนดจุด ๆ หนึ่งบนโต๊ะ นักเรียนคนที่ 1 มือหนึ่งจับเชือกบริเวณที่ติดลูกบอลวางมือตรงจุดที่กำหนด อีกมือหนึ่งจับลูกบอลเคลื่อนที่รอบจุดนั้น สังเกตการหมุนรอบตัวเองของลูกบอลและการหมุนรอบจุด และคานของลูกบอลที่หันเข้าหาจุด บันทึกผล



4. นักเรียนคนที่ 1 จับเชือกบริเวณที่ติดลูกบอล ให้ลูกบอลห้อยลงมา
ถือเดินรอบ นักเรียนคนที่ 2 ซึ่งอยู่ห่างจากคนที่ 1 ประมาณ 3 เมตร
สังเกตและบันทึกผล



ตารางบันทึกผลการทดลอง

ผู้สังเกต	ลักษณะของลูกบอลที่นักเรียนคนที่ 1 ถือเคลื่อนที่ไปครบ 1 รอบ	
	ระยะ 3 เมตร ครั้งแรก	ระยะ 3 เมตร ครั้งหลัง
นักเรียนคนที่ 2		
นักเรียนคนที่ 3-4		

การทดลองที่ 6 การเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์

- วิธีทำ
1. นำแผ่นพลาสติก ขนาด 7×7 cm ทาบลงบนกลุ่มดาวรูป 1
ลอกตำแหน่งของดาวทุกดวงไว้
 2. นำแผ่นพลาสติกใสแผ่นเดิมนี้ทาบลงบนกลุ่มดาวรูป 2 ถึงรูป 12
ตามลำดับ สังเกตตำแหน่งของดาวแต่ละดวง บันทึกผล

หมายเหตุ กลุ่มดาวรูป 1 - 12 จากหนังสือเรียนเรื่องโลกและดวงดาว
กระทรวงศึกษาธิการ 2525 หน้า 17

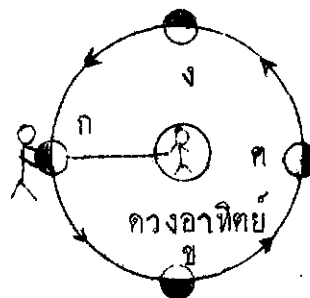
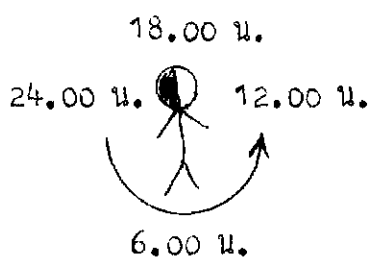
การทดลองที่ 7 เรื่องการเห็นดาวเคราะห์เมื่อมองจากโลก

- วิธีทำ 1. สังเกตดาวเคราะห์ดวงใน ให้นักเรียนที่แทนดวงอาทิตย์ถือปลายเชือกที่ผูกติดลูกบอลไว้ นักเรียนอีกคนหนึ่งถือลูกบอลซึ่งแทนดาวเคราะห์ดวงในยืนห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณ 2 เมตร นักเรียน 1 - 2 คน ยืนห่างจากดวงอาทิตย์ออกมาประมาณ 4 เมตร เป็นผู้สังเกตบนโลก



ผู้สังเกตบนโลก ดาวเคราะห์ดวงใน ดวงอาทิตย์

2. นักเรียนที่ถือดาวเคราะห์เดินหมุนไปอยู่ ณ ตำแหน่ง ก ข ค และ ง ตามลำดับ ผู้สังเกตอยู่ตำแหน่งเดิม



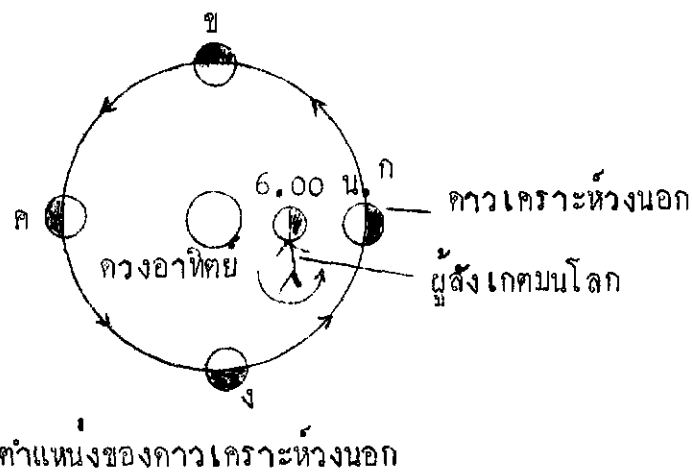
ผู้สังเกตบนโลก ตำแหน่งของดาวเคราะห์ดวงใน

3. ผู้สังเกตหมุนรอบตัวเอง ถ้าหันหน้าไปทางทิศในลูกศร คือเวลาของผู้สังเกตในขณะนั้น บันทึกผลการสังเกตดาวเคราะห์ดวงใน การสังเกตจากผู้สังเกตบนโลกต้องมองไปในระดับที่ไม่เกินไหล่ (ระดับขอบฟ้า)

4. ตั้งแถวคราวเคราะห์วงนอก โดยจัดการทดลองเช่นเดียวกับคราวเคราะห์วงใน แต่ให้ระยะห่างของดวงอาทิตย์กับคราวเคราะห์วงนอก (เชือกที่ยูกตุ้มบอล) ประมาณ 4 เมตร และให้ผู้สังเกตบนโลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณ 2 เมตร



5. ผู้ที่ถือคราวเคราะห์วงนอกเดินไปอยู่ที่ ข ค และ ง ตามลำดับ ผู้สังเกตอยู่ตำแหน่งเดิม



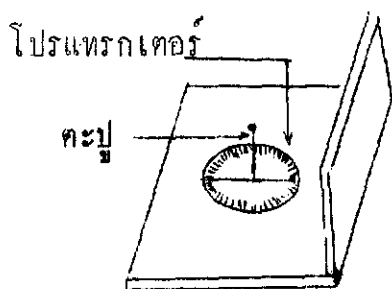
6. ผู้สังเกตหมุนรอบตัวเอง ดังข้อ 2 ตั้งแถวคราวเคราะห์วงนอกตามตำแหน่งต่าง ๆ ที่กำหนด บันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

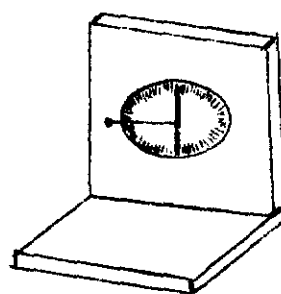
ดาวเคราะห์	ตำแหน่ง	เวลาที่สังเกตได้			รูปแสดงส่วนสว่าง ที่สังเกตได้
		ช่วงหัวค่ำ	ช่วงเที่ยงคืน	ช่วงเช้ามืด	
ดาวเคราะห์วงใน	ด				
	ข				
	ค				
	ง				
ดาวเคราะห์วงนอก	ก				
	ข				
	ค				
	ง				

การทดลองที่ 8 การหาค่าแห่งของดวงอาทิตย์

- วิธีทำ
1. วางอุปกรณ์ทดแทนการหาค่าแห่งของดวงอาทิตย์บนพื้น ให้ชี้ค 0° และ 180° ของไม้โปรแทรกเตอร์อยู่ในแนวเหนือใต้ ใช้เข็มทิศช่วยในการหาทิศ
 2. สังเกตเงาของตะปูว่าอยู่ ณ ที่ใด ตำแหน่งของดวงอาทิตย์จะอยู่ในทิศตรงกันข้าม
 3. บันทึกมุมอาซิมุท
 4. ตั้งอุปกรณ์ในแนวคิ่ง หมุนอุปกรณ์ไปมาจนเห็นเงาของแผ่นไม้ตั้งที่สุด แสดงว่าสันของแผ่นไม้อยู่ตรงกับดวงอาทิตย์พอดี
 5. สังเกตเงาของตะปู ตำแหน่งของดวงอาทิตย์จะอยู่ตรงกันข้ามกับตะปู
 6. วัดมุมเงยของดวงอาทิตย์
 7. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 - 6 อีกประมาณ 6 ครั้ง โดยให้แต่ละครั้งห่างกัน 1 ชั่วโมง บันทึกผลการทดลอง และนำผลการทดลองมาเขียนกราฟแสดงการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์



อุปกรณ์ตั้งในแนวราบ

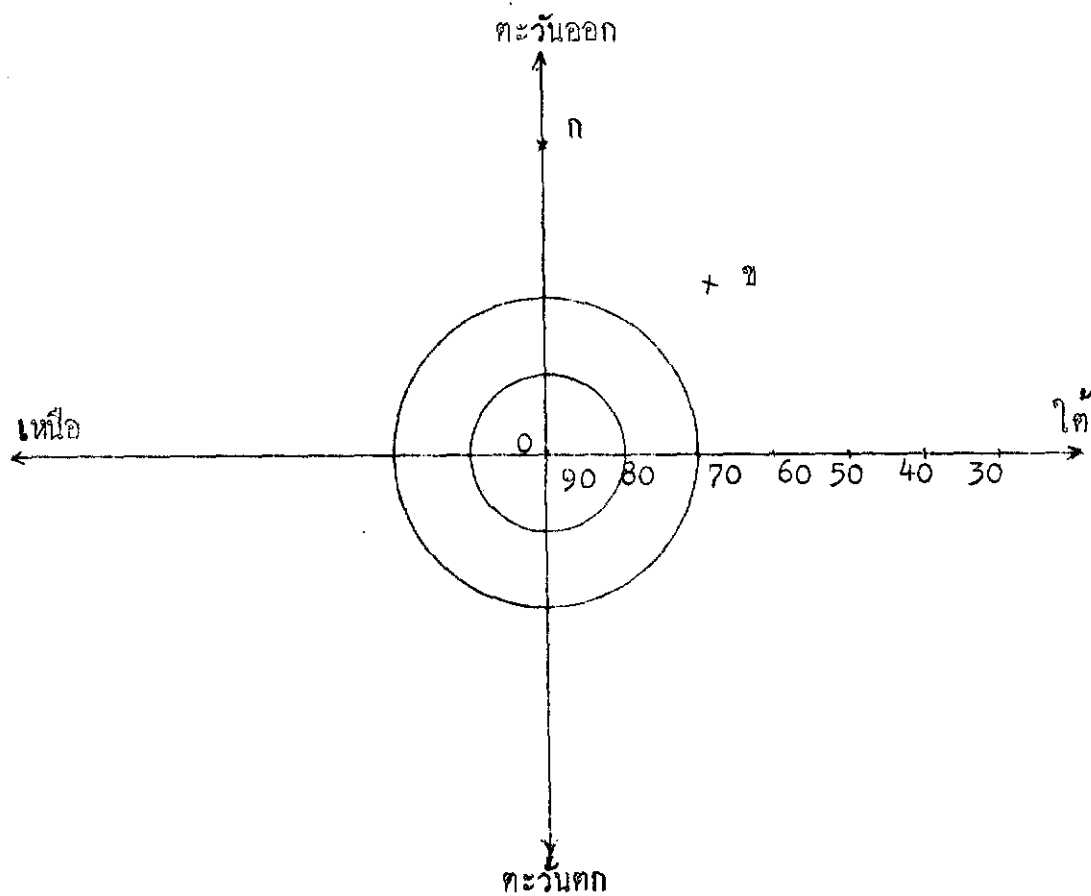


อุปกรณ์ตั้งในแนวคิ่ง

อุปกรณ์ทดแทนเรื่องการหาค่าแห่งของดวงอาทิตย์

ตารางบันทึกผลการทดลอง ดวงอาทิตย์ในวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
 ณ.....

เวลา(นาฬิกา) มุม (องศา)	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
มุมเงย								
มุมอาสิมุข								



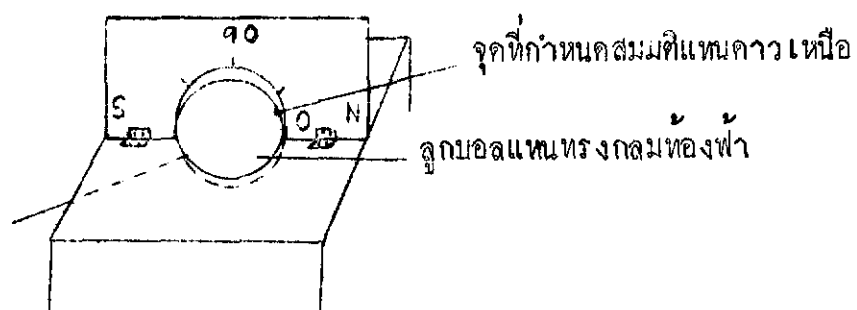
ตัวอย่างการเขียนกราฟแสดงการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์

การเขียนกราฟแสดงการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์

1. ลากเส้นแนวนิ่งและแนวระดับ แสดงทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และ ตะวันตก
2. ตรงจุดศูนย์กลาง 0 ที่เส้นทั้งสองตัดกันคือตำแหน่งของผู้สังเกต
3. ที่จุดศูนย์กลาง 0 ไขว้วงเวียนรัศมี 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 ซม. ตามลำดับ เขียนวงกลม วงกลมเหล่านี้จะแสดงมุมเงยของผู้สังเกต ตรงที่ระยะคือ มุมเงย 90° วงถัดมา คือ 80° , 70° , ... และ 0° ตามลำดับ
4. ภาพที่เขียนนี้คือท้องฟ้าเมื่อมองลงมาจากข้างบน ให้นักเรียนเขียนตำแหน่งของดวงอาทิตย์เมื่อวัด ณ เวลาต่าง ๆ กัน ลงในกราฟนี้
เช่น ถ้าดวงอาทิตย์อยู่ที่มุมอาซิมุท 90° มุมเงย 50° ให้ทำเครื่องหมายที่จุด ก ถ้าดวงอาทิตย์อยู่ที่มุมอาซิมุท 135° มุมเงย 60° ให้ทำเครื่องหมายที่จุด ข
5. ลากเส้นเชื่อมโยง แสดงลักษณะที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ไปในท้องฟ้า

การทดลองที่ 9 การเคลื่อนที่ปรากฏประจำวันของดวงดาว

- วิธีทำ
1. พื้นที่ตั้งแบบจำลองทรงกลมท้องฟ้าให้ตรงกับทิศจริง (ดูจากทิศเหนือ - ใต้ ที่เขียนบนแผ่นไม้)
 2. วางลูกบอลที่เตรียมไว้บนที่ตั้ง ลูกบอลนี้จะแทนทรงกลมท้องฟ้า ระดับแผ่นไม้ที่เป็นวงกลมแทนเส้นขอบฟ้าของผู้สังเกต สมมติว่าผู้สังเกตอยู่ตรงกลางลูกบอล



อุปกรณ์ทดแทนเรื่องการศึกษาการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงดาว

3. ให้จุดที่กำหนดไว้บนลูกบอลแทนตำแหน่งของดาวเหนือ
4. ถือลูกบอลให้ตำแหน่งของขั้วท้องฟ้าตรงกับเสกล 0 องศา บนแผ่นไม้ครึ่งวงกลม แสดงว่า ณ ตำแหน่งนี้ค่ามุมเงยของดาวเหนือจากขอบฟ้าเท่ากับ 0 องศา
5. เขียนตำแหน่งดาวฤกษ์บนลูกบอล โดยกำหนดตำแหน่งดาว 1, 2, 3, 4 และ 5 ดังตาราง

วัตถุท้องฟ้า	มุมอาซิมุท (องศา)	มุมเงย (องศา)
ดาว 1	10	0
ดาว 2	30	0
ดาว 3	90	0
ดาว 4	120	0
ดวงอาทิตย์	270	0

6. หมุนลูกบอลช้า ๆ จากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก สังเกตและบันทึกเส้นทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดาวแต่ละดวงบนแบบจำลองทรงกลมท้องฟ้า
7. สมมติให้ผู้สังเกตยืนอยู่ ณ ละติจูด 15, 60 และ 90 องศาเหนือ โดยประมาณเพียงลูกบอลให้ดาวเหนือมีเลข 15, 60 และ 90 องศาบนสเกลไม้ครึ่งวงกลมตามลำดับ หมุนลูกบอลตามข้อ 6 สังเกตดาวเหนือและการขึ้นตกของดาวดวงอื่น เขียนเส้นทางการเคลื่อนที่ของดาวบนแบบจำลองทรงกลมท้องฟ้า

คำชี้แจงประกอบแผนการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน

1. ข้อมูลต่าง ๆ ในแผนการสอน นอกเหนือจากอุปกรณ์ทดแทน ผู้วิจัยได้ใช้ตามหนังสือเรียนและคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง โลกและดวงดาว ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ
2. การประเมินผลการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้ประเมินผลจากการสังเกตขณะทำการทดลอง จากการบันทึกข้อมูล จากการตอบคำถามขณะอภิปรายและจากแบบฝึกหัด
3. แผนการสอนที่ใช้ประกอบการสอนโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนมีทั้งหมด 11 แผนการสอน แผนการสอนที่ 9 (หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เวลา 3 คาบ) และแผนการสอนที่ 11 (หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เวลา 3 คาบ) ไม่มีการทดลอง ได้ดำเนินการสอนตามคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง โลกและดวงดาว ของกระทรวงศึกษาธิการ

แผนการสอนที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เวลา 2 คาบ

- มโนคติ
1. โลกมีลักษณะกลมแป้น เคลื่อนที่รอบดวงอาทิตย์เป็นวงรีและขณะเดียวกันก็หมุนรอบตัวเอง จึงทำให้เกิดทิศ
 2. ตำแหน่งของสถานที่บนโลกบอกได้โดยใช้ค่าละติจูดและค่าลองจิจูด
 3. ตำแหน่งของวัตถุที่อยู่สูงจากพื้นโลก และตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าอาจบอกได้โดยใช้ความมุมเงย และความมุมอาซิมุท

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกลักษณะการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์
2. ระบุทิศที่เกิดขึ้นจากการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ได้
3. จำแนกความแตกต่างของความมุมเงยและความมุมอาซิมุท ค่าละติจูดและค่าลองจิจูดได้
4. วัดมุมเงยของวัตถุโดยใช้เครื่องมือวัดมุมเงยอย่างง่ายได้
5. สรุปได้ว่าการเปลี่ยนตำแหน่งของผู้สังเกต มีผลต่อการวัดความมุมเงยของวัตถุ
6. ออกแบบการทดลองและความคุมตัวแปรในการวัดมุมเงยของวัตถุที่อยู่สูงจากพื้นโลกได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับวัตถุท้องฟ้า ทบทวนความรู้เรื่องทิศ เหนือใน การบอกทิศ ให้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของทิศบนโลกกับตำแหน่งของผู้สังเกตเมื่อโลกหมุนไปรอบดวงอาทิตย์ จากนั้นอภิปรายเรื่องเส้นละติจูด เส้นลองจิจูด แล้วให้ความรู้เรื่องการบอกตำแหน่งวัตถุบนพื้นโลก

