ค
530.7
อ128ก

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

ค.ศ. 2537
15 ส.ค.

ปริญญานิพนธ์

ของ

อดิศร มณีศิริ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
กรกฎาคม 2537

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

192043

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม



.....ประธาน

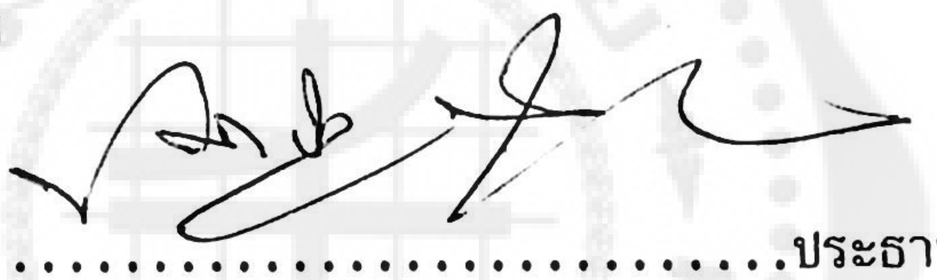
(รศ.ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์)



.....กรรมการ

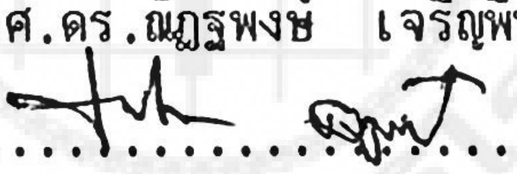
(ผศ.ปราโมทย์ ฉลูกัลป์)

คณะกรรมการสอบ



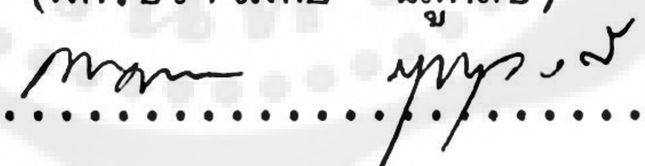
.....ประธาน

(รศ.ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์)



.....กรรมการ

(ผศ.ปราโมทย์ ฉลูกัลป์)



.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ดร.กาญจนา ชูครุวงศ์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร.ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

วันที่ 15 เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2537

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีเพราะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ปราโมทย์ ฉลูกัลป์ ที่ได้เมตตาให้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ตลอดจนได้กรุณาแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิรัช วิหครัตน์ และอาจารย์เชาวลิต เพ็ญอารีย์ ที่กรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์เปี่ยม ศรีมิตรานนท์ ผู้อำนวยการโรงเรียนสตึก และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ ที่ได้ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณ เพื่อนนิสิตปริญญาโทร่วมวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา วิชาเอกการมัธยมศึกษา การสอนวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2533 ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ แนะนำ เป็นกำลังใจจนทำให้ปริญญานิพนธ์ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่า และประโยชน์ใด ๆ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบบูชาพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้ที่มีพระคุณทุก ๆ ท่าน ต่อผู้วิจัยดังกล่าวข้างต้น ให้คุณความดีสนองต่อบุคคลเหล่านี้ให้ประสบความสุขและความสำเร็จตลอดไป

อดิศร มณีศิริ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
	นิยามศัพท์เฉพาะ	3
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนวิชาฟิสิกส์	9
	เอกสารเกี่ยวกับความคิดรวบยอด	12
	เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	21
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	30
	เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก	39
	งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์	44
	งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์	46
	งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	49
	งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	52
	สมมติฐานการวิจัย	54
3	วิธีดำเนินการวิจัย	55
	ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และการจัดกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลอง	55
	เนื้อหาและระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง	55
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	55

บทที่ หน้า

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า 56

แบบแผนการทดลอง 60

วิธีการศึกษาค้นคว้า 61

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ 61

การวิเคราะห์และทดสอบสมมติฐาน 62

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 65

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล 65

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 66

5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 71

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า 71

สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า 71

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า 71

การวิเคราะห์ข้อมูล 73

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า 73

อภิปรายผล 74

ข้อเสนอแนะ 78

บรรณานุกรม 80

ภาคผนวก 89

ประวัติผู้วิจัย 250

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 แบบแผนการทดลอง 60

2 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 66

3 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการจำแนก ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 67

4 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 68

5 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎี ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 69

6 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 70

7 แสดงค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ 91

8 แสดงค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ .. 93

9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 95

10 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการจำแนกประเภทของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 97

11 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 99

12 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 101

ตาราง หน้า

13 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 103
14 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ แยกเป็นรายทักษะ 7 ทักษะของกลุ่มทดลอง 105
15 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ แยกเป็นรายทักษะ 7 ทักษะย่อย ของกลุ่มควบคุม 107

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1 แสดงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 34

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์ได้เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วและกว้างขวาง และได้เข้ามาผสมกลมกลืนกับการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ในรูปแบบต่าง ๆ ดังนั้นวิชาวิทยาศาสตร์จึงมีบทบาทที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในสังคม โดยมนุษย์ได้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาพัฒนาคุณภาพชีวิตของตนซึ่งจะก่อให้เกิดการพัฒนาสังคมมนุษย์ ตลอดจนประเทศชาติต่อไป

วิชาฟิสิกส์จัดว่าเป็นวิชาที่สำคัญที่สุดสาขาหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับความจริงที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้น สามารถค้นหาสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น นอกจากนี้วิชาฟิสิกส์ยังเป็นพื้นฐานของการนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาต่าง ๆ เช่น วิศวกรรมศาสตร์ แพทยศาสตร์ เป็นต้น ตลอดจนก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีอย่างมากมาย หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) กำหนดให้วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาบังคับเลือกและวิชาเลือกเสรี เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อในระดับสูงของนักเรียนต่อไป

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์เท่าที่ผ่านมาได้มีการปรับปรุงอยู่ตลอดเวลา ดังเช่น ในระยะหลังสุด สถาบันส่งเสริมการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ปรับปรุงหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ขึ้นใหม่อีกเพื่อให้สอดคล้องกับระบบการศึกษาปัจจุบัน ซึ่งเป็นระบบ 6-3-3 จากผลการติดตามการใช้หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ที่ผ่านมา พบว่า ยังมีปัญหาหลาย ๆ ด้าน บางครั้งก็พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์ของผู้เรียนไม่บรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ และประสบปัญหานักเรียนสอบไม่ผ่านวิชาฟิสิกส์เป็นจำนวนมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2531 ตามจุดประสงค์หลักทั่วประเทศ 12เขตการศึกษา ที่พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 มีจำนวนร้อยละ 10.80 ซึ่งนับเป็นจำนวนน้อยมาก (กระทรวงศึกษาธิการ. 2533 : 223) ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ วิไลรัตน์ ตั้งจรูญ (2527 : 82 - 84) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่มีเนื้อหาต่อเนื่อง อยู่ในระดับต่ำและต่ำกว่าความคาดหวังของครูผู้สอนและผู้พัฒนาหลักสูตร นอกจากนี้ วิไลวรรณ ทรัพย์เจริญ (2526 : 70 - 71)