2. ครูนำเข้าสู่การทดลองที่ 1 โดยตั้งปัญหาเกี่ยวกับการบอกตำแหน่งของวัตถุที่อยู่สูงกว่าระดับพื้นโลก จากนั้นครูให้ความรู้เกี่ยวกับมุมเงยและแนะนำการอ่านค่ามุมเงยจากอุปกรณ์ทดแทน
3. ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 1 การวัดมุมเงยของวัตถุ โดยใช้อุปกรณ์ทดแทนเครื่องมือวัดมุมเงยอย่างง่ายตามวิธีทำการทดลองโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนการทดลองที่ 1
4. ครูนำอภิปรายหลังการทดลองจากข้อมูลที่ไต่จากการทดลองการวัดมุมเงยของวัตถุ

หลังจากการอภิปรายหลังการทดลองและตอบคำถามตามหนังสือเรียนแล้ว
นักเรียนควรสรุปได้ดังนี้

1. การบอกความสูงของวัตถุที่อยู่เหนือพื้นโลก จากผู้สังเกต ณ ตำแหน่งหนึ่ง จะบอกด้วยค่ามุมเงยของวัตถุ
2. สำหรับวัตถุที่อยู่ใกล้ การเปลี่ยนตำแหน่งของผู้สังเกตทำให้ค่ามุมเงยของวัตถุเปลี่ยนแปลงไป
3. สำหรับวัตถุที่อยู่ไกลออกไปไม่มากนัก การเปลี่ยนตำแหน่งของผู้สังเกตทำให้ค่ามุมเงยของวัตถุเปลี่ยนแปลงไปน้อยลง
4. สำหรับวัตถุที่อยู่ไกลมาก ๆ การเปลี่ยนตำแหน่งของผู้สังเกตทำให้ค่ามุมเงยของวัตถุเปลี่ยนแปลงไปน้อยลงอีก

แผนการสอนที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เวลา 2 คาบ

- มโนคติ
1. การบอกตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าอาจบอกได้โดยใช้ระบบเส้นขอบฟ้า
 2. การสังเกตวัตถุที่อยู่สูงจากพื้นโลก และอยู่ใกล้โลกมากนัก การเปลี่ยนตำแหน่งที่สังเกตไปในบริเวณใกล้เคียงจะทำให้ผู้สังเกตเห็นวัตถุเปลี่ยนตำแหน่งไปจากเดิม
 3. การสังเกตวัตถุที่อยู่สูงจากพื้นโลก และอยู่ไกลมาก การเปลี่ยนตำแหน่งของผู้สังเกตไปอยู่ในตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งในบริเวณใกล้เคียง ผู้สังเกตจะเห็นวัตถุปรากฏ ณ ตำแหน่งเดิม หรือเกือบตำแหน่งเดิม
 4. ประเทศที่อยู่ห่างกันไม่เกิน 15 เส้นรอบจุด หรือ เวลาต่างกันไม่เกิน 1 ชั่วโมง จะใช้เวลามาตรฐานเดียวกัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกวิธีใช้เครื่องแอสโตรเลบหาตำแหน่งของวัตถุที่อยู่เหนือพื้นโลกได้
2. ระบุเส้นขอบฟ้า เส้นคิ่ง จุดเหนือศีรษะ และตำแหน่งของผู้สังเกตได้ เมื่อกำหนดแบบจำลองทรงกลมท้องฟ้าให้
3. สรุปได้ว่าการเปลี่ยนตำแหน่งของผู้สังเกตในบริเวณใกล้เคียงจะไม่มีผลต่อค่ามุมเงยของวัตถุที่อยู่ไกลมาก ๆ แต่จะมีผลต่อค่ามุมเงยของวัตถุที่อยู่ใกล้
4. คำนวณเวลาที่แท้จริงของเมืองต่าง ๆ ได้ เมื่อกำหนดค่าลองจิจูดของเมืองนั้นให้

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูให้ความรู้และนำอภิปรายเกี่ยวกับทรงกลมท้องฟ้า การกำหนดตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าด้วยความสูงและความมุมอาซิมุท การวัดตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าโดยใช้เครื่องแอสโตรเลบ
2. ครูแนะนำการใช้อุปกรณ์ทดแทนเรื่องการวัดตำแหน่งของวัตถุโดยใช้เครื่องแอสโตรเลบสำหรับการหาแนวเหนือใต้โดยใช้เข็มทิศ แนะนำนักเรียนให้ปฏิบัติในการเปลี่ยนตำแหน่งที่สังเกต และแนะนำให้นักเรียนออกไปทำการทดลองหน้าห้องเรียนหรือกลางแจ้ง
3. นักเรียนทำการทดลองที่ 2 เรื่องการวัดตำแหน่งของวัตถุโดยใช้เครื่องแอสโตรเลบ ตามวิธีทำการทดลองโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนการทดลองที่ 2
4. ครูและนักเรียนรวบรวมข้อมูลจากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันและให้นักเรียนตอบคำถามตามหนังสือเรียน

หลังจากการอภิปรายและตอบคำถามแล้ว นักเรียนควรสรุปได้ดังนี้

ในการสังเกตวัตถุที่อยู่สูงจากพื้นโลก และอยู่ไม่ไกลมากนัก การเปลี่ยนตำแหน่งที่สังเกตมีผลให้ผู้สังเกตเห็นวัตถุเปลี่ยนตำแหน่งไปจากเดิม และในกรณีที่วัตถุอยู่ไกลมาก ๆ การเปลี่ยนตำแหน่งของผู้สังเกต ทำให้ผู้สังเกตเห็นวัตถุปรากฏ ณ ตำแหน่งเดิมหรือเกือบตำแหน่งเดิม

จากนั้นนำอภิปรายเรื่องการกำหนดเวลาบนโลก ให้ความรู้เกี่ยวกับการกำหนดเวลามาตรฐานสากลของโลก การแบ่งเขตเวลาทั่วโลกและให้นักเรียนคำนวณเวลา ณ เขตต่าง ๆ บนโลก

แผนการสอนที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เวลา 2 คาบ

- มโนคติ
1. ในคืนหนึ่ง ๆ การที่คนบนโลกเห็นดวงจันทร์เคลื่อนที่จากทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันตกเป็นการเคลื่อนที่ปรากฏประจำวัน เกิดจากโลกหมุนรอบตัวเอง
 2. ในเวลาเดียวกันของทุก ๆ คืน การที่คนบนโลกเห็นดวงจันทร์เคลื่อนที่ผ่านดวงดาวจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก เป็นการเคลื่อนที่จริงของดวงจันทร์ เกิดจากดวงจันทร์โคจรรอบโลก
 3. ดวงจันทร์โคจรรอบโลกในทิศทางเดียวกับที่โลกหมุนรอบตัวเอง แต่โลกหมุนรอบตัวเอง 1 รอบ ช้ากว่าดวงจันทร์โคจรรอบโลก 1 รอบ จึงทำให้ดวงจันทร์ปรากฏ ณ ตำแหน่งเดิมซ้ำลงทุกวัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ได้
2. อธิบายการเคลื่อนที่จริงและการเคลื่อนที่ปรากฏประจำวันของดวงจันทร์ได้
3. ทำนายการเคลื่อนที่จริงและการเคลื่อนที่ปรากฏประจำวันของดวงจันทร์จากภาพและข้อมูลที่กำหนดให้ได้
4. สรุปความสัมพันธ์ในการหมุนรอบตัวเองของโลกและการโคจรรอบโลกของดวงจันทร์จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของดวงจันทร์กับมนุษย์ ให้ความรู้เรื่องดวงจันทร์ และบทวนการบอกตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้า จากนั้นให้นักเรียนศึกษาตำแหน่งของดวงจันทร์จากตารางแสดงค่ามุมอาซิมุทและมุมเงยของดวงจันทร์ในหนังสือเรียน แล้วให้ความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่จริงกับการเคลื่อนที่ปรากฏประจำวัน

2. ครูแนะนำการใช้อุปกรณ์ทดแทน เรื่องการศึกษาการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ เพื่อศึกษาการเคลื่อนที่จริงและการเคลื่อนที่ปรากฏประจำวัน

3. ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 3 เรื่องการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ โดยใช้ อุปกรณ์ทดแทนเรื่องการศึกษาการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ตามวิธีทำการทดลองโดยใช้อุปกรณ์ ทดแทนการทดลองที่ 3

4. ครูรวบรวมข้อมูลจากการทดลองมาอภิปรายร่วมกัน โดยใช้อุปกรณ์ทดแทน เรื่องการศึกษาการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ประกอบการอภิปราย และให้นักเรียนตอบคำถาม ตามหนังสือเรียน

จากการอภิปรายและตอบคำถาม นักเรียนควรจะสรุปได้ว่า

1. การที่เราเห็นดวงจันทร์เคลื่อนที่จากทิศตะวันออกไปทางทิศตะวันตกในวัน เดียวกันนั้น เป็นผลมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก ในกรณีนี้เป็นการเคลื่อนที่ปรากฏ ประจำวันของดวงจันทร์

2. ในคืนต่างกันแต่เวลาเดียวกัน เราเห็นดวงจันทร์เคลื่อนที่จากทิศตะวันตก ไปทางทิศตะวันออก เกิดจากดวงจันทร์โคจรรอบโลกช้ากว่าโลกหมุนรอบตัวเอง ทำให้ เราเห็นดวงจันทร์ปรากฏ ณ ตำแหน่งเดิมซ้ำลงทุกวัน ในกรณีนี้เป็นการโคจรของดวงจันทร์ รอบโลก

แผนการสอนที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เวลา 2 คาบ

- มโนคติ
1. การที่คนบนโลกเห็นคิถีของดวงจันทร์ หรือเห็นส่วนสว่างของดวงจันทร์ เปลี่ยนแปลงไปทุกวันนี้ เกิดจากดวงจันทร์โคจรรอบโลกและโลกหมุนรอบตัวเอง
 2. ปรากฏการณ์ที่คนบนโลกเห็นดวงจันทร์ขึ้นและตก เกิดจากการหมุนรอบตัวเองของโลก ในขณะที่โลกหมุนรอบตัวเอง ดวงจันทร์ก็โคจรรอบโลกด้วย จึงทำให้เห็นดวงจันทร์ขึ้นและตกในเวลาต่างกันทุกวัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองการเกิดคิถีของดวงจันทร์ จากสถานการณ์จำลองได้
2. อธิบายการเกิดคิถีของดวงจันทร์ได้
3. ทำนายคิถีของดวงจันทร์จากภาพและข้อมูลที่กำหนดให้ได้
4. อธิบายลักษณะเสี้ยวสว่างของดวงจันทร์ในวันข้างขึ้นข้างแรมได้
5. สรุปความสัมพันธ์จากการหมุนรอบตัวเองของโลกและการโคจรรอบโลกของดวงจันทร์ที่ทำให้เห็นดวงจันทร์ขึ้นและตกซ้ำลงทุกวันได้

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูนำอภิปรายและให้ความรู้เกี่ยวกับคิถีของดวงจันทร์ และข้างขึ้นข้างแรม
2. ครูแนะนำอุปกรณ์ทดแทนเรื่องคิถีของดวงจันทร์ พร้อมทั้งสาธิตการทดลองการเกิดคิถีของดวงจันทร์ตามตำแหน่งต่าง ๆ โดยสมมติให้ดวงอาทิตย์อยู่ทางขอบฟ้าทิศตะวันตก และชี้แจงให้นักเรียนในกลุ่มฝึกเปลี่ยนกันเป็นผู้ถืออุปกรณ์ทดแทนเพื่อสังเกตส่วนสว่างของดวงจันทร์ด้วยตนเอง
3. นักเรียนทำการทดลองที่ 4 คิถีของดวงจันทร์ โดยใช้อุปกรณ์ทดแทนเรื่องคิถีของดวงจันทร์ตามวิธีทำการทดลองโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนการทดลองที่ 4

4. ครูและนักเรียนรวบรวมข้อมูลจากการทดลองมาอภิปรายร่วมกัน โดยใช้อุปกรณ์ทดแทนเรื่องดีของดวงจันทร์ประกอบการอภิปราย และให้นักเรียนตอบคำถามตามหนังสือเรียน

หลังจากอภิปรายหลังการทดลองและตอบคำถามแล้ว นักเรียนควรจะสรุปได้ว่า ดวงจันทร์ ณ ตำแหน่ง 2, 3, 4 และ 5 เป็นวันข้างขึ้น เพราะเสี้ยวสว่างค่อย ๆ โตขึ้น ดวงจันทร์ ณ ตำแหน่ง 6, 7, 8 และ 1 เป็นวันข้างแรม เพราะเสี้ยวสว่างค่อย ๆ เล็กลงจนมืดหมดดวง และการที่ดวงจันทร์มีลักษณะเป็นเสี้ยวแตกต่างกันนั้นเป็นเพราะดวงจันทร์โคจรรอบโลก และโลกหมุนรอบตัวเอง

แผนการสอนที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เวลา 1 คาบ

- บโนมติ
1. การที่คนบนโลกเห็นดวงจันทร์เพียงด้านเดียวนั้นเป็นเพราะดวงจันทร์ใช้เวลาเท่ากันในการหมุนรอบตัวเอง 1 รอบ และโคจรรอบโลก 1 รอบ
 2. การสำรวจดวงจันทร์ทำให้ทราบข้อมูลต่าง ๆ ของดวงจันทร์ ทั้งทางด้านพื้นผิวดวงจันทร์ บรรยากาศ อุณหภูมิ กัมมันตรังสี และแรงโน้มถ่วงบนดวงจันทร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. ทดลองเลียนแบบการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์รอบโลกได้
2. อธิบายลักษณะการโคจรของดวงจันทร์รอบโลกได้
3. สรุปความสัมพันธ์ของการโคจรของดวงจันทร์และโลกจากภาพและข้อมูลที่กำหนดให้ได้
4. บอกสาเหตุที่ทำให้คนบนโลกเห็นดวงจันทร์เพียงด้านเดียวได้
5. ให้เหตุผล เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของดวงจันทร์และโลกจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้
6. บอกได้ว่ามนุษย์อวกาศควรเตรียมอะไรบางอย่างในการออกไปอยู่บนดวงจันทร์

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูอธิบายและให้ความรู้เกี่ยวกับการศึกษาดวงจันทร์ ซึ่งพบว่าดวงจันทร์หันเข้าหาโลกเพียงด้านเดียว
2. ให้นำเข้าสู่การทดลองที่ 5 และสาธิตการใช้อุปกรณ์ทดแทนในการเลียนแบบการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์

3. ครูให้นักเรียนทำการทดลองที่ 5 เขียนแบบการโคจรของดวงจันทร์รอบโลก โดยใช้อุปกรณ์ทดแทนเขียนแบบการโคจรของดวงจันทร์รอบโลกตามวิธีทำการทดลองโดยใช้ อุปกรณ์ทดแทนการทดลองที่ 5

4. ครูและนักเรียนรวบรวมข้อมูลจากการทดลองมาอภิปราย และใช้อุปกรณ์ทดแทนเขียนแบบลักษณะการโคจรของดวงจันทร์รอบโลกประกอบการอภิปรายและคำถามตามหนังสือเรียน

จากการอภิปรายหลังการทดลองและตอบคำถามแล้วนักเรียนควรสรุปได้ว่า การที่คนบนโลกเห็นพื้นผิวดวงจันทร์เพียงด้านเดียวนั้น เพราะว่าดวงจันทร์ใช้เวลาในการหมุนรอบตัวเอง 1 รอบ เท่ากับเวลาที่ใช้โคจรรอบโลก 1 รอบ จากนั้นครูนำอภิปรายและให้ความรู้เกี่ยวกับการสำรวจดวงจันทร์

แผนการสอนที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เวลา 1 คาบ

มโนคติ คาวฤกษ์เป็นดาวที่ปรากฏอยู่กับที่ ส่วนดาวเคราะห์เป็นดาวที่เคลื่อนที่

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เปรียบเทียบข้อแตกต่างของดาวฤกษ์และดาวเคราะห์ได้
2. ทดลองการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์จากรูปกลุ่มดาวที่กำหนดให้ได้
3. บอกได้ว่าในการศึกษาดวงดาวในท้องฟ้า อาจใช้วิธีถ่ายภาพเพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับการกระพริบของดาวที่เห็นได้ช่วยตาเปล่า แล้วให้ความรู้เกี่ยวกับดาวฤกษ์ และดาวเคราะห์
 2. ครูแนะนำการใช้อุปกรณ์ทดแทนเพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ โดยให้นักเรียนทาบแผ่นพลาสติกใส ขนาด 7×7 cm บนรูปกลุ่มดาวรูปที่ 1 แล้วตีกรอบบนแผ่นพลาสติกก่อนจะนำไปทาบบนกลุ่มดาวรูปถัดไปจนถึงรูปกลุ่มดาวที่ 12
 3. ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 6 การเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ โดยใช้ อุปกรณ์ทดแทนตามวิธีทำการทดลองโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนการทดลองที่ 6
 4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานผลการทดลองให้กลุ่มอื่นทราบและให้เปรียบเทียบผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม ซึ่งจะได้ผลการทดลองว่า จากการสังเกตตำแหน่งของดาว พบว่ามีดาวดวงหนึ่งเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มดาวคนคู่ ดาวอื่น ๆ ในรูปอยู่กับที่
- จากการทดลองและศึกษาข้อมูลจากหนังสือเรียน นักเรียนควรสรุปได้ว่า ดาวส่วนใหญ่ที่อยู่กับที่เรียกว่า ดาวฤกษ์ ดาวที่เคลื่อนที่เรียกว่า ดาวเคราะห์

แผนการสอนที่ 7 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เวลา 2 คาบ

- มโนคติ
1. ดาวเคราะห์ที่มีวงโคจรระหว่างโลกและดวงอาทิตย์เรียกว่า ดาวเคราะห์วงใน ส่วนดาวเคราะห์ที่มีวงโคจรรอบอยู่ห่างจากวงโคจรของโลกออกไปเรียกว่า ดาวเคราะห์วงนอก
 2. ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ เคลื่อนที่รอบดวงอาทิตย์จากทิศตะวันตกไป ทิศตะวันออก
 3. คนบนโลกจะมีโอกาสเห็นดาวเคราะห์ในลักษณะเต็มดวงหรือเป็นเสี้ยวหรือไม่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดาวเคราะห์และโลกในขณะนั้น
 4. โอกาสที่จะเห็นดาวเคราะห์วงในสว่างเต็มดวงไม่มีเลย ส่วนดาวเคราะห์วงนอกมีโอกาสเห็นสว่างเต็มดวงได้
 5. ดาวเคราะห์วงในที่เราเห็นได้ด้วยตาเปล่า จะปรากฏให้เห็นใกล้ดวงอาทิตย์เสมอ จึงเห็นอยู่ใกล้ขอบฟ้าทิศตะวันตกในเวลาหัวค่ำ หรือใกล้ขอบฟ้าทิศ ตะวันออกในเวลาเช้ามืด ส่วนดาวเคราะห์วงนอกที่เราเห็นได้ด้วยตาเปล่า จะเห็นสว่างสุดที่สุดในเมื่ออยู่คนละซีกท้องฟ้ากับดวงอาทิตย์
 6. สิ่งมีชีวิตบนดาวเคราะห์จะเกิดขึ้นได้ เมื่อมีธาตุคาร์บอน ออกซิเจน ไนโตรเจน และไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ ตลอดจนต้องมีสภาวะอุณหภูมิ แรงดึงดูด บรรยากาศ น้ำ และสภาวะอื่นที่เหมาะสม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. จำแนกประเภทของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ โดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ ได้
2. อธิบายการโคจรของโลก ดาวเคราะห์วงใน และดาวเคราะห์นอกได้
3. ทดลองแสดงการโคจรของดาวเคราะห์วงใน และดาวเคราะห์วงนอกจาก อุปกรณ์ทดแทนดาวเคราะห์ เมื่ออยู่ในตำแหน่งต่าง ๆ ที่กำหนดให้ได้
4. สังเกตส่วนสว่างที่มองเห็นได้ของดาวเคราะห์วงในและดาวเคราะห์วงนอก เมื่อโคจร ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่กำหนดให้จากการทดลองในข้อ 3 ได้

5. เขียนรูปแสดงส่วนสว่างที่สังเกตเห็นจากข้อ 3 - 4 ได้
6. ให้เหตุผลได้ว่า โอกาสที่คนบนโลกจะเห็นหรือไม่เห็นดาวเคราะห์วงในและดาวเคราะห์วงนอกนั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดาวเคราะห์ในขณะนั้น
7. บอกความแตกต่างของลักษณะดาวเคราะห์วงในและดาวเคราะห์วงนอกเมื่อมองผ่านกล้องโทรทรรศน์บนโลกได้ถูกต้อง
8. ให้เหตุผลได้ว่า เมื่อดาวเคราะห์วงใน ดาวเคราะห์วงนอก โคจรไปอยู่ ณ ตำแหน่งอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กำหนดให้ในการทดลองจะมีส่วนสว่างหรือไม่อย่างไร
9. เปรียบเทียบข้อแตกต่างในการปรากฏของดาวเคราะห์วงในและวงนอกที่เราเห็นได้ควยตาเปล่าได้ถูกต้อง
10. สรุปได้ว่าดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ ที่อาจมีสิ่งมีชีวิตได้นั้นต้องมีธาตุพื้นฐานที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต และต้องมีสภาวะที่เหมาะสมอีกหลายประการ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับการจำแนกประเภทของดาวเคราะห์ตามเกณฑ์ต่าง ๆ
2. นำเข้าสู่การทดลองที่ 7 โดยตั้งคำถามว่า ถ้าเราสังเกตจากกล้องโทรทรรศน์บนโลกจะเห็นข้อแตกต่างกันระหว่างดาวเคราะห์วงในและดาวเคราะห์วงนอก ในกรณีที่นักเรียนไม่อาจศึกษาได้จากกล้องโทรทรรศน์ นักเรียนจะศึกษาได้จากการทดลอง จากนั้นสาธิตการใช้อุปกรณ์ทดแทนเพื่อศึกษาการมองเห็นของดาวเคราะห์วงในและดาวเคราะห์วงนอก
3. ให้นักเรียนทำการทดลองที่ 7 เรื่องการเห็นดาวเคราะห์เมื่อมองจากโลกตามวิธีทำการทดลองโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนการทดลองที่ 7
4. ครูให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการทดลอง แล้วอภิปรายและตอบคำถามตามหนังสือเรียนขณะเดียวกันครูให้นักเรียนแสดงตำแหน่งของดาวเคราะห์วงใน ดาวเคราะห์วงนอก ดวงอาทิตย์ และผู้สังเกตบนโลกประกอบการอภิปรายในแต่ละคำถาม

หลังจากการอภิปรายหลังการทดลองและตอบคำถามแล้ว นักเรียนควรจะสรุปได้ว่าคนบนโลกจะเห็นดาวเคราะห์ดวงใดในช่วงเวลาเช้ามืดและหัวค่ำ ส่วนดาวเคราะห์ดวงนอกอาจเห็นได้ตลอดคืน คนบนโลกไม่มีโอกาสเห็นดาวเคราะห์ดวงในสว่างเต็มดวง แต่มีโอกาสดูเห็นดาวเคราะห์ดวงนอกสว่างเต็มดวง และมีโอกาสเห็นดาวเคราะห์ดวงในมีส่วนสว่างเป็นเสี้ยวแบบดวงจันทร์ แต่ไม่มีโอกาสเห็นดาวเคราะห์ดวงนอกมีส่วนสว่างเป็นเสี้ยวแบบดวงจันทร์

จากนั้นครูนำอภิปราย และให้ความรู้เกี่ยวกับธาตุพื้นฐานที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต และสภาวะที่เหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตบนดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ

แผนการสอนที่ 8 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เวลา 2 คาบ

- มโนคติ
1. ในระบบสุริยะ มีดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นดาวฤกษ์ดวงหนึ่ง เป็นแหล่งให้พลังงาน แก่ดาวเคราะห์
 2. มุมอาซิมุทและมุมเงยของดวงอาทิตย์ในเวลาต่าง ๆ กันของวันเดียวกัน ทำให้ทราบตำแหน่งการขึ้นตกและเส้นทางการเคลื่อนที่ปรากฏประจำวัน ของดวงอาทิตย์ได้
 3. ตำแหน่งการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงไปทุก ๆ วัน ในรอบ 1 ปี เพราะแกนการหมุนรอบตัวเองของโลกไม่ตั้งฉากกับระนาบวงโคจร
 4. การที่แกนการหมุนรอบตัวเองของโลกไม่ตั้งฉากกับระนาบวงโคจรรอบ ดวงอาทิตย์เป็นสาเหตุทำให้เกิดฤดูกาลต่าง ๆ บนโลก

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองหาค่าแอมพลิจูดของดวงอาทิตย์โดยทางอ้อมได้
2. บอกวิธีวัดตำแหน่งดวงอาทิตย์โดยทางอ้อมได้
3. บอกตำแหน่งของดวงอาทิตย์ด้วยค่ามุมอาซิมุทและมุมเงยที่เวลาใด ๆ ในวันที่ทดลองได้
4. เขียนเส้นทางการเคลื่อนที่ปรากฏประจำวันของดวงอาทิตย์ในฤดูต่าง ๆ ได้

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับความสำคัญของดวงอาทิตย์ที่มีต่อโลก และสิ่งมีชีวิต บนโลก เปรียบเทียบระยะทางระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ และโลกกับดาวฤกษ์อื่น ๆ ที่อยู่ ใกล้โลกมากที่สุด จากนั้นทบทวนความรู้เกี่ยวกับการบอกตำแหน่งของวัตถุที่อยู่สูงจากพื้นโลก และเครื่องมือที่ใช้ในการวัดตำแหน่งวัตถุเหล่านั้น

2. ครูนำเข้าสู่การทดลองที่ 8 โดยซักถามเกี่ยวกับการสังเกตเงาของวัตถุ จากนั้นครูให้ความรู้ เราไม่สามารถวัดตำแหน่งของดวงอาทิตย์โดยตรงได้ เพราะการดูดวงอาทิตย์โดยตรงเป็นอันตรายต่อดวงตา จึงต้องหาตำแหน่งของดวงอาทิตย์โดยการสังเกตเงาจากดวงอาทิตย์แทน แล้วแนะนำการใช้อุปกรณ์ทดแทน เรื่องการหาตำแหน่งของดวงอาทิตย์

3. นักเรียนทำการทดลองที่ 8 การหาตำแหน่งของดวงอาทิตย์ โดยใช้อุปกรณ์ทดแทนตามวิธีทำการทดลองโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนการทดลองที่ 8

4. ครูและนักเรียนรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันและให้นักเรียนเขียนกราฟแสดงการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ ให้ความรู้เพิ่มเติมและนำอภิปรายเกี่ยวกับตำแหน่งขึ้น - ตกของดวงอาทิตย์ เส้นทางโคจรปรากฏของดวงอาทิตย์ ผลที่เกิดจากการที่แนวแกนหมุนของโลกเอียงทำมุม $23\frac{1}{2}$ องศา กับเส้นตั้งฉากกับระนาบวงโคจรของโลก

จากการอภิปรายและตอบคำถามแล้ว นักเรียนควรจะสรุปได้ว่า

1. ดวงอาทิตย์เปลี่ยนตำแหน่งจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตกทุกวัน ซึ่งการเปลี่ยนตำแหน่งของดวงอาทิตย์เช่นนี้เป็นการเคลื่อนที่ปรากฏประจำวันของดวงอาทิตย์

2. ตำแหน่งขึ้นและตกของดวงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงไปทุกวัน

3. ทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าเปลี่ยนแปลงไปทุกวัน

4. เส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงซ้ำรอยเดิมในรอบปีนั้น

เกิดจากระนาบศูนย์สูตรของโลกทำมุม $23\frac{1}{2}$ องศา กับระนาบวงโคจร

แผนการสอนที่ 10 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เวลา 2 คาบ

- มโนคติ
1. คาวเหนือเป็นดาวฤกษ์ดวงหนึ่งที่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่า คาวดวงนี้อยู่ตรงกับแกนการหมุนรอบตัวเองของโลก จึงทำให้เห็นคาวเหนือปรากฏเกือบอยู่ที่เดิมตลอดเวลา
 2. การเห็นคาวเหนือหรือไม่ และเห็นอยู่สูงจากขอบฟ้ามากหรือน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับค่าละติจูดของตำแหน่งที่ตั้งสังเกต
 3. มุมเงยของคาวเหนือมีค่าเท่ากับละติจูดของผู้สังเกต
 4. ดาวฤกษ์ที่ปรากฏบนท้องฟ้าอาจแบ่งได้เป็นกลุ่ม ๆ เรียกว่า กลุ่มดาวฤกษ์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองการเคลื่อนที่ปรากฏประจำวันของดวงดาวจากอุปกรณ์ทดแทนสำหรับศึกษาการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงดาวได้
2. บอกได้ว่าค่ามุมเงยของคาวเหนือคือค่าละติจูดของผู้สังเกตบนโลก
3. อธิบายได้ว่าการสังเกตดวงดาว ณ ละติจูดต่างกันจะเห็นการเคลื่อนที่ปรากฏประจำวันของดวงดาวต่างกัน
4. สังเกตการเคลื่อนที่ของดวงดาว ณ ละติจูดต่าง ๆ จากสถานการณ์จำลองได้
5. บอกชื่อกลุ่มดาวที่สำคัญ และบรรยายวิธีใช้กลุ่มดาวหาทิศเหนือได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูนำอภิปรายและให้ความรู้เกี่ยวกับดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ คาวเหนือ การสังเกตคาวเหนือที่จังหวัดต่าง ๆ ในประเทศไทย ความสัมพันธ์ของค่ามุมเงยของคาวเหนือกับค่าละติจูดของตำแหน่งที่ตั้งสังเกต

2. นำเข้าสู่การทดลองที่ ๑ โดยนำอภิปรายเกี่ยวกับการหมุนรอบตัวเองของโลก ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น กลางวันกลางคืน การเห็นดาวเคลื่อนที่ขึ้นและตก การเคลื่อนที่ของดาวที่เราเห็นนั้นเป็นการเคลื่อนที่ปรากฏประจำวัน จากนั้นครูแนะนำการใช้อุปกรณ์ทดแทนเรื่องการศึกษาการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงดาวในท้องฟ้าและแนะนำการบันทึกเส้นทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดาวแต่ละดวงบนอุปกรณ์ทดแทนแบบจำลองทรงกลมท้องฟ้า

3. นักเรียนทำการทดลองที่ ๑ การเคลื่อนที่ปรากฏประจำวันของดวงดาวโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนแบบจำลองทรงกลมท้องฟ้าตามวิธีทำการทดลองโดยใช้อุปกรณ์ทดแทนการทดลองที่ ๑

4. ครูให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการทดลอง อภิปรายและตอบคำถามตามหนังสือเรียน ขณะเดียวกันให้นักเรียนแสดงตำแหน่งและเส้นทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดาวต่าง ๆ ที่กำหนดให้โดยใช้อุปกรณ์ทดแทนแบบจำลองทรงกลมท้องฟ้าประกอบการอภิปรายและตอบคำถาม

จากการอภิปรายและตอบคำถาม นักเรียนควรสรุปได้ว่า

1. ในการสังเกตดาวดวงเดียวกัน ถ้าผู้สังเกตอยู่ในตำแหน่งที่มีค่าละติจูดต่างกันจะเห็นการเคลื่อนที่ปรากฏของดาวดวงนั้นได้แตกต่างกัน
2. การเห็นดาวเคลื่อนที่ปรากฏบนท้องฟ้า เกิดจากการหมุนรอบตัวเองของโลก
3. ตำแหน่งในบางละติจูด ผู้สังเกตจะไม่มีโอกาสเห็นดาวบางดวงเลย
4. เมื่อผู้สังเกตอยู่บนขั้วโลกเหนือ ดาวที่ขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือจะอยู่บนท้องฟ้านานกว่าดาวที่ขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

จากนั้นครูนำอภิปรายเกี่ยวกับกลุ่มดาวที่เห็นบนท้องฟ้าของประเทศไทยในสมัยก่อนและในสมัยปัจจุบัน การจินตนาการกลุ่มดาวกลุ่มเดียวกันของคนแต่ละท้องถิ่น การแบ่งกลุ่มดาวออกเป็น 88 กลุ่ม และให้นักเรียนศึกษากลุ่มดาวจระเข้หรือกลุ่มดาวหมีใหญ่ กลุ่มดาวหมีเล็ก และกลุ่มดาวสิงโต

แบบทดสอบย่อย หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 5

แบบทดสอบย่อย หน่วยที่ 1 โลก : ดาวเคราะห์บ้านของเรา

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง แล้วทำเครื่องหมายตอบ (☐)

ในกระดานคำตอบ

1. ณ ตำแหน่ง ก นักเรียนคนหนึ่งวัดมุมเงยของดาวดวงหนึ่งได้เท่ากับ 15 องศา ถ้านักเรียนคนนั้นเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่ง ก ออกมา 100 เมตร ค่ามุมเงยของดาวดวงนั้นที่วัดได้ควรมีค่าประมาณกี่องศา
 - ก. 5 องศา
 - ข. 10 องศา
 - ค. 15 องศา
 - ง. 20 องศา
 - จ. 25 องศา
2. จากข้อ 1 ถ้านักเรียนคนนั้นเคลื่อนที่จากตำแหน่ง ก 100 เมตร เข้าไปใกล้ทางค่ายที่มีดาวนั้นปรากฏ ค่ามุมเงยของดาวดวงนั้นที่วัดได้ควรมีค่าประมาณกี่องศา
 - ก. 5 องศา
 - ข. 10 องศา
 - ค. 15 องศา
 - ง. 20 องศา
 - จ. 25 องศา
3. นักเรียนคนหนึ่งวัดมุมเงยของยอดเสาโทรทัศน์ได้เท่ากับ 45 องศา วัดครึ่งต่อไปในตำแหน่งที่เข้าไปใกล้เสาโทรทัศน์อีก 5 เมตร ค่ามุมเงยของยอดเสาโทรทัศน์ที่วัดได้ควรมีค่าประมาณกี่องศา
 - ก. 30 องศา
 - ข. 35 องศา
 - ค. 40 องศา
 - ง. 45 องศา
 - จ. 50 องศา

4. จากข้อ 3 ถ้านักเรียนคนนั้นวัดใหม่อีกครั้งในตำแหน่งที่ห่างจากตำแหน่งเดิมออกมา 5 เมตร ความมูมเงยของยอดเสาโทรทัศน์ที่วัดได้มีค่าประมาณกี่องศา

- ก. 30 องศา
- ข. 35 องศา
- ค. 42 องศา
- ง. 45 องศา
- จ. 50 องศา

จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วนำไปตอบคำถามข้อ 5 - 6 ในการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า "ถ้าเปลี่ยนตำแหน่งของผู้สังเกตความมูมเงยของวัตถุที่อยู่สูงจากระดับพื้นโลกที่สังเกตจะเปลี่ยนไป" นักเรียนคนหนึ่งไปทำการทดลองดังนี้

1. วางเครื่องมือวัดความมูมเงยบนพื้นราบ
 2. เล็งที่เล็งไปยังวัตถุที่ต้องการสังเกต
 3. อ่านความมูมเงยจากเครื่องมือวัดความมูมเงย
 4. ทำการทดลองซ้ำ ตั้งแต่ข้อ 1 - 3 อีก 6 ครั้ง โดยเปลี่ยนตำแหน่งผู้สังเกตและวัตถุที่สังเกตทุกครั้ง
5. วิธีทดลองดังกล่าว ขั้นตอนใดทำให้ไม่สามารถนำผลที่ได้มาตัดสินสมมติฐาน
- ก. 1
 - ข. 2
 - ค. 3
 - ง. 4
 - จ. 1 - 3

6. วิธีทดลองดังกล่าว ต้องควบคุมสิ่งใดหรือไม่อย่างไร จึงจะนำผลมาหาค่าสัมประสิทธิ์ได้

- ก. ผู้สังเกต เครื่องมือวัดมุมเงย วัตถุที่สังเกต คงที่ ระยะที่สังเกต เปลี่ยน
- ข. ผู้สังเกต เครื่องมือวัดมุมเงย ระยะที่สังเกต คงที่ วัตถุที่สังเกต เปลี่ยน
- ค. ผู้สังเกต เครื่องมือวัดมุมเงย คงที่ ระยะที่สังเกต วัตถุที่สังเกต เปลี่ยน
- ง. ผู้สังเกต คงที่ เครื่องมือวัดมุมเงย ระยะที่สังเกต วัตถุที่สังเกต เปลี่ยน
- จ. เครื่องวัดมุมเงย คงที่ ผู้สังเกต ระยะที่สังเกต วัตถุที่สังเกต เปลี่ยน

7. ค่าใดที่กำหนดทิศทางของวัตถุของฟ้า

- ก. ค่าละติจูด
- ข. ค่าลองจิจูด
- ค. ความมุมเงย
- ง. ความมุมอาซิมูท
- จ. ความมุมเงยและความมุมอาซิมูท

8. ดาวดวงหนึ่งมีความมุมเงย 60 องศา มีความมุมอาซิมูท 45 องศา ดาวดวงนี้อยู่ทางทิศใด และอยู่สูงจากขอบฟ้ากี่องศา