ยังได้สอบถามความคิดเห็นของนักเรียนโรงเรียนมัธยมสาธิต มหาวิทยาลัยรามคำแหงกับโรงเรียนมัธยมสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เกี่ยวกับปัญหาที่นักเรียนประสบในการแสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนการสอนฟิสิกส์และปริมาณปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2524 ได้ผลสรุปว่า นักเรียนของโรงเรียนทั้งสองประสบปัญหามากที่สุดในเรื่องการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณฟิสิกส์รองลงมาคือการให้คำนิยามคำศัพท์ต่าง ๆ ทางฟิสิกส์ ความสามารถในการเสนอข้อมูล

สมนึก บุญพาไสว ได้กล่าวไว้ว่า วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ทำให้ผู้เรียนประสบความล้มเหลว เพราะในการเรียนการสอน ครูเน้นผลสุดท้าย คือการนำไปใช้แก้ปัญหาโจทย์แบบฝึกหัด ครูส่วนใหญ่มักจะใช้วิธีสอน โดยเฉพาะทางด้านการคำนวณ โดยไม่มีการสอนความรู้ความเข้าใจตลอดจนความคิดรวบยอดในวิชาฟิสิกส์เรื่องนั้น ๆ อย่างแท้จริง โดยข้ามขั้นตอนที่จะให้นักเรียนมีความชื่มชาบแนวคิดหรือความคิดรวบยอดทางฟิสิกส์เสียก่อน (สมนึก บุญพาไสว. 2534 : 19) คำกล่าวข้างต้นสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ จิตรารมภ์ ทองนิ่ม (2529 : 48 - 50) ที่ศึกษาเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และพบว่า นักเรียนมีความคิดรวบยอดเรื่อง การเคลื่อนที่ ในระดับต่ำ โดยเฉพาะเรื่องกฎการเคลื่อนที่ นักเรียนมีความคิดรวบยอดในระดับที่ต่ำมาก

นักการศึกษาในปัจจุบันยอมรับความสำคัญของการสอนให้นักเรียนรู้จักสร้างความคิดรวบยอด (Concept) ทั้งนี้เพราะการที่นักเรียนมีความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียนแล้วก็ย่อมจะเป็นการลดสิ่งที่จะต้องจดจำรายละเอียดลงได้อย่างมาก การที่ผู้เรียนมีความคิดรวบยอดในเรื่องที่จะเรียนเป็นการแสดงว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในเรื่องนั้นอย่างแจ่มชัด มีความเข้าใจเป็นระบบและเข้าใจโครงสร้างของเรื่องนั้นอย่างดี จึงสามารถที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสามารถเข้าใจสภาพความเป็นไปในสังคมได้อย่างแจ่มชัด

สำหรับการสอนความคิดรวบยอดนั้นนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความสนใจและเสนอแนะแนวทางการจัดสภาพการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดไว้หลายแนวทาง เช่น บรูเนอร์ และคนอื่น ๆ (พวงเพ็ญ อินทรประวัติ. 2532 : 31 ; อ้างอิงมาจาก Bruner and others. 1956) ได้ศึกษารูปแบบการสอนความคิดรวบยอด โดยใช้ตัวอย่างเป็นสื่อ ได้แก่ รูปภาพ ถ้อยคำ เรื่องเล่า ตาราง และแผนภูมิความคิดรวบยอด ซึ่งพบว่า ทำให้ผู้เรียนมีผลการเรียนดีขึ้น นอกจากนี้ มนัส บุญประกอบ

(2533 : 15) ได้เสนอแนวการสอนความคิดรวบยอดโดยการฝึกเขียนแผนภูมิความคิดรวบยอดซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี จากการศึกษาดังกล่าวมา แสดงให้เห็นว่าเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์จะทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ดีขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะได้นำชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ใช้ประกอบเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปภาพที่มีสัญลักษณ์หรือข้อความประกอบ ตลอดจนการฝึกให้นักเรียนสามารถเขียนแผนภูมิความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง โดยมีความคาดหวังว่ากิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าวน่าจะช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนสูงขึ้น

<u>ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า</u>

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการสอน โดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ประกอบกับการสอนตามคู่มือครู

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ประกอบกับการสอนตามคู่มือครู

<u>ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า</u>

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำให้ทราบถึงผลของการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ประกอบในการสอนวิชาฟิสิกส์ ซึ่งจะเป็นแนวทางแก่ครูผู้สอน และนักการศึกษาที่เกี่ยวข้อง ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

<u>ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า</u>

1. ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และการจัดกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลอง

1.1 ประชากรทั่วไป (General Population) ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์

1.2 ประชากรเป้าหมาย (Target Population) ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ ปีการศึกษา 2536

1.3 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ ปีการศึกษา 2536 จำนวน 60 คน ที่สุ่มจากประชากรเป้าหมาย โดยการสุ่มแบบจัดกลุ่ม (สุ่มมา 2 ห้องเรียนจากทั้งหมด 4 ห้องเรียน)

1.4 การจัดกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลอง กระทำโดยการจับฉลากกำหนดนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 2ห้องเรียนให้เป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน

2. ตัวแปรที่จะศึกษาค้นคว้า

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีการสอน ซึ่งแบ่งเป็น 2วิธี คือ

2.1.1 การสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.1.2 การสอนตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้เนื้อหาจากหนังสือแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 2(ว.021) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 ใช้เวลาทดลองสอน โดยทำกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้เวลากลุ่มละ 4 สัปดาห์ ๆ ละ 4 คาบ รวม 16 คาบ คาบละ 50 นาที

<u>นิยามศัพท์เฉพาะ</u>

1. ชุดฝึกความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชุดการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมเชิงสาธิต และแบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

1.1 กิจกรรมเชิงสาธิต หมายถึง กิจกรรมที่ครูสาธิตในขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย

1.1.1 ชื่อเรื่อง

1.1.2 จุดประสงค์

1.1.3 อุปกรณ์

1.1.4 วิธีการสาธิต

1.1.5 ข้อเสนอแนะ

1.2 แบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากบทเรียนวิชาฟิสิกส์ ว.021 เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ ซึ่งประกอบด้วย