- ก. ทิศเหนือ สูงจากขอบฟ้า 60 องศา
- ข. ทิศตะวันออก สูงจากขอบฟ้า 45 องศา
- ค. ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ สูงจากขอบฟ้า 60 องศา
- ง. ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ สูงจากขอบฟ้า 45 องศา
- จ. จากข้อมูลที่ให้ ยังไม่สามารถบอกตำแหน่งของดาวดวงนี้ได้

จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วใช้ตอบคำถามข้อ 9 - 12

ผู้สังเกตคนหนึ่งวัดความมุมเงยของดาวดวงหนึ่งได้ 30 องศา หากความมุมอาซิมูทได้ 0 องศา ผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 20 องศาเหนือ ลองจิจูด 45 องศาตะวันออก

9. จากข้อความดังกล่าว ตำแหน่งของดาวดวงนั้นอยู่ทางทิศใด และอยู่สูงจากขอบฟ้ากี่องศา

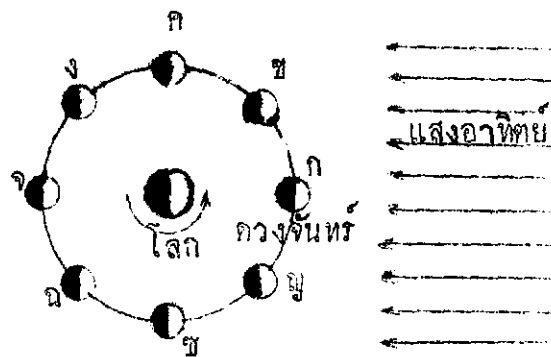
- ก. ทิศเหนือ สูงจากขอบฟ้า 30 องศา
- ข. ทิศตะวันออก สูงจากขอบฟ้า 30 องศา

- ก. พิกะวันตก สูงจากขอบฟ้า 20 องศา
 ง. พิกะวันตก สูงจากขอบฟ้า 20 องศา
 จ. พิกะวันตกเฉียงเหนือ อยู่ที่ขอบฟ้าพอดี
10. จากข้อความดังกล่าว จ. ตำแหน่งที่ผู้สังเกตอยู่นั้น จะมีเวลาแตกต่างจากเวลามาตรฐานสากลของโลกหรือไม่ อย่างไร
- ก. เร็วกว่าเวลามาตรฐานสากลของโลก 3 ชั่วโมง
 ข. ช้ากว่าเวลามาตรฐานสากลของโลก 3 ชั่วโมง
 ค. เร็วกว่าเวลามาตรฐานสากลของโลก 4 ชั่วโมง 50 นาที
 ง. ช้ากว่าเวลามาตรฐานสากลของโลก 2 ชั่วโมง
 จ. ไม่แตกต่างกัน
11. จากข้อความดังกล่าว ตำแหน่งของผู้สังเกตอยู่ห่างจากขั้วโลกใต้กี่องศา
- ก. 20 องศา
 ข. 45 องศา
 ค. 90 องศา
 ง. 100 องศา
 จ. 110 องศา
12. จากข้อความดังกล่าว ตำแหน่งของผู้สังเกตอยู่ห่างจากเส้นลองจิจูดมาตรฐานที่ผ่านประเทศไทยกี่องศา
- ก. 60 องศาตะวันออก
 ข. 60 องศาตะวันตก
 ค. 85 องศาตะวันออก
 ง. 150 องศาตะวันตก
 จ. 150 องศาตะวันออก

หน่วยที่ 2 ดวงจันทร์ : มริวารของโลก

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง แล้วทำเครื่องหมาย (~~XXXX~~)
ในกระตามคำตอบ

1. จากรูป



ถ้าคนบนโลกเห็นดวงจันทร์ในเวลาเที่ยงคืน ณ ตำแหน่ง จ อีก 3 วันต่อมา
จะเห็นดวงจันทร์อยู่ ณ ตำแหน่งใด

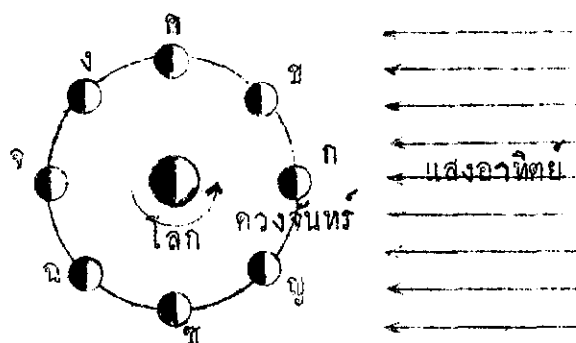
- ก. ตำแหน่ง เกิม
- ข. ตำแหน่ง ข
- ค. ตำแหน่ง ญ
- ง. ตำแหน่ง ง
- จ. ตำแหน่ง ฉ

2. จากรูปข้อ 1 เวลา 21.00 น. ในคืนหนึ่งถ้าคนบนโลกเห็นดวงจันทร์ที่ตำแหน่ง ง
หลังจากนั้นจนถึง 06.00 น. คนบนโลกจะเห็นดวงจันทร์ปรากฏอย่างไร

- ก. เห็นอยู่นิ่งกับที่
- ข. เห็นอยู่ที่ตำแหน่ง ก
- ค. เห็นอยู่ที่ตำแหน่ง ข
- ง. เห็นเคลื่อนที่ปรากฏไปทาง ค
- จ. เห็นเคลื่อนที่ปรากฏไปทาง จ

3. การเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ที่คนบนโลกสังเกตเห็นในคืนหนึ่ง ๆ เป็นอย่างไร
- เคลื่อนที่รอบโลกอย่างช้า ๆ
 - เคลื่อนที่ผ่านดวงดาวไปทางทิศตะวันตก
 - เคลื่อนที่จากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก
 - เคลื่อนที่จากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก
 - เคลื่อนที่พุ่งขึ้นจากขอบฟ้าตะวันออก
ตั้งแต่เวลาประมาณ 19.00 น. เสมอ
4. สาเหตุใดที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงจันทร์
- การหมุนรอบตัวเองของโลก
 - การหมุนรอบตัวเองของดวงจันทร์
 - ดวงจันทร์โคจรรอบโลก
 - ดวงจันทร์โคจรรอบโลกใช้เวลาเท่ากับโลกหมุนรอบตัวเอง
 - ดวงจันทร์โคจรรอบโลกใช้เวลาเท่ากับดวงจันทร์หมุนรอบตัวเอง
5. คืนหนึ่งดวงจันทร์อยู่กลางท้องฟ้า โลกหมุนรอบตัวเองพร้อมกับดวงจันทร์โคจรรอบโลก ถ้าโลกหมุนรอบตัวเองได้ 1 รอบ พร้อมกับดวงจันทร์โคจรรอบโลกได้ 2 รอบ ในคืนถัดมาจะเห็นดวงจันทร์ปรากฏที่ตำแหน่งใด
- กลางท้องฟ้า
 - ที่ขอบฟ้าทิศตะวันออก
 - ที่ขอบฟ้าทิศตะวันตก
 - สูงจากขอบฟ้าทิศตะวันออกประมาณ 45 องศา
 - มองไม่เห็นดวงจันทร์
6. ในคืนหนึ่ง เห็นดวงจันทร์อยู่สูงจากขอบฟ้าทิศตะวันออก 30 องศา ที่เวลา 19.00 น. คืนต่อมาที่เวลา 19.00 น. เช่นเดิม เห็นดวงจันทร์อยู่สูงจากขอบฟ้าทิศตะวันออก 17 องศา ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นได้เพราะเหตุใด
- ดวงจันทร์โคจรรอบโลกช้ากว่าโลกหมุนรอบตัวเอง
 - ดวงจันทร์โคจรรอบโลกกับโลกหมุนรอบตัวเอง ใช้เวลาเท่ากัน

- ค. ดวงจันทร์เคลื่อนที่จากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตกอย่างช้า ๆ
- ง. โลกหมุนรอบตัวเองจากทิศตะวันออกไปทางทิศตะวันตก
- จ. โลกหมุนรอบตัวเองช้ากว่าดวงจันทร์โคจรรอบโลก
7. จากข้อ 6 ในคืนที่ 3 ต่อมา เราจะเห็นดวงจันทร์ขณะที่อยู่สูงจากท้องฟ้า 17 องศาตะวันออก ในเวลาประมาณกี่นาฬิกา
- ก. 17.00 น.
- ข. 18.00 น.
- ค. 19.00 น.
- ง. 20.00 น.
- จ. 21.00 น.
8. ปรากฏการณ์ใดที่แสดงว่าดวงจันทร์โคจรรอบโลกช้ากว่าโลกหมุนรอบตัวเอง
- ก. ดวงจันทร์ขึ้นช้ากว่าเดิมเสมอ
- ข. ดวงจันทร์ขึ้นเร็วกว่าเดิมเสมอ
- ค. ดวงจันทร์ขึ้น ณ ตำแหน่งเดิมเสมอ
- ง. ดวงจันทร์อยู่ใกล้กับที่
- จ. ดวงจันทร์ขึ้นในเวลากลางคืนและตกในเวลากลางวันทั้งในวันข้างขึ้นและข้างแรม
9. จากรูป



ถ้าคนบนโลกเห็นดวงจันทร์ปรากฏเป็นรูป  ดวงจันทร์ควรอยู่ ณ ตำแหน่งใด

- ก. ระหว่าง ก กับ ฉ
- ข. ระหว่าง ข กับ ค
- ค. ระหว่าง ค กับ ง
- ง. ระหว่าง ช กับ ฉ
- จ. ระหว่าง จ กับ ฉ

10. ลักษณะของดวงจันทร์จากคำถามข้อ 9 ควรเป็นวันข้างขึ้นหรือข้างแรมเท่าใด

- ก. วันขึ้น 6 ค่ำ
- ข. วันขึ้น 10 ค่ำ
- ค. วันแรม 3 ค่ำ
- ง. วันแรม 6 ค่ำ
- จ. วันแรม 10 ค่ำ

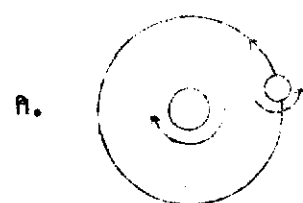
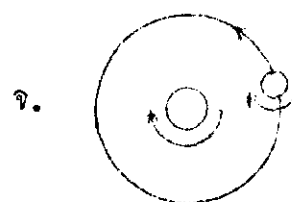
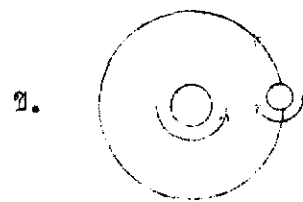
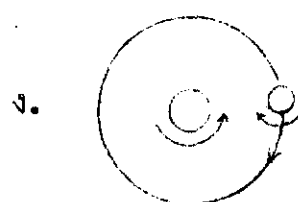
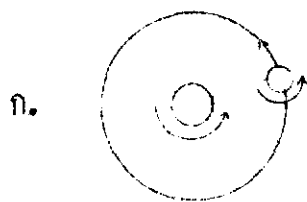
11. จากรูปในข้อ 9 ณ ตำแหน่ง ก และ จ. คนบนโลกจะเห็นดวงจันทร์ในลักษณะใด

- | | ตำแหน่ง ก | ตำแหน่ง จ |
|----|---|---|
| ก. |  |  |
| ข. |  |  |
| ค. |  |  |
| ง. |  |  |
| จ. |  |  |

12. จากรูปในข้อ 9 ณ ตำแหน่ง ค และ จ คนบนโลกจะเห็นดวงจันทร์มีส่วนสว่างในลักษณะใด

- | | ตำแหน่ง ค | ตำแหน่ง จ |
|----|---|---|
| ก. |  |  |
| ข. |  |  |
| ค. |  |  |
| ง. |  |  |
| จ. |  |  |

13. เพราะเหตุใดเราจึงเห็นดวงจันทร์มีลักษณะเปลี่ยนไปทุกวัน
- เพราะโลกหมุนรอบตัวเองวันละ 1 รอบ ทุกวัน
 - เพราะดวงจันทร์หมุนรอบตัวเองพร้อมกับโคจรรอบโลกทุกวัน
 - เพราะดวงจันทร์โคจรรอบโลกช้ากว่าโลกหมุนรอบตัวเอง
 - เพราะดวงจันทร์โคจรรอบโลกและโลกหมุนรอบตัวเองใช้เวลาเท่ากัน
 - เพราะดวงจันทร์หันเข้าหาโลกเพียงด้านเดียว
14. ข้อใดแสดงการโคจรของดวงจันทร์และโลกที่ถูกต้อง



15. ข้อใดเป็นข้อความสรุปที่เหมาะสมที่สุดในคำตอบของข้อ 14
- โลกและดวงจันทร์ต่างก็หมุนรอบตัวเองในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา
 - โลกและดวงจันทร์ต่างก็หมุนรอบตัวเองจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก
 - ขณะที่โลกหมุนรอบตัวเอง ดวงจันทร์ก็โคจรรอบโลกด้วย
 - ขณะที่โลกหมุนรอบตัวเอง ดวงจันทร์ก็หมุนรอบตัวเองด้วย
 - ขณะที่โลกและดวงจันทร์ต่างก็หมุนรอบตัวเอง ดวงจันทร์ก็โคจรรอบโลกด้วย

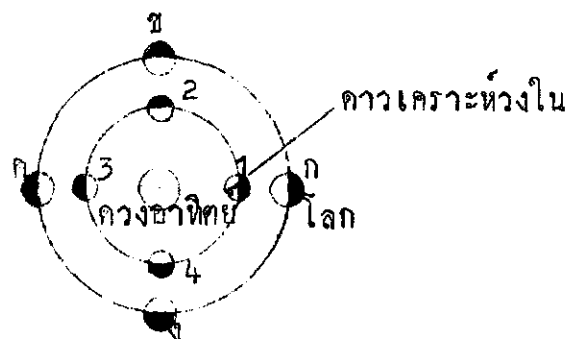
16. ปรากฏการณ์ใดที่แสดงว่าดวงจันทร์เคลื่อนที่รอบโลก 1 รอบ ด้วยความเร็วเท่ากันโลกหมุนรอบตัวเอง 1 รอบ
- ก. ดวงจันทร์ขึ้นเร็วกว่าเดิม
 - ข. ดวงจันทร์ขึ้นช้ากว่าเดิม
 - ค. ดวงจันทร์อยู่ ณ ตำแหน่งเดิมเสมอ
 - ง. ดวงจันทร์เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตก
 - จ. ดวงจันทร์เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออก
17. การที่คนบนโลกเห็นดวงจันทร์เพียงด้านเดียวเป็นเพราะเหตุใด
- ก. เพราะดวงจันทร์หมุนรอบตัวเอง และโคจรรอบโลกไปพร้อมกัน
 - ข. เพราะดวงจันทร์หมุนรอบตัวเอง และโคจรรอบโลกใช้เวลาเท่ากัน
 - ค. เพราะดวงจันทร์หมุนรอบตัวเองช้ากว่าดวงจันทร์โคจรรอบโลก
 - ง. เพราะดวงจันทร์โคจรรอบโลกช้ากว่าโลกหมุนรอบตัวเอง
 - จ. เพราะโลกหมุนรอบตัวเองและดวงจันทร์หมุนรอบตัวเองใช้เวลาเท่ากัน
18. ถ้าคนบนโลกเห็นดวงจันทร์ทุกด้าน ควรเป็นเพราะสาเหตุใด
- ก. ดวงจันทร์โคจรรอบโลกเร็วกว่าดวงจันทร์หมุนรอบตัวเอง
 - ข. ดวงจันทร์โคจรรอบโลกเร็วกว่าโลกหมุนรอบตัวเอง
 - ค. ดวงจันทร์โคจรรอบโลกใช้เวลาเท่ากับโลกหมุนรอบตัวเอง
 - ง. ดวงจันทร์โคจรรอบโลกแต่ไม่ได้หมุนรอบตัวเอง
 - จ. เป็นสาเหตุให้ทุกกรณีที่กล่าว
19. ถ้าเราอยู่บนดวงจันทร์ด้านที่หันเข้าหาโลกจะเห็นโลกปรากฏอย่างไร
- ก. เกิดคิณีของโลก
 - ข. เห็นโลกด้านเดียว
 - ค. เห็นโลกเคลื่อนที่จากทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออก
 - ง. เห็นโลกขึ้นทางทิศตะวันออก
 - จ. ถูกทุกข้อที่กล่าว

หน่วยที่ 3 คาวเคราะห์ : เพื่อนบ้านของเรา

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง แล้วทำเครื่องหมายตอบ (☐)
ในกระดาษคำตอบ

1. ถ้าจำแนกคาวเคราะห์ในระบบสุริยะ ออกเป็นคาวเคราะห์จำพวกโลกและคาวเคราะห์ยักษ์ การจำแนกนี้ใช้เกณฑ์ข้อใด
 - ก. ตำแหน่งของโลก
 - ข. วงโคจร
 - ค. คาวบริวาร
 - ง. ขนาดของคาวเคราะห์
 - จ. ทิศทางการเคลื่อนที่ของคาวเคราะห์
2. ข้อใดเป็นคาวเคราะห์จำพวกโลก
 - ก. คาวพุธ สุกร์
 - ข. คาวพุธ สุกร์ โลก
 - ค. คาวพุธ สุกร์ โลก อังคาร
 - ง. คาวพุธ สุกร์ โลก อังคาร พฤโต
 - จ. คาวพุธ สุกร์ โลก อังคาร พฤโต เนปจูน
3. ข้อใดเป็นคาวเคราะห์ยักษ์
 - ก. คาวอังคาร พฤหัส เสาร์
 - ข. คาวพฤหัส เสาร์ พฤโต
 - ค. คาวอังคาร พฤหัส เสาร์ ยูเรนัส
 - ง. คาวพฤหัส เสาร์ ยูเรนัส เนปจูน
 - จ. คาวพฤหัส เสาร์ ยูเรนัส พฤโต

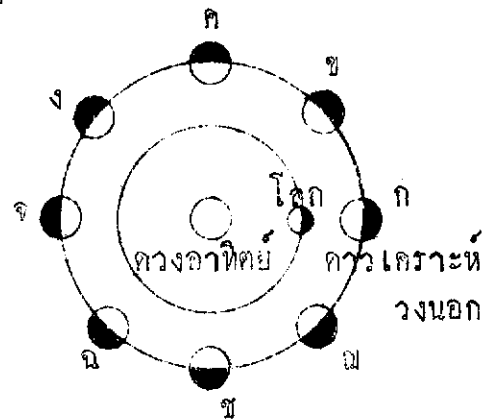
4. ประเภทของการเคราะห์ที่จำแนกโดยใช้วงโคจรของโลกเป็นหลัก คือข้อใด
- การเคราะห์ห้วงใน - การเคราะห์ห้วงนอก
 - การเคราะห์ชั้นใน - การเคราะห์ชั้นนอก
 - การเคราะห์จำพวกโลก - การเคราะห์ยักษ์
 - การเคราะห์พวกโลก - การเคราะห์พวกดาวพฤหัสบดี
 - การเคราะห์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ - การเคราะห์ที่อยู่ไกลดวงอาทิตย์
5. ข้อใดเป็นการเคราะห์ห้วงนอกที่เรียงตามลำดับ
- โลก อังคาร พฤหัสบดี ยูเรนัส เสาร์
 - อังคาร พฤหัสบดี เสาร์ พฤหัสบดี ยูเรนัส
 - พฤหัสบดี อังคาร เสาร์ ยูเรนัส เนปจูน
 - พฤหัสบดี เสาร์ ยูเรนัส เนปจูน พฤหัสบดี
 - พฤหัสบดี ยูเรนัส เสาร์ เนปจูน พฤหัสบดี
- จงพิจารณารูปต่อไปนี้ แล้วนำไปตอบคำถามข้อ 6 - 7



6. ถ้าโลกอยู่ที่ตำแหน่ง ก คนบนโลกจะมองเห็นการเคราะห์ห้วงในที่ตำแหน่งใดปรากฏส่วนสว่างประมาณครึ่งดวง
- ตำแหน่ง 1 และ 2
 - ตำแหน่ง 1 และ 3
 - ตำแหน่ง 1 และ 4
 - ตำแหน่ง 2 และ 3
 - ตำแหน่ง 2 และ 4

7. ถ้าโลกอยู่ที่ตำแหน่ง ก คนบนโลกมองไม่เห็นดาวเคราะห์ดวงใด เมื่อดาวเคราะห์ดวงใดอยู่ในตำแหน่งใด
- ตำแหน่ง 1 และ 2
 - ตำแหน่ง 1 และ 3
 - ตำแหน่ง 2 และ 3
 - ตำแหน่ง 2 และ 4
 - ตำแหน่ง 3 และ 4
8. ถ้าโลกอยู่ที่ตำแหน่ง ก ดาวเคราะห์ดวงใดในตำแหน่งใดที่คนบนโลกน่าจะมองเห็นเต็มดวง (แต่มองไม่เห็น)
- ตำแหน่ง 1
 - ตำแหน่ง 2
 - ตำแหน่ง 3
 - ตำแหน่ง 2 และ 3
 - ตำแหน่ง 2 และ 4
9. ถ้าโลกอยู่ ณ ตำแหน่ง ง คนบนโลกจะเห็นดาวเคราะห์ดวงใด มีลักษณะเป็นเสี้ยว เมื่อดาวเคราะห์ดวงใดอยู่ในตำแหน่งใด
- ระหว่าง 1 กับ 2 และ 1 กับ 4
 - ระหว่าง 1 กับ 2 และ 2 กับ 3
 - ระหว่าง 1 กับ 4 และ 3 กับ 4
 - ระหว่าง 2 กับ 3 และ 2 กับ 4
 - ระหว่าง 3 กับ 4 และ 1 กับ 2

จงพิจารณารูปต่อไปนี้ แล้วนำไปตอบคำถามข้อ 10 - 11



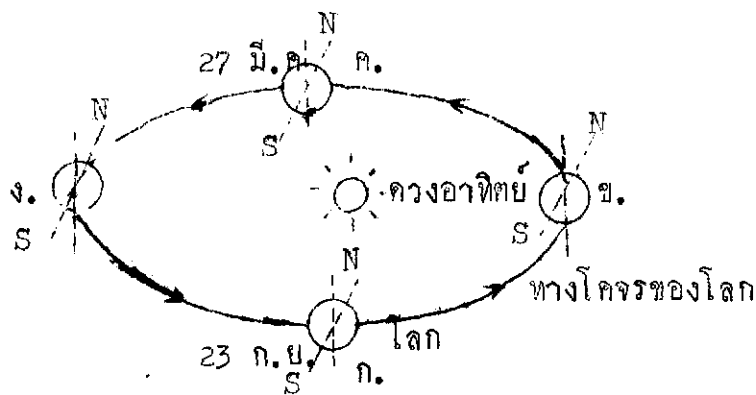
10. จากรูป ตำแหน่งใดที่คนบนโลกจะเห็นดาวเคราะห์วงนอกปรากฏส่วนสว่างเต็มดวง
- ก. ตำแหน่ง ก
ข. ตำแหน่ง ค
ค. ตำแหน่ง ง
ง. ตำแหน่ง จ
จ. ตำแหน่ง น
11. จากรูป ดาวเคราะห์วงนอก ณ ตำแหน่ง ค และ ช จะปรากฏส่วนสว่างให้คนบนโลกเห็นอย่างไร
- ก. เป็นเสี้ยวบาง
ข. เป็นเสี้ยวหนา
ค. ปรากฏครึ่งดวง
ง. คือดวง
จ. เต็มดวง
12. การปรากฏของดาวเคราะห์วงใน - ดาวเคราะห์วงนอก เมื่อมองจากโลก แตกต่างกันอย่างใด
- ก. ดาวเคราะห์วงในเห็นเวลาเข้ามืด ดาวเคราะห์วงนอกเห็นเวลาหัวค่ำ
ข. ดาวเคราะห์วงในเห็นเวลาหัวค่ำ ดาวเคราะห์วงนอกเห็นเวลาเข้ามืด

- ค. ดาวเคราะห์วงในเห็นเวลาเข้ามืดและหัวค่ำ ดาวเคราะห์วงนอกเห็นเวลาเที่ยงคืน
 - ง. ดาวเคราะห์วงในเห็นเวลาเข้ามืดและหัวค่ำ ดาวเคราะห์วงนอกเห็นเวลาเที่ยงคืนจนถึงเข้ามืด
 - จ. ดาวเคราะห์วงในเห็นเวลาเข้ามืดและหัวค่ำ ดาวเคราะห์วงนอกเห็นเวลาเข้ามืด หัวค่ำ และตลอดคืน
13. ดาวเคราะห์วงในและดาวเคราะห์วงนอก มีสมบัติข้อใดเหมือนกัน
- ก. ความหนาแน่นของบรรยากาศ
 - ข. ทิศทางการเคลื่อนที่รอบดวงอาทิตย์
 - ค. ระนาบวงโคจรซึ่งเอียงประมาณ 7 องศา
 - ง. ช่วงเวลาที่สังเกตเห็นได้จากโลก
 - จ. ถูกทุกข้อที่กล่าว
14. ข้อใดเป็นข้อแตกต่างของดาวเคราะห์วงในและดาวเคราะห์วงนอก
- ก. โอกาสในการเห็นมากน้อยต่างกัน
 - ข. ส่วนสว่างที่ปรากฏให้เห็นต่างกัน
 - ค. ช่วงเวลาบนโลกที่สังเกตเห็นได้ต่างกัน
 - ง. ระยะห่างจากดวงอาทิตย์ต่างกัน
 - จ. ถูกทุกข้อที่กล่าว

หน่วยที่ 4 ทวงอาทิตย์ : ผู้ให้กำเนิดพลังงานแก่ชีวิต

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง แล้วทำเครื่องหมาย (☐)
ในกระดาษคำตอบ

1. จากภาพ บริเวณใดที่คนบนโลกเห็นดวงอาทิตย์สว่างในเวลาเที่ยงคืน



- ก. บริเวณขั้วโลกเหนือ ตำแหน่ง ก
ข. บริเวณขั้วโลกเหนือ ตำแหน่ง ข
ค. บริเวณขั้วโลกใต้ ตำแหน่ง ค
ง. บริเวณขั้วโลกใต้ ตำแหน่ง ก และบริเวณขั้วโลกเหนือตำแหน่ง ค
จ. บริเวณขั้วโลกใต้ตำแหน่ง ข และบริเวณขั้วโลกเหนือตำแหน่ง ง
2. จากภาพในข้อ 1 บริเวณขั้วโลกใต้ของโลก ณ ตำแหน่งใด ที่มีช่วงเวลากลางวันยาวกว่ากลางคืน

- ก. ตำแหน่ง ก
ข. ตำแหน่ง ข
ค. ตำแหน่ง ค
ง. ตำแหน่ง ข และ ง
จ. ตำแหน่ง ค และ ง

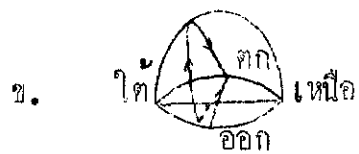
3. จากภาพในข้อ 1 เมื่อดวงอาทิตย์ขึ้นตรงจุดทิศตะวันออกและตกตรงจุดทิศตะวันตกพอดีนั้น โลกจะอยู่ ณ ตำแหน่งใด
- ตำแหน่ง ก และ ข
 - ตำแหน่ง ก และ ค
 - ตำแหน่ง ก และ ง
 - ตำแหน่ง ข และ ค
 - ตำแหน่ง ค และ ง
4. จากภาพในข้อ 1 บริเวณเส้นศูนย์สูตรของโลก ณ ตำแหน่งใดบ้างที่ช่วงเวลากลางวันและกลางคืนยาวเท่ากัน
- ตำแหน่ง ก และ ข
 - ตำแหน่ง ข และ ค
 - ตำแหน่ง ค และ ง
 - ตำแหน่ง ง และ ก
 - ตำแหน่ง ก ข ค และ ง
5. คนที่อยู่บนพื้นที่แถบใดของโลกที่จะเห็นดวงอาทิตย์ขึ้นพร้อมกัน
- ขั้วโลกเหนือ
 - ขั้วโลกใต้
 - เส้นศูนย์สูตร
 - เส้นลองจิจูดเดียวกัน
 - เส้นละติจูดเดียวกัน

ตาราง 1 แสดงค่ามุมอาสิมุขขณะขึ้น ตก และมุมเงยสูงสุดของดวงอาทิตย์ วัดที่ กรุงเทพมหานคร มีดังนี้

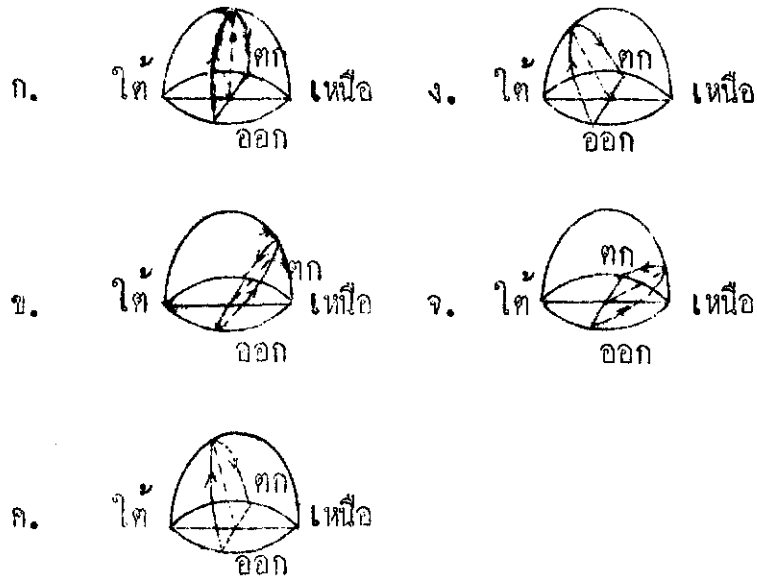
วัน เดือน	มุมอาสิมุข (องศา)		มุมเงยสูงสุด (องศา)
	ขณะขึ้น	ขณะตก	
21 มีนาคม	90	270	76
27 เมษายน	76	284	90
22 มิถุนายน	67	293	81
16 สิงหาคม	76	284	90
23 กันยายน	90	270	76
22 ธันวาคม	113	247	52
20 กุมภาพันธ์	101	259	67

ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 6 - 10 โดยอาศัยข้อมูลจากตารางนี้

6. จากตาราง 1 ในฤดูหนาว คนในประเทศไทยจะเห็นเส้นทางโคจรปรากฏของดวงอาทิตย์ปรากฏอย่างไร



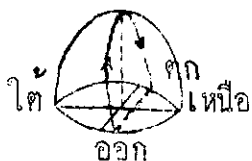
7. จากตาราง 1 เมื่อดวงอาทิตย์ขึ้นตรงจุดทิศตะวันออกและตกตรงจุดทิศตะวันตกพอดี เส้นทางโคจรปรากฏของดวงอาทิตย์ควรจะมีปรากฏอย่างไร



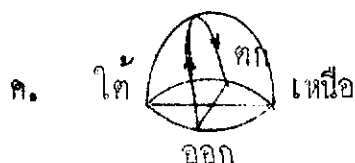
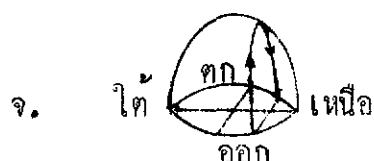
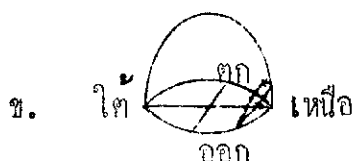
8. จากตาราง 1 วันที่เส้นทางโคจรปรากฏของดวงอาทิตย์อยู่ค่อนข้างทิศเหนือมากที่สุด

- ก. 21 มีนาคม
 ข. 22 มิถุนายน
 ค. 23 กันยายน
 ง. 22 ธันวาคม
 จ. 20 กุมภาพันธ์

9. จากตาราง 1 เมื่อเส้นทางโคจรปรากฏของดวงอาทิตย์ปรากฏดังรูปข้างล่างนี้ ควรตรงกับวันใด



- ก. 21 มีนาคม หรือ 27 เมษายน
 ข. 27 เมษายน หรือ 16 สิงหาคม
 ค. 23 กันยายน หรือ 22 ธันวาคม
 ง. 22 มิถุนายน หรือ 16 สิงหาคม
 จ. 20 กุมภาพันธ์ หรือ 21 มีนาคม
10. จากตาราง 1 ในวันที่ 20 มกราคม เส้นทางโคจรปรากฏของดวงอาทิตย์ ควรอยู่ในแนวใด

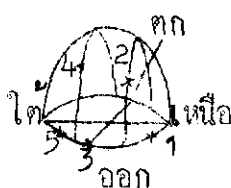


11. การที่คนบนโลกเห็นดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออกและตกทางทิศตะวันตกนั้น เป็นเพราะเหตุใด
- โลกหมุนรอบตัวเอง
 - โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์
 - โลกหมุนจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก
 - แนวแกนหมุนของโลกเอียง $23\frac{1}{2}$ องศา
 - ถูกทุกข้อที่กล่าว
12. ปรากฏการณ์ในข้อใดที่เกิดจากโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์
- เห็นดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออกและตกทางทิศตะวันตก
 - เห็นดวงอาทิตย์ขึ้นและตกเปลี่ยนตำแหน่งไปทุกวันในรอบปี
 - เห็นดวงอาทิตย์ขึ้นทางจากแนวทิศตะวันออกไม่เกิน $23\frac{1}{2}$ องศา
 - เส้นทางโคจรปรากฏของดวงอาทิตย์จะซ้ำรอยเดิมในรอบปี
 - พื้นที่ผิวบนโลกรับพลังงานจากดวงอาทิตย์ได้ไม่เท่ากันในรอบปี
13. ข้อใดไม่เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากแนวแกนหมุนของโลกเอียงทำมุม $23\frac{1}{2}$ องศา กับแนวที่ตั้งฉากกับระนาบวงโคจรของโลก
- เกิดฤดูกาลต่าง ๆ บนโลก
 - เส้นทางโคจรปรากฏของดวงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงไปทุก ๆ วันในรอบปี
 - ตำแหน่งการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงไปทุกวันในรอบปี
 - พื้นที่ผิวบนโลกรับพลังงานแสงสว่างและความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้ไม่เท่ากันในรอบปี
 - โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์เพียง 1 ใน 2,200 ล้านส่วนเท่านั้น

หน่วยที่ 5 ดาวฤกษ์ : ดวงดาวที่อยู่ใกล้แสนใกล้

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง แล้วทำเครื่องหมาย (☐)
ในกระดาษคำตอบ

จากรูปข้างล่างนี้ ให้ตอบคำถามข้อ 1 - 2



รูปแสดงตำแหน่งของดาวที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 โดยมีค่ามุมอาซิมุท 30, 60, 90, 110 และ 150 องศา ตามลำดับ

1. เมื่อผู้สังเกตอยู่ที่เส้นศูนย์สูตร จะเห็นดาวดวงใดขึ้นพร้อมกันและตกพร้อมกัน
 - ก. ดาว 1, 2 และ 3
 - ข. ดาว 1, 3 และ 5
 - ค. ดาว 2 และ 4
 - ง. ดาว 3, 4 และ 5
 - จ. ดาว 1, 2, 3, 4 และ 5
2. ถ้าเห็นดาว 1 ปรากฏบนท้องฟ้านานกว่าดาวดวงอื่น ผู้สังเกตจะสังเกตอยู่ที่ละติจูดใด
 - ก. 80 องศาเหนือ
 - ข. 30 องศาเหนือ
 - ค. 0 องศา
 - ง. 30 องศาใต้
 - จ. 90 องศาใต้

3. ผู้สังเกตที่อยู่ละติจูดใดต่อไปนี้ที่จะเห็นปริมาณดาวในท้องฟ้าน้อยที่สุด
 - ก. 0 องศา
 - ข. $23\frac{1}{2}$ องศาใต้
 - ค. $23\frac{1}{2}$ องศาเหนือ
 - ง. $66\frac{1}{2}$ องศาเหนือ
 - จ. 90 องศาเหนือ
4. ผู้สังเกตที่อยู่ละติจูดใดต่อไปนี้ที่จะเห็นปริมาณดาวในท้องฟ้ามากที่สุด
 - ก. 0 องศา
 - ข. $23\frac{1}{2}$ องศาใต้
 - ค. $23\frac{1}{2}$ องศาเหนือ
 - ง. 90 องศาใต้
 - จ. 90 องศาเหนือ
5. คนที่อยู่ ณ บริเวณใดที่จะเห็นดาวปรากฏบนท้องฟ้านานเท่ากัน
 - ก. ทั่วโลกเดียวกัน
 - ข. ละติจูดเดียวกัน
 - ค. ลองจิจูดเดียวกัน
 - ง. ทั่วโลกและละติจูดเดียวกัน
 - จ. ทั่วโลกและลองจิจูดเดียวกัน