1.2.1 ชื่อเรื่อง

1.2.2 คำชี้แจงในการใช้แบบฝึก

1.2.3 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.2.4 ขั้นกิจกรรมที่ใช้แบบฝึก

1.2.4.1 ขั้นเสนอปัญหาโดยใช้ภาพที่มีสัญลักษณ์หรือข้อความประกอบเพื่อให้ครูและนักเรียนกำหนดปัญหา

1.2.4.2 ขั้นกำหนดสมมติฐาน เมื่อนักเรียนกำหนดปัญหาแล้วให้นักเรียนตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่กำหนด

1.2.4.3 ขั้นทดสอบสมมติฐาน นักเรียนทำการทดลองตามกิจกรรมในแบบเรียนเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น

1.2.4.4 ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองและฝึกให้นักเรียนเขียนแผนภูมิความคิดรวบยอด เพื่อสรุปผลการทดลอง

2. การสอนโดยใช้แบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นขั้นครูสาธิต กิจกรรมเชิงสาธิต แล้วครูและนักเรียนกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานโดยใช้แบบฝึกสร้างความคิดรวบยอด

2.2 ขั้นทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนทำการทดลองหรือทำกิจกรรมตามแบบเรียนและบันทึกผลการทดลองลงในแบบฝึก

2.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกัน โดยให้นักเรียนฝึกเขียนแผนภูมิความคิดรวบยอดลงในแบบฝึกเพื่อสรุปผลการทดลองเป็นความรู้ใหม่

3. การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทางในหนังสือคู่มือครูของ สสวท. ซึ่งมี 3 ขั้นตอน คือ

3.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นขั้นที่ครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาตามแนวคำถามในแบบเรียนและคู่มือครู วิธีการทดลอง และข้อควรระวังในการทดลอง รวมทั้งแนะนำการทำกิจกรรมอื่น ๆ

3.2 ขั้นทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนทำการทดลองตามแบบเรียน

3.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นที่ครและนักเรียนำข้อมลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกัน เพื่อสรุปผลการทดลองเป็นความรู้ใหม่

4. ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ในเนื้อหาเรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่จากการเรียนวิชาฟิสิกส์ ว.021 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งประกอบด้วยความคิดรวบยอด 3 ประเภท คือ

4.1 ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการจำแนกประเภท (Classificational Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่บ่งถึงคำจำกัดความ คุณสมบัติของสิ่งของ ปรากฏการณ์หรือบ่งบอกถึงคุณสมบัติร่วมของสิ่งนั้น ๆ ซึ่งนำไปใช้บรรยายวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

4.2 ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่บ่งบอกถึงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์หรือสิ่งของทั้งในเชิงเปรียบเทียบและเป็นเหตุผลต่อกัน ซึ่งนำไปใช้ทำนายหรือพยากรณ์วัตถุหรือปรากฏการณ์

4.3 ความคิดรวบยอดทางทฤษฎี (Theoretical Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่นักวิทยาศาสตร์กำหนดขึ้นหรือจินตนาการเพื่อหารูปแบบที่จะนำมาใช้ในการอธิบาย

คุณลักษณะของสิ่งบางอย่างที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรง แต่มีหลักฐานบางประการมาสนับสนุนว่าเป็นไปได้ ความคิดรวบยอดประเภทนี้เป็นความคิดรวบยอดที่นำไปใช้ในการอธิบายวัตถุหรือปรากฏการณ์

ผลสัมฤทธิ์ทั้ง 3 ประเภทนี้วัดได้จากคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการสืบเสาะหาความรู้โดยผ่านการปฏิบัติการ และฝึกฝนอย่างมีระบบจนเกิดความคล่องแคล่วชำนาญในการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการวิเคราะห์จุดประสงค์และเนื้อหาของหลักสูตร เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ จากแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ ว.021 ประกอบด้วยทักษะดังนี้

5.1 ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งของนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

5.2 ทักษะการจำแนก หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ อาจจะใช้ความเหมือนหรือความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

5.3 ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุหรือการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น

5.4 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

5.5 การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

5.6 การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ ด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

5.7 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงสรุป

5.7.1 การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลงความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ เช่น ทักษะการสังเกต เป็นต้น

5.7.2 การลงสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

6. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนวิชาฟิสิกส์
2. เอกสารเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
5. เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
2. งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนวิชาฟิสิกส์

จุดประสงค์ของการสอนวิชาฟิสิกส์

หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) มีจุดประสงค์เช่นเดียวกับวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ ในระดับเดียวกัน ดังที่กระทรวงศึกษาธิการ (2532 : 53) กำหนดจุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไว้ 6 ประการ ดังนี้

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อให้นำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า

จุดประสงค์รวมของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังแสดงไว้ข้างต้น เมื่อนำมากำหนดเป็นจุดประสงค์เฉพาะของกลุ่มวิชาฟิสิกส์ ปรากฏเป็นจุดประสงค์ 9 ประการดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2534 : ค)

1. เพื่อให้เข้าใจในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หลักการ กฎ และทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์

2. เพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์จริงกับคำอธิบายทางทฤษฎี

3. เพื่อให้เข้าใจและยอมรับในขอบเขตของข้อมูลที่ได้ว่าขึ้นกับขีดความสามารถของเครื่องมือวัด

4. เพื่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. เพื่อให้สามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการนำหลักการทางฟิสิกส์ไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ ทั้งเชิงความคิดและเชิงการปฏิบัติ

6. เพื่อให้มีความสนใจใฝ่รู้ในเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์

7. เพื่อให้มีความใจกว้าง คิดและปฏิบัติอย่างมีเหตุผล

8. เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ ผลดีและผลเสียต่อสังคมในการนำความรู้ทางฟิสิกส์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ในด้านต่าง ๆ

9. เพื่อให้ตระหนักในอิทธิพลของสังคมที่มีต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ดังกล่าว จำเป็นต้องคำนึงถึงกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นสำคัญ กล่าวคือ ครูจะต้องพิจารณาว่ากิจกรรมนั้น ๆ มุ่งให้บรรลุตามจุดประสงค์ใดบ้าง โดยพยายามให้ครอบคลุมทุกจุดประสงค์เท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งขึ้นกับเนื้อหาแต่ละหัวข้อ

ลักษณะทั่วไปของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ 2524 (ปรับปรุง 2533)

หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ที่ปรับปรุงใหม่ พ.ศ. 2533 ประกอบด้วยการสอน 6 รายวิชา เป็นวิชาบังคับเลือก 1 รายวิชา คือ ว 421 และเป็นวิชาเลือกเสรี 5 รายวิชา คือ ว 021, ว 022, ว 023, ว 024 และ ว 025 แต่ละรายวิชามี 2 หน่วยการเรียน (4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน)

หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ดังกล่าว จัดไว้สำหรับนักเรียนที่ต้องการเรียนเน้นหนักไปทางวิทยาศาสตร์ จึงได้รวงรวมความรู้ แนวคิด และกระบวนการที่เป็นพื้นฐานอันสำคัญของวิชาฟิสิกส์ไว้ทั้งหมด โดยจัดแบ่งและเรียงลำดับเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับอายุในแต่ละขั้นและเป็นลำดับตามหลักเหตุและผล นักเรียนที่มุ่งศึกษาต่อทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไปจึงควรเรียนวิชาฟิสิกส์ทั้ง 6 รายวิชา

ลักษณะสำคัญของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ที่ปรับปรุงใหม่ยังคงเน้นการผสมผสานระหว่างเนื้อหา ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้และในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งในเชิงทฤษฎีและการปฏิบัติและมุ่งเน้นให้เห็นคุณค่าในด้านการนำไปใช้ในเทคโนโลยีใหม่ ๆ มากขึ้น

เนื้อหาความรู้และกระบวนการที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ตามหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 ในภาพรวมแล้วแตกต่างจากหลักสูตรเดิม พ.ศ. 2524 ไม่มากนัก กล่าวคือ มีการเพิ่มและลดเนื้อหาบางส่วน อย่างไรก็ตามถ้าพิจารณาในเชิงการนำเสนอเนื้อหาแล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากหลักสูตรเดิมค่อนข้างมาก เพราะมีการจัดแบ่งและเรียงลำดับเนื้อหาวิชาเปลี่ยนไปจากเดิมเพื่อให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

จากเอกสารเกี่ยวกับการสอนวิชาฟิสิกส์ในปัจจุบัน จะเห็นว่าการสอนวิชาฟิสิกส์ในปัจจุบันเน้นความสำคัญต่อตัวผู้เรียนที่จะมีบทบาทในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด โดยครูผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษา แนะนำในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ครูผู้สอนควรพิจารณาจัดกิจกรรมต่าง ๆ โดยมุ่งให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์โดยมีความครอบคลุมทุกจุดประสงค์เท่าที่จะเป็นไปได้ ทั้งนี้โดยเน้นเนื้อหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้และในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งในเชิงทฤษฎีและการปฏิบัติและมุ่งเน้นให้เห็นคุณค่าในด้านการนำไปใช้ในเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในปัจจุบัน

2. <u>เอกสารเกี่ยวกับความคิดรวบยอด</u>

<u>ความหมายของความคิดรวบยอด</u>

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความคิดรวบยอดไว้ต่าง ๆ กัน ดังต่อไปนี้

พรรณทิพย์ ม้ามณี (2520 : 8) ได้ให้ความหมายของความคิดรวบยอดไว้ว่า หมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้รับการเรียนการสอน ความเข้าใจของตนเอง รู้จักข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียนรู้มาสัมพันธ์กัน

ศิริรัตน์ กิจสิริไพศาล (2523 : 5) ได้ให้ความหมายของความคิดรวบยอดไว้ว่า หมายถึง การเกิดมโนภาพขึ้นในความคิดของบุคคล ซึ่งเกิดจากการรวบรวมความรู้ต่าง ๆ เป็นความคิดขั้นสุดท้ายเพื่อเป็นข้อสรุปหรือจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532 : 18) ได้ให้คำจำกัดความของความคิดรวบยอดไว้ว่า หมายถึง ภาพที่เกิดขึ้นในใจของบุคคลเกี่ยวกับกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติ คุณลักษณะร่วมกัน กลุ่มของสิ่งเร้านี้อาจจะเป็นชนิด ประเภท วัตถุ ธรรมชาติ เหตุการณ์ หรือบุคคลก็ได้

ไพเราะ ทิพยทัศน์ (2533 : 142) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความคิดรวบยอด คือ ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยนำความรู้และความเข้าใจนั้นมาสัมพันธ์กับประสบการณ์ของบุคคล

ลินด์สมิธ และเสตร้าส์ (Lindsmith and Strauss. 1957 : 65 - 68) อธิบายว่า ความคิดรวบยอดนั้นใกล้เคียงกับการจัดประเภท (Categories) มาก บางครั้งก็ใช้แทนกันได้ แต่ความคิดรวบยอดนั้นมีความหมายกว้างกว่าการจัดประเภท เพราะได้รวมกันจัดประเภทเข้าไว้ด้วย

กู๊ด (Good. 1959 : 124) ได้จำแนกความคิดรวบยอดไว้สามลักษณะ คือ

1. ความคิดหรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะร่วมที่สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้

2. สัญลักษณ์เชิงความคิดทั่วไป หรือเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์ กิจการหรือวัตถุ

3. ความรู้สึกนึกคิด ความเห็น ความคิด หรือภาพความคิด

แมคโดแนลด์ (McDonald. 1959 : 134 - 135) กล่าวว่า ความคิดรวบยอดคือ การจำแนกประเภท กลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน ซึ่งจะต้องนำประสบการณ์ที่เกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ มาแยกแยะและสรุปรวบยอด

เดอ เชคโค (De Cecco. 1968 : 388) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความคิดรวบยอดคือ กลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน สิ่งเร้านั้นอาจจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์หรือบุคคล ตามปรกติเรากำหนดความคิดรวบยอดด้วยชื่อ เช่น มนุษย์ หนังสือ สงคราม ฯลฯ

จากความหมายของ "ความคิดรวบยอด" ตามที่นักการศึกษาและนักจิตวิทยาของไทยและต่างประเทศให้ความหมายไว้อาจสรุปเป็นความหมายรวม ๆ เพียงความหมายเดียวได้ว่าความคิดรวบยอด หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่สรุปรวมเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยอาศัยประสบการณ์เดิม และคุณลักษณะร่วมของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น

<u>การสร้างความคิดรวบยอด</u>

บรูเนอร์ และคนอื่น ๆ (พวงเพ็ญ อินทรประวัติ. 2532 : 31 ; อ้างอิงมาจาก Bruner and others. 1956) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นกับบุคคลในทุก ๆ วัยในลักษณะที่คล้าย ๆ กัน ก่อนอื่นคนจะต้องสังเกตความคล้ายคลึงและความแตกต่างของสิ่งของต่าง ๆ และจะมีการจำแนกสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นตามลักษณะของความเหมือนหรือความต่างที่ตั้งขึ้นเป็นเกณฑ์แล้วก็บอกลักษณะให้เห็นเป็นภาพรวมของแต่ละกลุ่มซึ่งนั่นก็คือ ความคิดรวบยอดของสิ่งเหล่านี้นั่นเอง บรูเนอร์และคณะได้เสนอรูปแบบการสอนความคิดรวบยอด โดยใช้ตัวอย่างเป็นสื่อ ได้แก่ รูปภาพ ถ้อยคำ เรื่องเล่า ตาราง แผนภูมิความคิดรวบยอด