จากตาราง 1 ให้หาคำถามข้อ 6 - 7

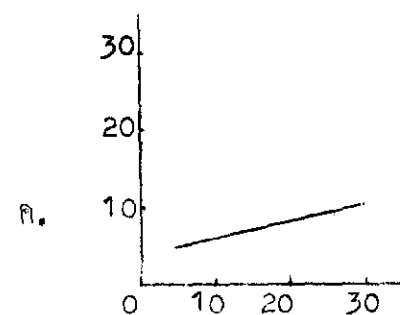
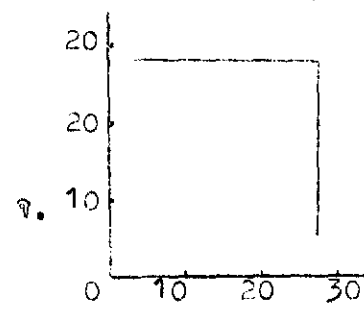
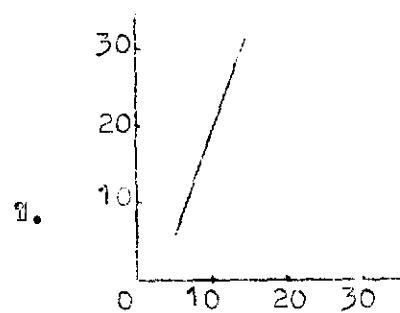
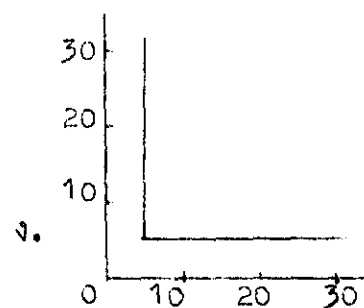
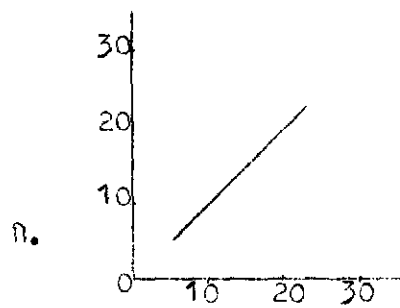
ตาราง 1 ผลการสังเกตดาวเหนือที่จังหวัดต่าง ๆ ในประเทศไทย มีดังต่อไปนี้

ตำแหน่งผู้สังเกต		มุมเงยของดาวเหนือ (องศา)
อำเภอเมือง	จังหวัด	
	ละติจูด(องศา)	
เชียงใหม่	20	20
เชียงใหม่	18.4	18.4
มหาสารคาม	16	16
กาญจนบุรี	14	14
กรุงเทพฯ	13.9	13.9
เพชรบุรี	13	13
สุพรรณ	10.2	10.2
ยะลา	6.5	6.5

6. ข้อความใดต่อไปนี้สอดคล้องกับข้อมูลในตาราง 1

- ก. คนที่อยู่ทางซีกโลกเหนือที่ละติจูดใกล้เคียงกันจะเห็นดาวเหนืออยู่สูงจากขอบฟ้าเท่ากัน
- ข. คนที่อยู่ทางซีกโลกใต้ที่ละติจูดต่างกันจะเห็นดาวเหนืออยู่สูงจากขอบฟ้าเท่ากัน
- ค. คนที่อยู่ทางซีกโลกเหนือที่ละติจูด 15 องศา จะเห็นดาวเหนืออยู่สูงจากขอบฟ้า 15 องศา
- ง. คนที่อยู่ทางซีกโลกเหนือที่ละติจูด 5 และ 25 องศา จะเห็นดาวเหนืออยู่สูงจากขอบฟ้าแตกต่างกันเล็กน้อย
- จ. คนที่อยู่ละติจูดใกล้เคียงกับบริเวณขั้วโลกเหนือจะเห็นดาวเหนืออยู่ตรงศีรษะ

7. กราฟข้อใดต่อไปนี้ที่สอดคล้องกับข้อมูลในตาราง 1 (ให้แทนทั้งแทนค่าละติจูดของผู้ตั้งเกศและแกนนอนแทนค่ามุมเงยของดาวเหนือที่ดังเกศ)



8. ผู้สังเกต ณ ละติจูดใดจึงจะเห็นดาวเหนือปรากฏทรงสี่เหลี่ยม
- 0 องศา
 - 60 องศาใต้
 - 60 องศาเหนือ
 - 90 องศาใต้
 - 90 องศาเหนือ
9. ข้อสรุปใดที่ไม่ถูกต้อง
- คนที่อยู่บริเวณขั้วโลกเหนือเท่านั้นที่จะเห็นดาวเหนือมีค่ามุมเงย 90 องศา
 - ตำแหน่งในบางละติจูด ผู้สังเกตจะไม่มีโอกาสเห็นดาวเหนือเลย
 - ผู้สังเกตที่อยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตร จะไม่มีโอกาสเห็นดาวเหนือเช่นเดียวกัน
 - ค่ามุมเงยของดาวเหนือจะเท่ากับค่าละติจูดของผู้สังเกตเสมอ
 - คนที่อยู่ทางขั้วโลกเหนือที่ละติจูดใกล้เคียงกันจะมีโอกาสเห็นดาวเหนือที่มุมเงยเท่ากันได้
10. การที่เราเห็นดาวเหนือไม่เคลื่อนที่เป็นเพราะเหตุใด
- โลกหมุนรอบตัวเองด้วยความเร็วคงที่
 - ระยะทางระหว่างโลกกับดาวเหนือคงที่
 - ดาวเหนืออยู่ไกลจากโลกมาก จนมองไม่เห็นการเคลื่อนที่ปรากฏ
 - ดาวเหนืออยู่ตรงกับแนวแกนหมุนของโลก
 - แนวแกนหมุนของโลกเอียง $23 \frac{1}{2}$ องศา กับเส้นตั้งฉากกับระนาบวงโคจรของโลก
11. เราเห็นการเคลื่อนที่ปรากฏของดาวโดยทั่วไป เป็นอย่างไร
- เคลื่อนที่ปรากฏจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก
 - เคลื่อนที่ปรากฏโดยรักษาระยะห่างจากดาวเหนือคงที่เสมอ
 - ดาวที่ขึ้นตรงจุดทิศตะวันออกพอดี จะเคลื่อนที่ปรากฏไปตกตรงจุดทิศตะวันตกพอดี
 - ระยะห่างปรากฏระหว่างดาวต่าง ๆ จะคงที่เสมอ
 - ถูกทุกข้อที่กล่าว

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและดวงดาว

คำสั่ง ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย (☐)
ในกระดาษคำตอบ

1. คาไท่ที่กำหนดทิศของวัตถุท้องฟ้า
 - ก. คาละติจูด
 - ข. คาลองจิจูด
 - ค. คามุมเงย
 - ง. คามุมอาซิมุท
 - จ. คามุมเงยและคามุมอาซิมุท
2. ดาว 1 มีคามุมเงย 15 องศา คามุมอาซิมุท 0 องศา ดาว 2 มีคามุมเงย 15 องศา คามุมอาซิมุท 180 องศา ดาวทั้งสองนี้อยู่ ณ ตำแหน่งที่แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร
 - ก. ดาว 1 อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ดาว 2 อยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ดาวทั้งสองอยู่สูงจากขอบฟ้าไม่เท่ากัน
 - ข. ดาว 1 อยู่ทางทิศใต้ ดาว 2 อยู่ทางทิศเหนือ ดาวทั้งสองอยู่สูงจากขอบฟ้าไม่เท่ากัน
 - ค. ดาว 1 และดาว 2 อยู่ทางทิศตรงข้ามกัน และอยู่สูงจากขอบฟ้าเท่ากัน
 - ง. ดาว 1 และดาว 2 อยู่ทิศเดียวกัน แต่อยู่สูงจากขอบฟ้าไม่เท่ากัน
 - จ. ดาว 1 และดาว 2 อยู่คนละทิศและอยู่สูงจากขอบฟ้าไม่เท่ากัน
3. คามุมเงยของวัตถุหนึ่งวัดที่ระยะต่าง ๆ ห่างจากจุดที่วัดครั้งแรก 10, 20, 30, 40 และ 50 เมตร ได้เท่ากับ 60, 60, 60, 60 และ 60 องศา ตามลำดับ คามุมเงยนี้ควรเป็นของวัตถุใด
 - ก. ยอดเสาธง
 - ข. ยอดเสาโทรทัศน์

ค. คนโคกลม

ง. เครื่องบิน

จ. ดวงดาว

4. ถ้าลำดับ ก ข ค ง และ จ มีดวงจันทร์ 15 องศาตะวันออก 60 องศาตะวันออก 0 องศา 15 องศาตะวันตก และ 60 องศาตะวันตก ตามลำดับ ตามใดจะสว่างก่อนหลังตามลำดับ

ก. ก ข ค ง จ

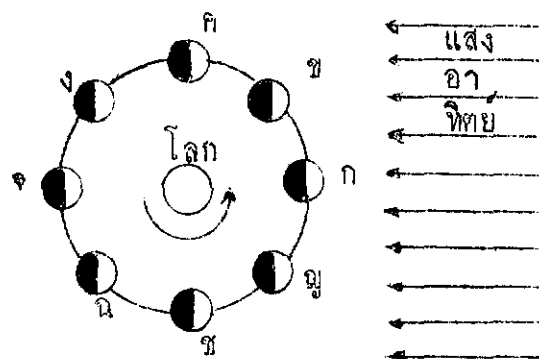
ข. ค ก ง ข จ

ค. จ ข ค ก ง

ง. จ ง ค ข ก

จ. ข ก ค ง จ

จากรูปนี้ให้ตอบคำถามข้อ 5 - 6



5. ถ้าคนบนโลกเห็นดวงจันทร์ในวันที่ 1 ธันวาคม เวลา 22.00 น. อยู่ตำแหน่ง ค ประมาณวันใดคนบนโลกจึงจะเห็นดวงจันทร์อยู่ตำแหน่ง ข
- ก. 4 ธันวาคม
- ข. 5 ธันวาคม
- ค. 8 ธันวาคม
- ง. 15 ธันวาคม
- จ. 20 ธันวาคม

6. ณ ตำแหน่ง จ และ ก คนบนโลกจะเห็นคี่ดวงจันทร์ในลักษณะใด

ตำแหน่ง จ ตำแหน่ง ก

- | | | |
|----|----------------------------------|----------------------------------|
| ก. | ☐ | ☐ |
| ข. | ☐ | ☒ |
| ค. | ☒ | ☒ |
| ง. | ☒ | ☐ |
| จ. | ☐ | ☒ |

7. คืนหนึ่งเวลา 20.00 น. เห็นดวงจันทร์อยู่สูงจากขอบฟ้าทิศตะวันออก 12 องศา คืนถัดมาจะเห็นดวงจันทร์อยู่สูงจากขอบฟ้าทิศตะวันออก 25 องศา ในเวลาประมาณกี่นาฬิกา

- ก. 18.00 น.
- ข. 19.00 น.
- ค. 20.00 น.
- ง. 21.00 น.
- จ. 22.00 น.

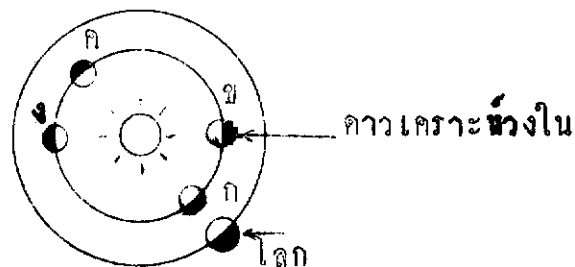
8. สาเหตุของการเกิดคี่ของดวงจันทร์คืออะไร

- ก. ดวงจันทร์เคลื่อนที่เอียงประมาณ 5° กับระนาบวงโคจร
- ข. ดวงจันทร์หมุนรอบตัวเองพร้อมกับโคจรรอบโลกทุกวัน
- ค. ดวงจันทร์โคจรรอบโลกช้ากว่าโลกหมุนรอบตัวเอง
- ง. ดวงจันทร์โคจรรอบโลกและโลกหมุนรอบตัวเองใช้เวลาเท่ากัน
- จ. ดวงจันทร์สะท้อนแสงอาทิตย์มายังโลกโดยมีความเข้มไม่เท่ากัน

9. เพราะเหตุใดคนบนโลกจึงเห็นพื้นผิวดวงจันทร์เพียงด้านเดียว

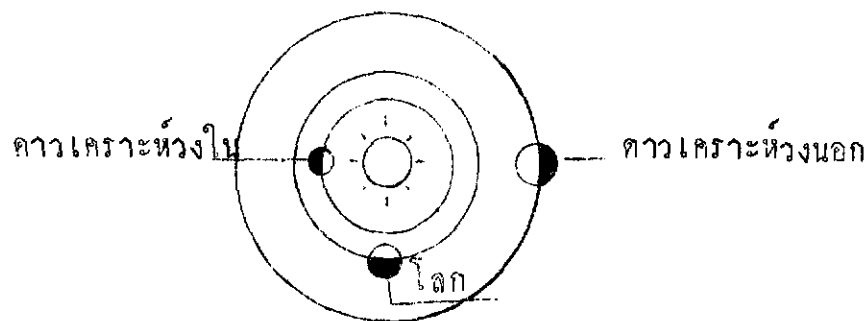
- ก. เพราะโลกหมุนรอบตัวเองเร็วกว่าดวงจันทร์โคจรรอบโลก
- ข. เพราะโลกหมุนรอบตัวเองเร็วกว่าดวงจันทร์หมุนรอบตัวเอง
- ค. เพราะดวงจันทร์หมุนรอบตัวเองและโคจรรอบโลกใช้เวลาเท่ากัน

- ง. เพราะดวงจันทร์หมุนรอบตัวเองช้ากว่าดวงจันทร์โคจรรอบโลก
 จ. เพราะดวงจันทร์โคจรรอบโลกช้ากว่าดวงจันทร์หมุนรอบตัวเอง
10. โลก ดาวเคราะห์ทั้งใน และดาวเคราะห์ทั้งนอก มีสมบัติข้อใดเหมือนกัน
- ก. ดาวบริวาร
 ข. ความหนาแน่นของบรรยากาศ
 ค. ระนาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์
 ง. ทิศทางการเคลื่อนที่รอบดวงอาทิตย์
 จ. อุณหภูมิของดาวเคราะห์
11. จากตำแหน่งของโลกดังรูป คนบนโลกจะมองไม่เห็นดาวเคราะห์ทั้งใน
 เมื่อดาวเคราะห์ทั้งในอยู่ ณ ตำแหน่งใด



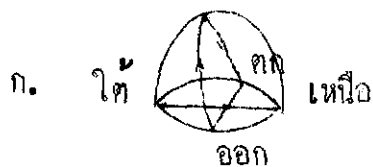
- ก. ตำแหน่ง ก และ ข
 ข. ตำแหน่ง ก และ ค
 ค. ตำแหน่ง ก และ ง
 ง. ตำแหน่ง ข และ ค
 จ. ตำแหน่ง ค และ ง

12. จากตำแหน่งดังรูป คนบนโลกจะเห็นดาวเคราะห์ทั้งใน และดาวเคราะห์ทั้งนอกปรากฏอย่างไร ตามลำดับ



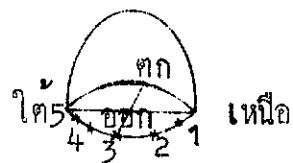
- ก. เป็นเสี้ยวและครึ่งวง
 ข. ประมาณครึ่งวงและเป็นเสี้ยว
 ค. ครึ่งวงและคอนดวง
 ง. ครึ่งวงทั้ง 2 ตำแหน่ง
 จ. เป็นเสี้ยวทั้ง 2 ตำแหน่ง
13. ข้อใดเป็นสมบัติของดาวเคราะห์ทั้งนอก
- ก. ไม่มีโอกาสเห็นสว่างเต็มดวง
 ข. มีเสี้ยวสว่างในท่อนองเดียวกับดวงจันทร์
 ค. เห็นได้เฉพาะใกล้ขอบฟ้า
 ง. อาจเห็นโคจรตลอดคืน
 จ. ปรากฏเคลื่อนที่ผ่านดวงอาทิตย์ให้คนบนโลกเห็นได้
14. ปรากฏการณ์ในข้อใดที่เกิดจากโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์
- ก. เห็นดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออกและตกทางทิศตะวันตก
 ข. เห็นดวงอาทิตย์ขึ้นและตกเปลี่ยนตำแหน่งไปทุกวันในรอบปี
 ค. เห็นดวงอาทิตย์ขึ้นไม่เกิน $23\frac{1}{2}$ องศา จากแนวทิศตะวันออก
 ง. เส้นทางโคจรปรากฏของดวงอาทิตย์ขั้วรอยเดิมในรอบปี
 จ. พื้นที่แต่ละตำแหน่งบนโลกรับพลังงานจากดวงอาทิตย์ได้ไม่เท่ากันในรอบปี

15. ข้อใดไม่เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากแนวแกนหมุนของโลกเอียงทำมุม $23\frac{1}{2}$ องศา กับแนวที่ตั้งฉากกับระนาบวงโคจรของโลก
- เกิดฤดูกาลต่าง ๆ บนโลก
 - เส้นทางโคจรปรากฏของดวงอาทิตย์ เปลี่ยนแปลงไปทุก ๆ วันในรอบปี
 - ตำแหน่งการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ เปลี่ยนแปลงไปทุกวันในรอบปี
 - พื้นที่แต่ละตำแหน่งบนโลกรับพลังงานแสงสว่างและความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้ไม่เท่ากันในรอบปี
 - โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์เพียง 1 ใน 2,200 ล้านส่วนเท่านั้น
16. ณ บริเวณหนึ่ง วัดค่ามุมอาซิมุทของดวงอาทิตย์ขณะขึ้นได้ 45 องศา และค่ามุมอาซิมุทขณะตกได้ 315 องศา คนในบริเวณนั้นจะเห็นดวงอาทิตย์ขึ้นและตก ณ ตำแหน่งใด
- ขึ้นทางทิศตะวันออกและตกทางทิศตะวันตก
 - ขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และตกทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ
 - ขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และตกทางทิศตะวันตกเฉียงใต้
 - ขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ และตกทางทิศตะวันตกเฉียงใต้
 - ขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ และตกทางทิศตะวันตกพอดี
17. จากคำถามในข้อ 16 จะเขียนเส้นทางโคจรปรากฏของดวงอาทิตย์ได้ในลักษณะใด





จากภาพนี้ ให้ตอบคำถามข้อ 18 - 19



ภาพแสดงตำแหน่งของดาว 1, 2, 3, 4 และ 5 ที่มีค่ามุมอาซิมุท 10, 45, 90, 135 และ 170 องศา ตามลำดับ

18. จากภาพ ผู้สังเกตการณ์ ณ บริเวณใดจึงจะเห็นดาว 1, 2, 3, 4 และ 5 ขึ้นพร้อมกันและตกพร้อมกัน

- ก. ละติจูด 0 องศา
- ข. ละติจูด 45 องศาเหนือ
- ค. ละติจูด 45 องศาใต้
- ง. ละติจูด 90 องศาเหนือ
- จ. ละติจูด 90 องศาใต้

19. ผู้สังเกตที่อยู่มุมละติจูด 80 องศาเหนือ จะเห็นดาวดวงใดอยู่บนท้องฟ้า นานที่สุด