รัสเซล (Russel. 1956 : 249) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างความคิดรวบยอดว่า เป็นผลมาจากการรับรู้ ความจำ และจินตนาการ รวมทั้งสิ่งแวดล้อมภายนอกและภายในอินทรีย์ ได้แก่ องค์ประกอบทางอารมณ์ ความตึงเครียด ความต้องการหรือปัญหาที่ต้องแก้ไข การที่จะสร้างความคิดรวบยอดได้นั้นจะต้องผ่านกระบวนการ 3 ขั้น คือ (1) การแยกแยะ (2) การย่นย่อ (3) การสรุปครอบคลุม กระบวนการทั้ง 3 นี้จะต้องเกิดขึ้นอย่างประสมประสานกันและเกิดขึ้นในระหว่างที่มีการรับสัมผัส (Sensory Impression)

การทำงานของกล้ามเนื้อ การใช้กล้ามเนื้อ การตั้งคำถาม การอ่าน และการแก้ปัญหา ซึ่งทั้งหมดนี้จะรวมกันเข้าเป็นโครงสร้างของความคิดรวบยอด

โพเดล (Podell. 1958 : 1 - 20) ได้แบ่งกระบวนการในการสร้างความคิดรวบยอดออกเป็น 2 กระบวน คือ

1. การมองเห็นลักษณะร่วม (Composite Photograph) คือการที่ผู้เรียนสามารถมองเห็น หรือเข้าใจลักษณะร่วมของวัตถุหรือสภาพการณ์กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยผู้เรียนมิได้ทำกิจกรรมเพื่อค้นหาความคิดรวบยอดมากนัก เช่น เด็กคนหนึ่งเห็นสุนัขบ่อย ๆ ทั้งที่สุนัขเหล่านั้นเป็นชนิดที่แตกต่างกัน เด็กก็จะสามารถมองเห็นลักษณะร่วมของสุนัขได้ ครั้งต่อไปถ้าเขาเห็นสัตว์เช่นนี้อีก เขาก็ทราบว่ามันเป็นสัตว์ประเภทเดียวกัน

2. การกระทำกิจกรรมเพื่อค้นหาความคิดรวบยอด (Active Search) คือการที่ผู้เรียนต้องทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อค้นหาความคิดรวบยอด โดยผู้เรียนคาดการณ์ไว้ล่วงหน้าว่าลักษณะร่วมของสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นคืออะไร แล้วจึงค่อยทำกิจกรรมเพื่อเป็นการทดสอบ การสร้างความคิดรวบยอดแบบนี้ผู้เรียนไม่ได้อยู่เฉย ๆ แต่ต้องการกระทำกิจกรรมอยู่เสมอ

ไลเวล (Lovell. 1966 : 12 - 13) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับเรื่องนี้ไว้ว่า กระบวนการของการย่นย่อ (Abstraction) เป็นจุดสำคัญของการสร้างความคิดรวบยอด ซึ่งได้แก่ การรวมลักษณะเด่นของวัตถุหรือเหตุการ์ในสิ่งแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์กัน เด็กจะสร้างควมคิดรวบยอดได้ก็ต่อเมื่อเขาสามารถที่จะแยกแยะ (Discriminate) คุณสมบัติของวัตถุหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น จากนั้นสามารถสรุปครอบคลุม (Generalize) ออกไปในลักษณะที่ร่วมกันอยู่ของสิ่งที่เขาค้นพบได้

จากแนวความคิดดังที่ได้กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่าการสร้างความคิดรวบยอดเป็นกระบวนการคิดภายในสมอง เกิดขึ้นภายหลังจากการสังเกตความคล้ายคลึงและความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ และจะมีการจำแนกสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้น ตามลักษณะของความเหมือนหรือความต่างที่ตั้งขึ้นเป็นเกณฑ์ และบอกลักษณะให้เห็นเป็นภาพรวมของแต่ละกลุ่ม แต่ละพวกหรือสรุปครอบคลุมได้

ความหมายของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525 : 247) ได้อธิบายไว้ว่าความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งช่วยให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างไปตามประสบการณ์ของบุคคล

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 28) กล่าวว่า ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม มีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกันไปอย่างลึกซึ้งตลอดเวลา ความคิดรวบยอดหนึ่ง ๆ อาจจะเกิดจากการนำเอาความคิดรวบยอดหลาย ๆ ความคิดรวบยอดมาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและความรู้ในระดับสูงได้แจ่มแจ้ง

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2526 : 3) กล่าวว่า ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดหลักของคนเราที่มีต่อวัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ กล่าวคือ เมื่อเราดำเนินการแสวงหาความรู้เกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ จะก่อให้เกิดการรับรู้ สามารถแยกแยะความเหมือน ความแตกต่าง สรุปรวมลักษณะที่สำคัญ ๆ มองเห็นมองความสัมพันธ์ของสิ่งนั้น ๆ สร้างเป็นความคิดหลักในรูปที่แสดงถึงควาามเข้าใจ ทำให้สามารถนำไปใช้ในการบรรยาย อธิบาย หรือพยากรณ์วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531 : 4) ได้ให้ความหมายของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งเหล่านี้ โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างไปตามประสบการณ์ของบุคคล

ไรเมย์ (Romey. 1968 : 122) ให้ความหมายของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นการสรุปอย่างกว้าง ๆ เกี่ยวกับลักษณะบางอย่างทางกายภาพและชีวภาพ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของข้อเท็จจริง และประสบการณ์

ซันด์ และไทรบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1973 : 17) ให้ความหมายของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการสร้างมโนภาพจากสิ่งที่ได้กระทำหรือรับรู้และสรุปร่วมออกมา

จากความหมายของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์พอสรุปได้ว่า ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ โดยสรุปเกี่ยวกับข้อเท็จจริงและหลักการหรือข้อสรุป ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล เกี่ยวกับวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

<u>ประเภทของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์</u>

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525 : 247 - 248) ได้แบ่งความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท ความคิดรวบยอดประเภทนี้เป็นการกำหนดสมบัติร่วมของสิ่งต่าง ๆ ไว้เป็นพวก ๆ เพื่อใช้ในการบรรยายถึงสิ่งนั้น ๆ ให้เข้าใจตรงกัน เช่น น้ำทะเลเป็นน้ำกระด้าง สสารคือ สิ่งที่มีมวลและต้องการที่อยู่

2. ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ ความคิดรวบยอดประเภทนี้เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดย่อยที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งช่วยให้สามารถพยากรณ์ หรือคาดคะเนล่วงหน้าในเหตุการณ์นั้น เช่น แรงคือ อำนาจที่ผลักหรือดึงวัตถุให้เกิดการเคลื่อนที่ สสารอาจเปลี่ยนสถานะได้โดยการเพิ่มหรือลดพลังงาน

3. ความคิดรวบยอดทางทฤษฎี ความคิดรวบยอดประเภทนี้เป็นการกำหนดสิ่งที่มองไม่เห็น แต่รู้ว่ามีสิ่งนั้นอยู่จริง เพราะมีหลักฐานสนับสนุนว่าเป็นจริง ความคิดรวบยอดประเภทนี้นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นโดยอาศัยจินตนาการ หรือนึกวาดภาพขึ้นในสมอง เพื่อกำหนดลักษณะของสิ่งนั้นขึ้น เช่น แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อะตอมคืออนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุซึ่งประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอิเลคตรอน

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ได้แบ่งประเภทของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ประเภท ดังต่อไปนี้ (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2526 : 52 ; อ้างอิงมาจาก ทบวงมหาวิทยาลัย. 2524 : 6 - 7)

1. ความคิดรวบยอดที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่จะนำมาสรุป เช่น สสาร คือสิ่งที่มีมวลและต้องการที่อยู่

2. ความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นจากการสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงของสิ่งทั้งหลาย เช่น กระแสไฟฟ้าขึ้นกับความต้านทานในวงจร อุณหภูมิมีผลต่อการเกิดปฏิกริยาเคมี

3. ความคิดรวบยอดที่เกิดจากการนำเอาข้อมูลหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ มาสรุปเข้าด้วยกัน เป็นกระบวนการต่อเนื่องตั้งแต่ความรู้เบื้องต้นไปจนกระทั่งถึงความรู้ระดับสูง ในการที่จะเข้าใจความคิดรวบยอดเหล่านี้ได้จะต้องมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นแล้ว เช่น สัตว์ที่มีการปรับตัวที่ดีที่สุดเท่านั้นที่จะสามารถดำรงพันธุ์ต่อไปได้

เพลล่า ได้แบ่งประเภทของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ (Romey. 1968 : 115 - 117 ; citing Pella. 1966 : 31 - 34)

1. ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการจำแนก (Classificational Concept) เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการจำแนกแยกแยะหรือจัดประเภทข้อเท็จจริง เช่น แมลงเป็นสัตว์ที่มี 6 ขา ลำตัวเป็น 3 ท่อน

2. ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกัน เช่น แรงเป็นอำนาจที่ผลักหรือดึงวัตถุให้เคลื่อนที่

3. ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับทฤษฎี (Theoretical Concept) เป็นลความคิดรวบยอดเกี่ยวกับทางทฤษฎี ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้คิดขึ้น หรือกำหนดให้มีขึ้น (Created Idea) เพื่อใช้เป็นเหตุผลอ้างอิงในการอธิบายเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ เช่น อะตอมคือ อนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุ ประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอิเล็คตรอน

จากเอกสารเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวพอสรุปแบ่งประเภทเป็น 3 ประเภทคือ ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการจำแนก ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ และความคิดรวบยอดเกี่ยวกับทฤษฎี ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การแบ่งประเภทความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของเพลล่า

<u>ความสำคัญของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์</u>

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2526 : 59 - 60) กล่าวว่า ความคิดรวบยอดมีความสำคัญต่อการเรียนการสอน และการดำรงชีพของมนุษย์มาก ในชีวิตประจำวันของทุกคนจะต้องพบกับปัญหาที่ต้องเกิด ความต้องการตามวิถีทางของการดำรงชีวิต การแก้ปัญหา การตัดสินใจ หรือการแสวงหาความรู้ใด ๆ ล้วนแต่ต้องอาศัยความคิดรวบยอดเป็นรากฐาน

แทบทั้งสิ้น เพราะความคิดรวบยอดเป็นแก่นของความรู้หรือที่เรียกว่า "ความคิดหลัก" เมื่อสะสมเพิ่มพูนขึ้นเรื่อย ๆ จากประสบการณ์ต่าง ๆ ก็จะช่วยให้มีความคิดแตกฉานยิ่งขึ้น อาจกล่าวได้ว่าผู้ที่มีประสบการณ์มามากย่อมแก้ปัญหาได้ดีกว่า หรือมีประสิทธิภาพเหนือกว่าผู้ที่มีประสบการณ์น้อย ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้นักเรียนได้เรียนรู้ความคิดรวบยอด เพราะนอกจากจะเป็นพื้นฐานของความคิดวินิจฉัยต่าง ๆ แล้ว ความรู้และเทคโนโลยีในปัจจุบันได้ก้าวหน้าไปอย่างไม่หยุดยั้ง หลักสูตรการเรียนการกรสอนไม่สามารถจะบรรจุทุกเรื่องของวิทยาการความรู้นั้น ๆ ไว้ได้หมด การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องมุ่งไปที่ความคิดรวบยอด เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวางรวดเร็วถึงแก่นของความรู้

วารินทร์ รัศมีพรหม (2532 : 81) กล่าวว่า ความคิดรวบยอดเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนรู้เรื่องราวต่าง ๆ ในโลกของเรา เพราะถ้าปราศจากการจับกลุ่มของเหตุการณ์หรือความคิดต่าง ๆ แล้ว เราจะต้องเรียนู้แต่ละเหตุการณ์ หรือแต่ละความคิดซึ่งจะมีมากมายเหลือเกิน เกินความสามารถในการจำของมนุษย์ได้

ไพเราะ ทิพยทัศน์ (2533 : 148 - 149) กล่าวถึงความสำคัญของความคิดรวบยอดว่า ความคิดรวบยอดมีประโยชน์ต่อความเข้าใจ และการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้มาก และเป็นพื้นฐานที่จำเป็นต่อการพัฒนาเนื้อหาของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพราะจะแทรกอยู่ในเนื้อแห่งความเป็นวิทยาศาสตร์

ดีส (Deese. 1959 : 415) กล่าวว่า ความคิดรวบยอดเป็นรากฐานสำคัญของการเรียน มนุษย์จะคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด ย่อมขึ้นกับความคิดรวบยอดเป็นสำคัญ