- ก. ดาว 1
- ข. ดาว 2
- ค. ดาว 3
- ง. ดาว 4
- จ. ดาว 5

20. ข้อสรุปใดที่ไม่ถูกต้อง

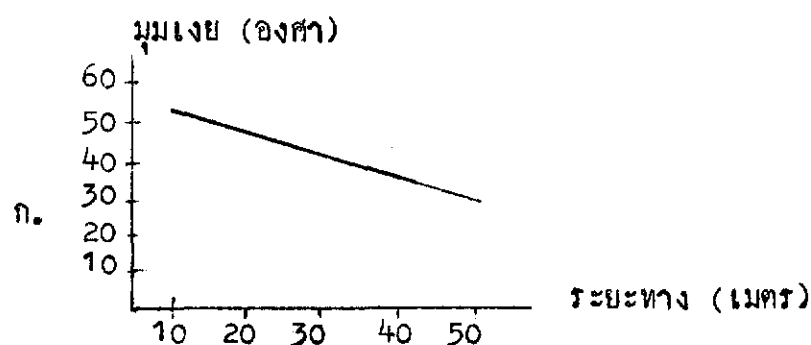
- ก. คนที่บริเวณขั้วโลกเหนือจะเห็นดาวเหนืออยู่ตรงศีรษะ
- ข. เราไม่เห็นดาวเหนือเคลื่อนที่ เพราะดาวเหนืออยู่ตรงกับแนวแกนหมุนของโลก
- ค. การเห็นดาวเคลื่อนที่ปรากฏบนท้องฟ้า นั้นเกิดจากการหมุนรอบตัวเองของโลก
- ง. ตำแหน่งในบางละติจูด ผู้สังเกตจะไม่มีโอกาสเห็นดาวบางดวงเลย
- จ. ในการสังเกตดาวดวงเดียวกัน ถึงแม้ผู้สังเกตอยู่ในตำแหน่งละติจูดต่างกันก็จะเห็นการเคลื่อนที่ปรากฏของดาวดวงนั้นเหมือนกัน

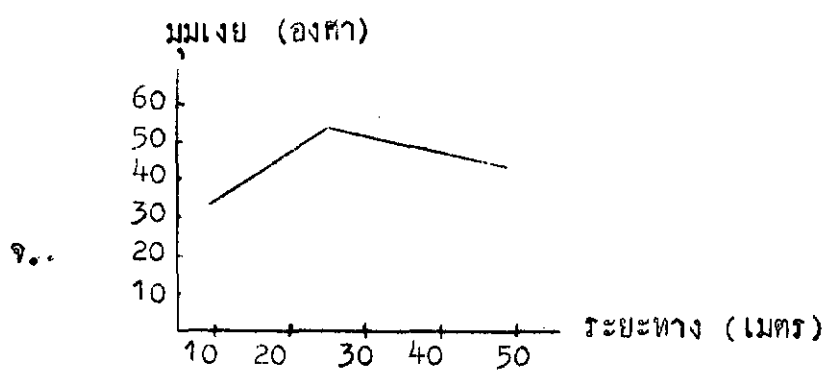
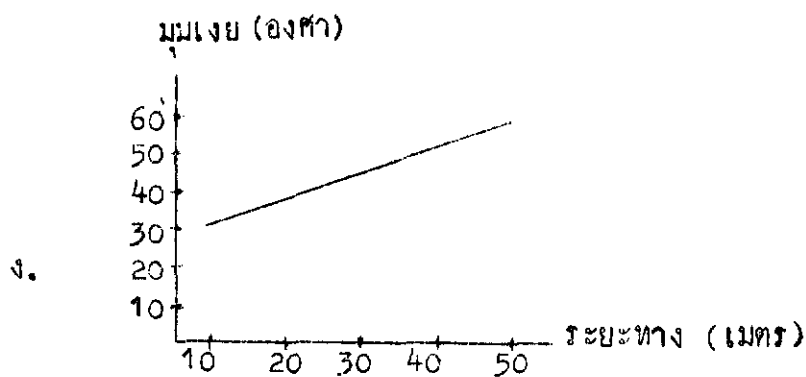
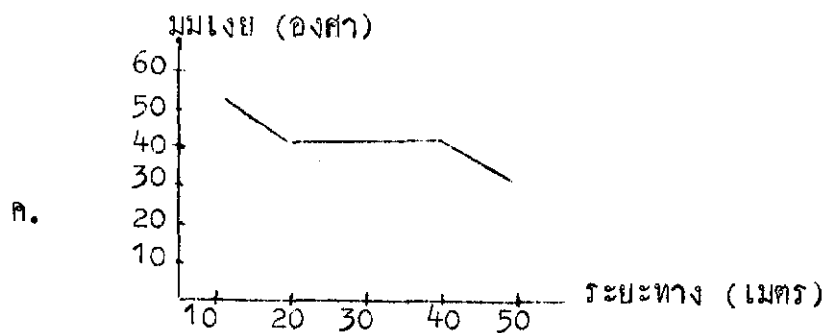
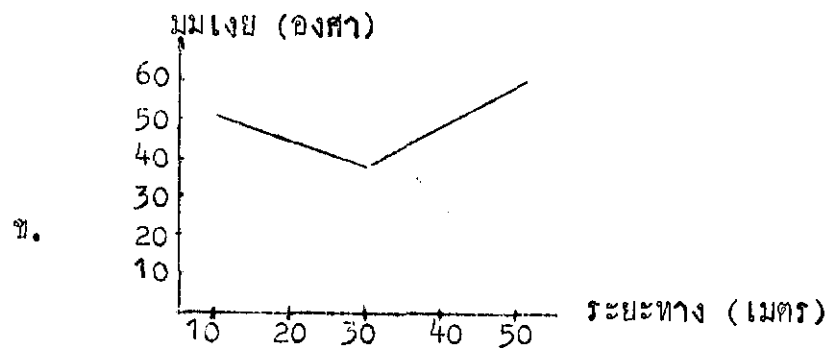
ตาราง 1 นักเรียนคนหนึ่งวัดมุมเงยของยอดเสาธงที่ระยะต่าง ๆ โดยครั้งแรกอยู่ ณ ตำแหน่งที่ห่างจากเสาธง 30 เมตร

วัตถุที่สังเกต	มุมเงย (องศา)				
	ระยะครั้งแรก	เข้าไปใกล้ 10 เมตร	เข้าไปใกล้ 20 เมตร	ห่างออกมา 10 เมตร	ห่างออกมา 20 เมตร
ยอดเสาธง	40	46	54	36	33

ให้นักเรียนนำข้อมูลจากตาราง 1 ตอบคำถามข้อ 21 - 23

21. กราฟข้อใดที่สอดคล้องกับข้อมูลในตาราง





22. จากกราฟที่ถูกต้องในข้อ 21 การวัดมุมเงยของยอดเสาขงนั้น ค่ามุมเงยกับระยะทางที่สังเกตมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

- ก. ระยะทางยิ่งไกลความมุงเงยยิ่งน้อย
- ข. ระยะทางยิ่งไกลความมุงเงยยิ่งมาก
- ค. ระยะทางยิ่งไกลความมุงเงยยิ่งมาก
- ง. ความมุงเงยจะแปรผันโดยตรงกับระยะทางเสมอ
- จ. ความมุงเงยกับระยะทางไม่มีความสัมพันธ์กัน

23. การวัดมุมเงยของยอดเสาธง ถ้าผู้สังเกตเคลื่อนที่ห่างจากตำแหน่งที่สังเกตครั้งแรก 50 เมตร ความมุงเงยที่วัดได้ควร มีค่าประมาณเท่าใด

- ก. 34 องศา
- ข. 33 องศา
- ค. 30 องศา
- ง. 25 องศา
- จ. 20 องศา

ตาราง 2 ความมุงอาซิมุทและมุมเงยของดวงจันทร์ที่วัดได้ในสัปดาห์หนึ่ง มีดังนี้

วันที่ เดือน พ.ศ.	ตำแหน่งเมื่อเวลา 19.30 น.		ตำแหน่งเมื่อเวลา 20.30 น.	
	มุมอาซิมุท (องศา)	มุมเงย (องศา)	มุมอาซิมุท (องศา)	มุมเงย (องศา)
2 ก.ย. 24	265	13	269	0
3 ก.ย. 24	257	20	262	8.5
4 ก.ย. 24	250	29	251	20.5
5 ก.ย. 24	236	40.5	245	26
6 ก.ย. 24	223	46.5	237	33
7 ก.ย. 24	205	53	230	41
8 ก.ย. 24	185	55	210	50

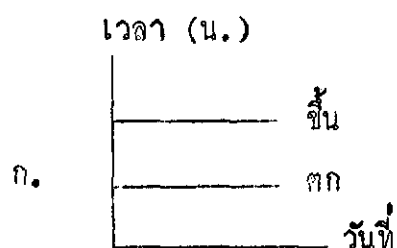
24. จากตาราง 2 นักเรียนจะตีความหมายของข้อมูลในตารางนี้ได้อย่างไร
- ความถี่ของดวงจันทร์เพิ่มขึ้นในแต่ละคืน
 - ความถี่ของดวงจันทร์ลดลงตั้งแต่ 2 ก.ย. - 8 ก.ย.
 - ความถี่ของดวงจันทร์ลดลงในแต่ละคืน
 - ความถี่ของดวงจันทร์เพิ่มขึ้นตั้งแต่ 2 ก.ย. - 8 ก.ย.
 - ความถี่ของดวงจันทร์ในวันที่ 8 ก.ย. เท่ากับ 55° ในเวลา 19.30 น. และเท่ากับ 50° ในเวลา 20.30 น.
25. จากข้อมูลในตาราง 2 นักเรียนจะสรุปการเปลี่ยนตำแหน่งของดวงจันทร์ได้อย่างไร
- ในคืนเดียวกันดวงจันทร์เปลี่ยนตำแหน่งจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก
 - ในคืนต่างกันดวงจันทร์เปลี่ยนตำแหน่งจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก
 - ในคืนต่างกันดวงจันทร์เปลี่ยนตำแหน่งจากใกล้ขอบฟ้าทิศตะวันออกสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงจุดเหนือศีรษะ
 - วันที่ 2 ก.ย. ดวงจันทร์เปลี่ยนตำแหน่งใกล้ขอบฟ้าเมื่อเวลา 20.30 น.
 - วันที่ 7 และ 8 ก.ย. ดวงจันทร์เปลี่ยนตำแหน่งใกล้เคียงกันมากที่สุด
26. ถ้าระนาบการหมุนของดวงจันทร์และโลกไม่เอียงหามุมกัน จะทำให้เกิดปรากฏการณ์ใด
- น้ำขึ้น - น้ำลง วันละ 4 ครั้ง
 - ไม่เกิดกิดีของดวงจันทร์
 - เกิดจันทร์ปรากฏาเคื่อนละ 1 ครั้ง
 - คนบนโลกจะเห็นดวงจันทร์ปรากฏ ณ ตำแหน่งเดิมเสมอ
 - ดวงจันทร์เคลื่อนที่จริงเป็นเส้นเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ปรากฏ
27. นักเรียนจะทำการทดลองหรือหาข้อมูลอย่างไร จึงจะตอบปัญหาในข้อ 26 ได้
- ตรวจสอบการขึ้น - ลงของน้ำทะเลทุกวัน
 - สร้างแบบจำลองดวงจันทร์และโลก ให้มีระนาบการเคลื่อนที่เดียวกัน แล้วสังเกตส่วนสว่างของดวงจันทร์เคลื่อนที่ไปในตำแหน่งต่าง ๆ รอบโลก

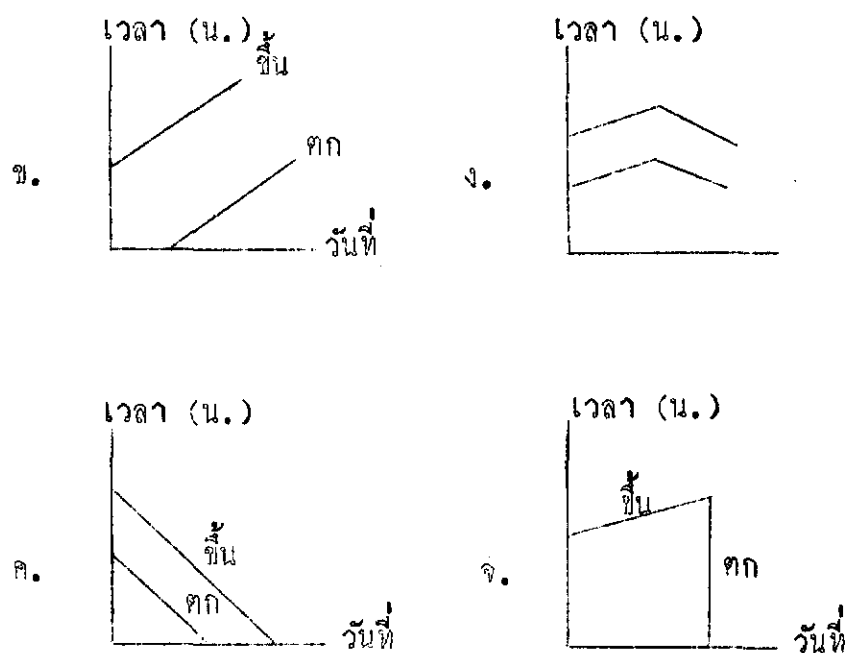
- ค. สร้างแบบจำลองดวงจันทร์ โลก และดวงอาทิตย์ให้มีระนาบการเคลื่อนที่
เดียวกันแล้วทดลองการ เกิดเงามืดบนดวงจันทร์
- ง. สร้างแบบจำลองดวงจันทร์ และโลก ให้มีระนาบการเคลื่อนที่เดียวกัน
แล้วสังเกตตำแหน่งของดวงจันทร์ เมื่อเคลื่อนที่พร้อมกับโลก
- จ. สร้างแบบจำลองดวงจันทร์และโลก ให้มีระนาบการเคลื่อนที่เดียวกัน
แล้วสังเกตตำแหน่งของดวงจันทร์ เมื่อเคลื่อนที่ช้ากว่าโลก

ตาราง 3 เวลาขึ้นและเวลาลตกของดวงจันทร์ ณ สถานที่แห่งหนึ่งมีดังนี้

วันที่ เดือน พ.ศ. 2527	เวลาขึ้น (น.)	เวลาลตก (น.)
6 มิ.ย.	12.11	23.54
8 มิ.ย.	13.50	00.40
10 มิ.ย.	15.32	02.21
12 มิ.ย.	17.09	04.10
14 มิ.ย.	18.43	06.03

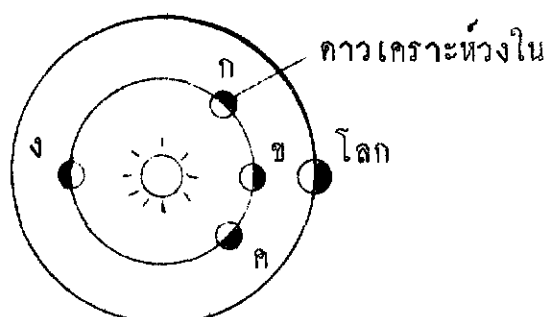
28. จากตาราง 3 กราฟลักษณะใดที่ให้ความหมายว่าดวงจันทร์ขึ้นและตกช้ากว่า
อย่างสม่ำเสมอ





29. จากตาราง 3 เวลาขึ้นและเวลาตกของดวงจันทร์ในคืนหนึ่ง ๆ ห่างกันประมาณเท่าใด

- ก. 50 นาที
- ข. 1 ชั่วโมง
- ค. 9 ชั่วโมง
- ง. 12 ชั่วโมง
- จ. ยังสรุปไม่ได้



จากรูปนี้ ให้ตอบคำถามข้อ 30

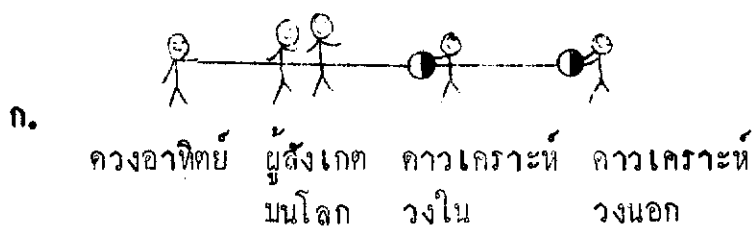
30. จากรูป ถ้าดาวเคราะห์ทั้งในอยู่ ณ ตำแหน่ง ก และ ค จะปรากฏส่วนสว่างให้คนบนโลกเห็นอย่างไร

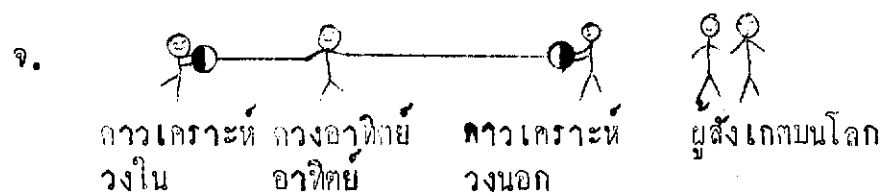
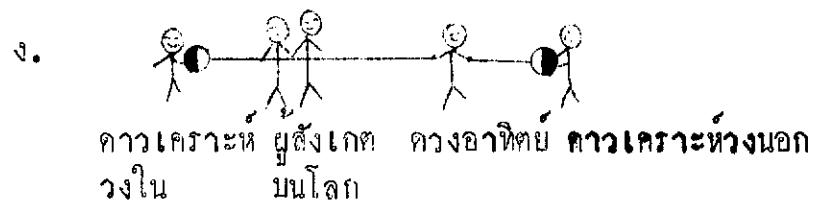
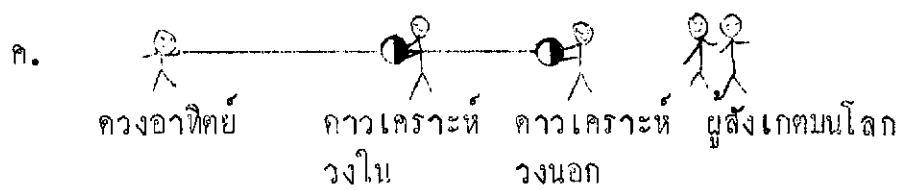
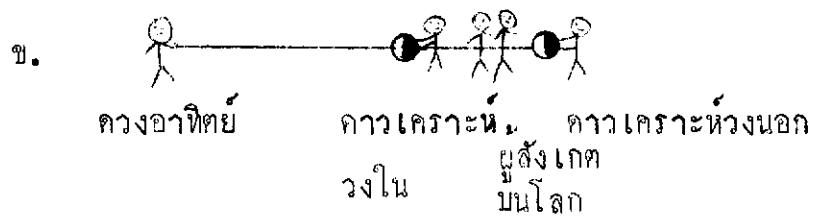
	ตำแหน่ง ก	ตำแหน่ง ค
ก.		
ข.		
ค.		
ง.		
จ.		

31. ถ้าดาวเคราะห์ทั้งใน โลก และดาวเคราะห์ทั้งนอก เคลื่อนที่อยู่ในตำแหน่งตรงกันตลอดเมื่อมองจากโลก จะเห็นดาวทั้งสองปรากฏส่วนสว่างอย่างไร

	ดาวเคราะห์ทั้งใน	ดาวเคราะห์ทั้งนอก
ก.	มองไม่เห็น	เห็นเป็นเสี้ยวบาง
ข.	เห็นเป็นเสี้ยวบาง	เห็นสว่างค่อนข้าง
ค.	เห็นสว่างประมาณครึ่งดวง	เห็นสว่างค่อนข้าง
ง.	มองไม่เห็น	เห็นสว่างเต็มดวง
จ.	อาจเป็นได้ทุกกรณี	

32. นักเรียนจะทำการทดลองอย่างง่ายได้อย่างไรจึงจะพิสูจน์ข้อมูลในข้อ 31 ได้





ตาราง 4 นักเรียนคนหนึ่งบันทึกค่ามุมเงยและค่ามุมอาซิมุทของดวงอาทิตย์ในวันหนึ่ง
ได้ดังนี้

เวลา (น.)	มุมอาซิมุท (องศา)	มุมเงย (องศา)
09.00	130	25
10.00	138	34
11.00	155	42
12.00	174	50
13.00	194	48
14.00	212	44
15.00	230	34

ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 33 - 34 โดยอาศัยข้อมูลจากตาราง 4

33. เส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ในข้อใดที่สอดคล้องกับข้อมูลในตาราง 4





34. จากข้อมูลในตาราง 4 นักเรียนคนนั้นจะเห็นดวงอาทิตย์ขึ้นและตกทางทิศใด

- ก. ขึ้นตรงจุดทิศตะวันออก และตกตรงจุดทิศตะวันตกพอดี
- ข. ขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ตกทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ
- ค. ขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ตกทางทิศตะวันตกเฉียงใต้
- ง. ขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ตกทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ
- จ. ขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ตกตรงจุดทิศตะวันตกพอดี

35. ถ้าในวันที่ 21 มีนาคม 2527 คนในประเทศไทยเห็นดวงอาทิตย์ขึ้นตรงจุดทิศตะวันออกพอดี อีก 2 เดือนต่อมา จะเห็นดวงอาทิตย์ขึ้นทางใด

- ก. ตรงจุดทิศตะวันออกพอดี
- ข. คอนไปทางทิศเหนือ ไม่เกิน $23\frac{1}{2}$ องศา จากแนวทิศตะวันออก
- ค. คอนไปทางทิศใต้ ไม่เกิน $23\frac{1}{2}$ องศา จากแนวทิศตะวันออก
- ง. คอนไปทางทิศเหนือ มากกว่า $23\frac{1}{2}$ องศา จากแนวทิศตะวันออก
- จ. คอนไปทางทิศใต้ มากกว่า $23\frac{1}{2}$ องศา จากแนวทิศตะวันออก

ตาราง 5 ตารางแสดงค่ามุมอาซิมุขและมุมเงยสูงสุดของดวงอาทิตย์
วัดที่กรุงเทพมหานคร ดังนี้

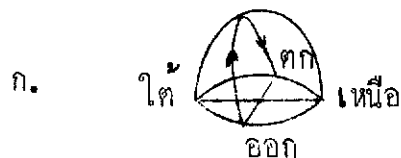
วัน เดือน	มุมอาซิมุข (องศา)		มุมเงยสูงสุด (องศา)
	ขณะขึ้น	ขณะตก	
21 มีนาคม	50	270	76
22 มิถุนายน	67	253	81
16 สิงหาคม	76	284	90
23 กันยายน	90	270	76
22 ธันวาคม	113	247	52

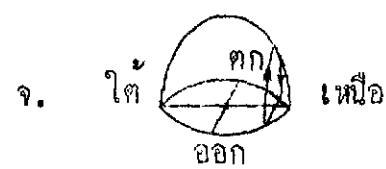
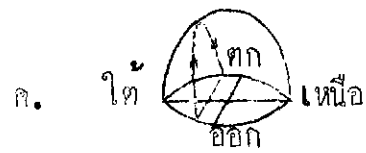
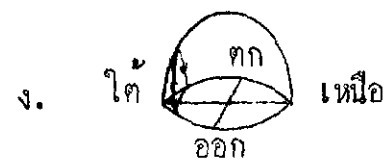
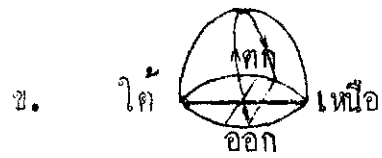
จากข้อมูลในตารางให้ตอบคำถามข้อ 36 - 37

36. ในวันที่ 22 มิถุนายน ดวงอาทิตย์เวลาเที่ยงวันจะอยู่กลางท้องฟ้าก่อนไปทางทิศใด

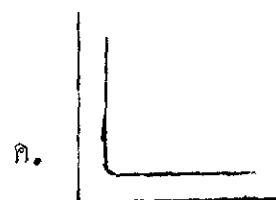
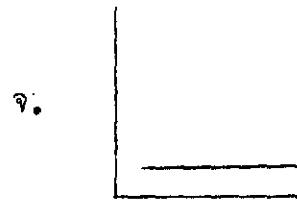
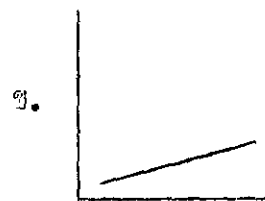
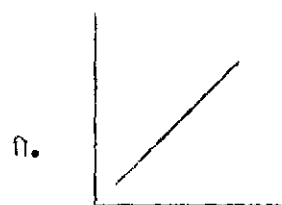
- ก. ทิศใต้
- ข. ทิศเหนือ
- ค. ทิศตะวันออก
- ง. ทิศตะวันออกเฉียงใต้
- จ. ทิศตะวันตกเฉียงใต้

37. เส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ในวันที่ 22 มกราคม ควรปรากฏให้เห็นอย่างไร





38. จากกราฟต่อไปนี้ ถ้าให้แกนตั้งแทนค่าละติจูด (องศาเหนือ) และแกนนอนแทนค่ามุมเงยของดาวเหนือที่สังเกตได้ จงพิจารณาว่ากราฟข้อใดที่สอดคล้องกับข้อความนี้ "มุมเงยของดาวเหนือมีค่าเท่ากับละติจูดของผู้สังเกต"



39. ผู้สังเกตคนหนึ่งเห็นดาว 1, 2 และ 3 ปรากฏที่ขอบฟ้า และมีความมุมอาซิมุท 45, 90 และ 135 องศา ตามลำดับถ้าเขาเห็นดาว 3 อยู่บนท้องฟ้าสูงที่สุด เขาควรตั้งเกทอยู่ที่ตำแหน่งใด
- ที่เส้นศูนย์สูตร
 - ที่ละติจูด 60 องศาใต้
 - ที่ละติจูด 60 องศาเหนือ
 - ที่ละติจูด 90 องศาใต้
 - ที่ละติจูด 90 องศาเหนือ
40. ในการทดลองเพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงดาว ถ้าต้องการทดลองให้เห็นว่าดาวเคลื่อนที่ปรากฏจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก ควรทำอย่างไร
- กำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของดาวที่ขอบฟ้าทิศตะวันออก
 - กำหนดตำแหน่งของผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 0 องศา
 - กำหนดตำแหน่งของผู้สังเกตอยู่ที่ละติจูด 90 องศาเหนือ
 - กำหนดให้หมุนแบบจำลองทรงกลมท้องฟ้า จากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก
 - กำหนดให้หมุนแบบจำลองทรงกลมท้องฟ้า จากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก

แบบวิเคราะห์อุปกรณ์ทดแทน

คำชี้แจง การวิเคราะห์อุปกรณ์ทดแทนนี้ ขอให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง
เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือเห็นด้วยมาก หรือเห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วยหรือ
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง พร้อมทั้งข้อเสนอแนะเพิ่มเติมตามความคิดเห็น
ของท่านลงในแบบวิเคราะห์อุปกรณ์ทดแทน โดยพิจารณาจากตัวอย่าง
อุปกรณ์ทดแทนวิธีการใช้อุปกรณ์ทดแทน และแผนการสอนที่แนบมานี้

ขอขอบพระคุณอย่างสูง

แบบวิเคราะห์อุปกรณืทดแทนเรื่อง.....

การทดลองที่.....เรื่อง.....

เกณฑ์	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1. ประหยัดรายจ่าย โดยใช้วัสดุในท้องถิ่นที่ได้เปล่าหรือราคาต่ำ.....					
2. ทำได้ง่าย ไม่ต้องใช้ความชำนาญพิเศษในการสร้างอุปกรณ์ทดแทน อาจทำได้โดยนักเรียน ครู หรือสมาชิกในชุมชน.....					
3. นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อสรุป หรือผลึกการใ้ถ้งายและมีประสิทธิภาพ.....					
4. พัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....					
5. ใ้ผลการทดลองที่ถูกต้องเพียงตรงเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน.....					
6. มีความคงทนถาวร.....					
7. ใ้สะดวก และปลอดภัย.....					

เกณฑ์	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
8. การสร้างอุปกรณ์ที่ไม่ได้ เปลืองเวลามาก.....					
9. ชำรุดแล้วซ่อมเองได้ด้วย ตัวครู นักเรียน หรือ สมาชิกในชุมชน.....					
10. เก็บรักษาง่าย.....					

ข้อเสนอแนะ 1. เกี่ยวกับอุปกรณ์.....

.....

2. เกี่ยวกับวิธีการทดลอง.....

.....

แบบประเมินพฤติกรรม

ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ จากเนื้อหา

คำชี้แจง การประเมินพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้
จากเนื้อหานี้ ขอให้ท่านพิจารณาเนื้อหาทั้ง 5 หน่วย แล้วกำหนดน้ำหนัก
ความสำคัญของแต่ละพฤติกรรม ดังนี้

ถ้าเน้นพฤติกรรมใดมากที่สุด ให้น้ำหนัก 8 หรือ 9 หรือ 10 หน่วย
ถ้าเน้นพฤติกรรมใดปานกลาง ให้น้ำหนัก 4 หรือ 5 หรือ 6 หรือ 7 หน่วย
ถ้าเน้นพฤติกรรมใดน้อยมาก ให้น้ำหนัก 1 หรือ 2 หรือ 3 หน่วย

หมายเหตุ

ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคย
เรียนรู้มาแล้วทั้งหมด

ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการระบุหรือชี้แจงความรู้
เมื่ออยู่ในรูปใหม่ หรือสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์
หนึ่ง สามารถเปรียบเทียบความสัมพันธ์ อธิบาย ชี้แจง ให้เหตุผล จำแนก
จัดเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง จับใจความ ฯลฯ

การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ไปแก้ปัญหา
ใหม่ ทั้งในวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกันและต่างสาขากัน ตลอดจนการนำความรู้
ไปแก้ปัญหาอื่น ๆ นอกเหนือจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ขอขอบพระคุณอย่างสูง

แบบประเมินพฤติกรรม

ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ จากเนื้อหา

พฤติกรรม เนื้อหา	ความรู้ความจำ 10	ความเข้าใจ 10	การนำไปใช้ 10
หน่วยที่ 1 โลก : คาวเคราะห์บ้านของเรา (พื้นฐานและการโคจรของโลกในระบบสุริยะ ลักษณะโลก ตำแหน่งบนโลก เส้นละติจูด เส้นลองจิจูด การบอกตำแหน่ง วัตถุท้องฟ้า มุมเงย มุมอาซิมุท เวลาบนโลก)			
หน่วยที่ 2 ดวงจันทร์ : บริวารของโลก (การเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ คดีของดวงจันทร์ เวลาขึ้น-เวลาตก ของดวงจันทร์ การหมุน รอบตัวเองของดวงจันทร์ การสำรวจดวงจันทร์)			
หน่วยที่ 3 คาวเคราะห์ : เพื่อนบ้านของเรา (คาวเคราะห์ห้วงใน-คาวเคราะห์ห้วงนอก การเคลื่อนที่ของคาวเคราะห์ การเห็น คาวเคราะห์เมื่อมองจากโลก ชีวิตบน คาวเคราะห์)			

เนื้อหา พฤติกรรม	ความรู้ ความจำ 10	ความ เข้าใจ 10	การนำ ไปใช้ 10
หน่วยที่ 4 กววงอาทิตย์ : ผู้ให้กำเนิดพลังงาน แก่ชีวิต (การขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ การหาตำแหน่ง ของดวงอาทิตย์ อิทธิพลของดวงอาทิตย์ต่อโลก)			
หน่วยที่ 5 ดาวฤกษ์ : ดวงดาวที่อยู่ไกลแสนไกล (การเคลื่อนที่ของดาวฤกษ์ การศึกษาการ เคลื่อนที่ปรากฏประจำวันของดวงดาว กลุ่มดาวฤกษ์)			

แบบประเมินพฤติกรรม

ก้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากเนื้อหา

คำชี้แจง การประเมินพฤติกรรมก้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเนื้อหาที่
ขอให้ท่านพิจารณาเนื้อหาทั้ง 5 หน่วย แล้วกำหนดน้ำหนักความสำคัญของ
แต่ละพฤติกรรม ดังนี้

ถ้าเน้นพฤติกรรมใดมากที่สุด ให้น้ำหนัก 8 หรือ 9 หรือ 10 หน่วย
ถ้าเน้นพฤติกรรมใดปานกลาง ให้น้ำหนัก 4 หรือ 5 หรือ 6 หรือ 7 หน่วย
ถ้าเน้นพฤติกรรมใดน้อยที่สุด ให้น้ำหนัก 1 หรือ 2 หรือ 3 หน่วย

หมายเหตุ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาประเมินมี 4 ประเภท
ได้แก่

ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้
จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำ
เสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ แยกประเภท และคำนวณหา
ใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอ
ในรูปของการวาง แผนภูมิ ไคอาแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน
บรรยาย เป็นต้น

ทักษะในการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป การตีความหมาย
ข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลหรือตัวแปรที่
ได้จากการทดลองที่มีอยู่ ส่วนการลงข้อสรุปหมายถึง การบอกความ
สัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลองหรือที่มีอยู่

ทักษะในการทำนายและตั้งสมมติฐาน การทำนายหมายถึง
การสรุปค่าตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิด
ซ้ำ ๆ กัน หลักการ กฎหรือทฤษฎีในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

ส่วนการตั้งสมมติฐานหมายถึงการคาดคะเนล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมที่ยังไม่เป็นกฎหลักเกณฑ์

ทักษะในการออกแบบการทดลองและความคุมตัวแปร การทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้เพื่อทดสอบ สมมติฐาน การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องแต่ยังไม่ต้องการ

ขอขอบพระคุณอย่างสูง

แบบประเมินพฤติกรรม

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากเนื้อหา

พฤติกรรม เนื้อหา	ทักษะ ในการจัด กระทำกับ ข้อมูล (10)	ทักษะ ในการตี ความหมาย ข้อมูลและ ลงข้อสรุป (10)	ทักษะ ในการทำนาย และตั้ง สมมติฐาน (10)	ทักษะ ในการออก แบบการ ทดลองและ ควบคุมตัวแปร (10)
หน่วยที่ 1 โลก : ดาวเคราะห์ บ้านของเรา (นิยามและการโคจรของ โลกในระบบสุริยะ หิคนบนโลก ตำแหน่งบนโลก เส้นละติจูด เส้นลองจิจูด การบอกตำแหน่ง วัตถุท้องฟ้า มุมเงย มุมอาซิมุท เวลาบนโลก)				
หน่วยที่ 2 ดวงจันทร์ : บริวาร ของโลก) (การเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ คิถีของดวงจันทร์เวลาขึ้น- เวลาตกของดวงจันทร์ การหมุนรอบตัวเอง ของดวงจันทร์ การสำรวจ ดวงจันทร์)				

วัตถุประสงค์ เนื้อหา	ทักษะ ในการจัด กระทำกับ ข้อมูล (10)	ทักษะ ในการที่ ความหมาย ข้อมูลและ ลงข้อสรุป (10)	ทักษะ ในการทำนาย และตั้ง สมมติฐาน (10)	ทักษะ ในการออก แบบการ ทดลองและ ควบคุมตัวแปร (10)
หน่วยที่ 3 คาวเคราะห์ : เพื่อนบ้านของเรา (คาวเคราะห์ใน - คาวเคราะห์นอก การเคลื่อนที่ของคาวเคราะห์ การเห็นคาวเคราะห์เมื่อมอง จากโลก ชีวิตบนคาวเคราะห์)				
หน่วยที่ 4 ดวงอาทิตย์ : ผู้ให้กำเนิดพลังงานชีวิต (การขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ การหาตำแหน่งของดวงอาทิตย์ อิทธิพลของดวงอาทิตย์ที่มีต่อ โลก)				
หน่วยที่ 5 คาวฤกษ์ : ดวงดาว ที่อยู่ไกลแสนไกล (การเคลื่อนที่ของคาวฤกษ์ การศึกษาการเคลื่อนที่ปรากฏ ประจำวันของดวงดาว กลุ่มคาวฤกษ์)				

ผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยใช้อุปกรณ์ทดแทนกับอุปกรณ์แบบของ สสวท.
เรื่องโลกและดวงดาว กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

บทคัดย่อ
ของ
สฤตรัตน์ พ่วงเคซ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กุมภาพันธ์ 2529

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างอุปกรณ์ทดแทนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องโลกและดวงดาว ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และเพื่อเปรียบเทียบผลการสอน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยใช้อุปกรณ์ทดแทนกับอุปกรณ์แบบของ สสวท. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2527 จำนวน 80 คน โรงเรียนพรหมานุสรณ์ จังหวัดเพชรบุรี การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ ANCOVA, t-test dependent และ z-test proportion

ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีพัฒนาการทางความรู้ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. สัดส่วนของจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์ 80% ในการสอบย่อยระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทุกหน่วยการเรียน ทั้งนี้การวิจัยครั้งนี้พบว่า กลุ่มทดลองมีสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 80% มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05

THE EFFECTS OF THE PHYSICAL SCIENCE INSTRUCTION OF EARTH
AND STARS USING THE LOW COST MATERIALS AND THE IPST
MATERIALS UPON THE UPPER SECONDARY LEVEL STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

SAKOONRAT PUANGDEJ

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University
February 1986

The main purpose of this study was to construct low cost substituted materials to teach Physical Science upper-secondary level students on the topic of "Earth and Stars", and to compare the achievement scores of the students taught by these materials with those of the ones taught by IPST materials. The Samples were 80 Mattayom Suksa VI Students in the academic year 1984, at Prommanusorn School, Petchburi Province. Ancova, t-test dependent and z-test proportion were statistically used for data analysis.

The finding indicated that :

1. The achievement scores between the experimental and control groups were not significantly different at the .05 level.
2. The achievement development scores of both experimental and control groups significantly increased at the .05 level.
3. In each learning unit quiz, the proportion of students from both groups, who passed the 80% criterion, was significantly greater than that of the ones in the experimental group at the .05 level.