ออซูเบล (Ausubel. 1968 : 505) ได้กล่าวไว้ว่า ในชีวิตประจำวันของทุกคนจะต้องพบกับปัญหาที่ต้องคิดอย่างหนัก และไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้คนอยู่ในโลกของความคิดรวบยอดมากกว่าวัตถุ เหตุการณ์ สถานการณ์ เพราะว่าพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นด้านการคิด การสื่อความหมายระหว่างกัน การแก้ปัญหา การตัดสินใจ ล้วแต่ต้องผ่านเครื่องกรองที่เป็นความคิดรวบยอดก่อนทั้งสิ้น

ฮัดกินส์ (Hudging. 1977 : 109) กล่าวถึงประโยชน์ของความคิดรวบยอดไว้ว่า ความคิดรวบยอดเป็นความคิดที่สร้างขึ้นเพื่อจัดระบบประสบการณ์และความรู้ลดความซับซ้อนของสิ่งต่าง ๆ ในโลก

จากเอกสารเกี่ยวกับความสำคัญของความคิดรวบยอดที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่า ความคิดรวบยอดเป็นความคิดพื้นฐานที่สำคัญในการคิด และควรที่จะปลูกฝังและสอนให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดเป็นอันดับแรก เพราะบุคคลที่มีความคิดรวบยอดถูกต้องย่อมสามารถคิดเข้าใจและเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ง่ายและจะทำให้ผลการเรียนรู้สูงขึ้น

<u>การสอนความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์</u>

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 31 - 31) ได้เสนอหลักการในการสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอดแก่นักเรียน ไว้ดังนี้

1. การใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับบทเรียนและวุฒิภาวะของนักเรียน

2. ควรจะต้องจัดประสบการณ์ตรงให้นักเรียนได้สัมผัสของจริงมากที่สุด เท่าที่โอกาสจะอำนวย แต่อย่างไรก็ตามการนำประสบการณ์รอง เช่น รูปภาพ หุ่นจำลอง หรือภาพยนตร์ ฯลฯ มาใช้ในการสอนก็สามารถทำให้นักเรียนเกิดความสัมพันธ์ทางความคิดด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดขึ้นมาด้วยตนเองได้

3. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนส่งเสริมให้รู้จักคิดหาเหตุผล รู้จักสังเกต และรู้จักจำแนกลักษณะเฉพาะของสิ่งต่าง ๆ ออกมาให้เห็นอย่างเด่นชัด และเหล่านี้จะทำให้เขามีความรู้ ความเข้าใจเบื้องต้น อันจะนำไปสู่การสร้างความคิดรวบยอดต่อไป

4. ควรเลือกใช้วิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนและนักเรียน

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2526 : 62) กล่าวว่า การสอนความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ก็คือการจัดกิจกรรมของผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนที่เป็นตัวความรู้ประเภทความคิดรวบยอด และส่วนที่เป็นกระบวนการวิทยาศาสตร์นับว่าเป็นการเสริมสร้างนิสัยในการแสวงหาความรู้ และฝึกฝนให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น นั่นเอง และได้เสนอแนะแนวทางในการสอนความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ครูสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในลักษณะที่น่าสงสัย ท้าทาย ยั่วยุให้นักเรียนแสวงหาความรู้

2. ครูสร้างคำถาม เพื่อนำทางนักเรียนไปสู่การแก้ปัญหา เช่น การแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ คำถามประเภทให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ คาดคะเนคำตอบตามแนวทางของสมมติฐาน แล้วดำเนินการทดสอบหรือพิสูจน์ สมมติฐานและสรุปผล

3. ครูพยายามให้นักเรียนสรุป เป็นความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของตนเองโดยอยู่ภายใต้การดูแลของครู

4. ครูควรจัดสถานการณ์ให้นักเรียนฝึกนำความคิดรวบยอดที่ได้เรียนรู้นั้นไปแก้ปัญหาใหม่

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532 : 19 - 20) ได้ให้แนวความคิดเกี่ยวกับการสอนความคิดรวบยอดไว้ว่า วิธีการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดจะเน้นกระบวนการ (Process) วิธีการสืบเสาะหาความรู้มากกว่าการมุ่งเน้นที่เนื้อหาสาระ (Contents) สำหรับตัวผู้สอนซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะจัดกระบวนการเรียนการสอนความคิดรวบยอดได้อย่างมีประสิทธิภาพควรคำนึงถึงองค์ประกอบ 4 ประการ คือ

1. ก่อนจะสอนผู้สอนจะต้องศึกษาเพื่อให้เข้าใจธรรมชาติของวิชาและโครงสร้างของวิชานั้น ๆ ให้กับผู้เรียน เพื่อให้เข้าใจง่ายเกี่ยวกับสาระที่นำไปสู่ความคิดรวบยอดที่แท้จริง ผู้เรียนจะได้เข้าใจถึงแก่นแท้ของวิชาได้ง่าย ไม่เสียเวลาการเรียนและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน

2. ผู้สอนจะต้องรู้จัก และเข้าใจผู้เรียนอย่างดีเกี่ยวกับธรรมชาติของผู้เรียนในด้านการเจริญเติบโต ความพร้อม ความสนใจ ความต้องการ รวมทั้งประสบการณ์เดิมของผู้เรียนและผู้สอน จะต้องจัดบรรยากาศทางจิตวิทยาที่เอื้ออำนวยต่อสภาพการเรียนการสอนที่เหมาะกับวุฒิภาวะของผู้เรียนด้วย

3. การจัดประสบการณ์การเรียนพยายามส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้เหตุผลและกล้าแสดงในสิ่งที่เขาคิด การแก้ปัญหา การส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ รวมทั้งการกระตุ้นเร้าผู้เรียน เกิดการคิดภายในใจหรือการฉุกคิด (Intuitive Thinking) ปัจจัยเหล่านี้จะช่วยเสริมกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การหาเหตุผล การสร้างสมมติฐาน การเก็บข้อมูล และการพิสูจน์ว่าเป็นจริงหรือไม่

4. ผู้สอนจะต้องสามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความศรัทธา ความชอบที่จะเรียนรู้ ส่วนการสร้างแรงจูงใจภายนอกนั้นจะออกแบบกิจกรรมอย่างไรจึงจะทำให้ผู้เรียนสนุกและสนใจกับการเรียน อนึ่งการสร้างแรงจูงใจภายในสำหรับผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญยิ่งเพราะจะมีอิทธิพลและส่งผลต่อการเรียนรู้เป็นอย่างมาก

จากเอกสารดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การสอนที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเกิดความคิดรวบยอดนั้น ผู้สอนควรจะต้องให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการคิด ตลอดจนให้ผู้เรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง ซึ่งการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากนั้นควรใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงใช้แบบฝึกสร้างความคิดรวบยอด ที่มีรูปภาพรวมทั้งมีสัญลักษณ์และข้อความประกอบเป็นสถานการณ์มากระตุ้นผู้เรียนได้ใช้ความคิดแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน ตลอดจนฝึกให้ผู้เรียนเขียนแผนภูมิความคิดรวบยอดด้วยตนเอง ซึ่งกระบวนการเรียนการสอนดังกล่าว น่าจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์สูงขึ้น

3. <u>เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</u>

สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งอเมริกา (The Amarican Association for the Advancement of Science) (สมจิต สวธนไพบูลย์. ม.ป.ป. : 63 - 73 ; อ้างอิงมาจาก AAAS. 1970 : 33 - 176) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 13 กระบวนการด้วยกัน โดยแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้คือ

1. ทักษะเบื้องต้น (Basic Process Skill) จัดไว้ 8 ทักษะ
2. ทักษะเชิงซ้อน (Integrated Process Skill) จัดไว้ 5 ทักษะ

<u>ทักษะเบื้องต้น</u>

1. การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสซึ่งได้แก่ จมูก ตา ลิ้น และผิวกาย เพื่อเก็บและรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะและรายละเอียดของสิ่งของหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งทั้งที่เป็นเชิงปริมาณและคุณภาพ

2. การวัด (Measuring) หมายถึง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งข้อมูลรวมทั้งการกะประมาณค่าที่ควรจะวัดได้

192043

3. การใช้จำนวนเลข (Using Number) หมายถึง การนำตัวเลขมากำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง พื้นที่ปริมาตร หรือจำนวนของต่าง ๆ รวมทั้งการคำนวณเบื้องต้น เช่น การหาค่าเฉลี่ยหรืออัตราส่วน

4. การจัดจำพวก (Classifying) หมายถึง การจำแนกสิ่งของหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาจากคุณสมบัติที่เหมือนกัน สัมพันธ์กัน หรือต่างกันของสิ่งของหรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจมีวิธีแบ่งได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้

5. การสื่อความหมาย (Communicating) หมายถึง การพูด หรือการแสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ สมการ กราฟ หรือตัวอักษร เป็นต้น เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจหรือรับทราบความคิด ความรู้สึกต่าง ๆ ได้ตามต้องการ

6. การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติกับเวลา (Using Space - time Relationship) หมายถึง การนำเอาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา หรือมิติกับมิติ หรือเวลากับเวลามาอธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ในที่นี้มิติหมายถึงคุณสมบัติเกี่ยวกับความกว้าง ความยาว ความหนา รูปร่าง สมมาตร หรือตำแหน่งที่อยู่ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ เช่น การหารูปร่างของวัตถุ โดยสังเกตจากเงาของวัตถุ เมื่อให้แสงตกกระทบวัตถุในมุมต่าง ๆ กัน

ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเวลา เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างจังหวะการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา กับจังหวะการเต้นของชีพจร

ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา เช่น การหาตำแหน่งของวัตถุที่เคลื่อนที่เมื่อเวลาเปลี่ยนไป

7. การสรุปอ้างอิง (Infering) หมายถึง การอธิบายปรากฏการณ์หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลที่สังเกตได้ประกอบกับประสบการณ์เดิม

8. การทำนาย (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต น่าจะเป็นอย่างไร โดยอาศัยหลักฐานส่วนใหญ่ที่ได้จากการสังเกต หรือการวัดประกอบกับการสรุปอ้างอิง

ทักษะเชิงซ้อน

1. การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การให้ความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ในรูปที่สังเกต วัด หรือนำมาปฏิบัติการได้และบอกด้วยว่าในสถานการณ์หนึ่ง ๆ จะมีวิธีสังเกต หรือวิธีวัดสิ่งนั้นได้อย่างไร

2. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying, Controlling and Manipulating Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การแยกตัวแปรต่าง ๆ ออกเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรอื่น ๆ ที่ต้องควบคุม

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การพยายามทำให้สรุปได้ว่าผลการทดลอง (ตัวแปรตาม) เป็นผลจากตัวแปรต้น โดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

3. การสร้างสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคาดการณ์ว่าตัวแปรต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการลงสรุปของคำอธิบายโดยอาศัยการสังเกตหรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

4. การประมวลผลและการตีความหมายข้อมูล (Data Processing and Interpreting)

การประมวลผลข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลให้อยู่ในรูปของตาราง ข้อความหรือข้อความกึ่งตาราง หรือกราฟ และการคำนวณค่าสถิติพื้นฐานจากข้อมูล

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลที่ประมวลผลมาแล้ว หรือการให้ความหมายของข้อมูลเชิงปริมาณเป็นเชิงคุณภาพ

5. การออกแบบการทดลอง (Designing and Investigation) หมายถึง การกำหนดโครงการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐาน โดยคำนึงถึง

นิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ

เครื่องมือและวิธีการที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526 : 1 - 5) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่ามี 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. <u>การสังเกต</u> (Obsevation)

หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. <u>การวัด</u> (Measurement)

หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. <u>การจำแนกประเภท</u> (Classification)

หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความหมายที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งบวกได้

4. <u>การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา</u> (Space/Space Relationship and Space/time Relationship)

หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทางเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ระบุรูป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา

เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้น

บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้

4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

5. <u>การคำนวณ</u> (Using Number)

หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.1.4 ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. <u>การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</u> (Organizing Data and Communication)

หมายถึง การนำข้อมลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว เช่น

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกระทัดรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. <u>การลงความคิดเห็นจากข้อมูล</u> (Inferring)

หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. <u>การพยากรณ์</u> (Prediction)

หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะาแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น

ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. <u>การตั้งสมมติฐาน</u> (Formulating Hypothesis)

หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐาน หรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิม

10. <u>การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ</u> (Defining Operationally)

หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

11. <u>การกำหนดและควบคุมตัวแปร</u> (Identifying and Controlling Variables)

หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

12. <u>การทดลอง</u> (Experimenting)

หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.3.1 การออกแบบการทดลอง โดย

12.3.1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

12.3.1.2 ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลองได้

12.3.2 ปฏิบัติการทดลอง และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

12.3.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. <u>การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</u> (Interpretting Data and Conclusion)

หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อที่มีอยู่ได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะที่กล่าวมาแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่ 1 ถึง 8 และทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะที่ 9 ถึง 13

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skill) เป็นสิ่งสำคัญที่ควรจะต้องปลูกฝัง และพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ทั้งนี้เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบร่วมที่สำคัญในการค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

4. <u>เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้</u>

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการสอนที่เน้นความสำคัญที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ วิธีการสอนแบบนี้เป็นการให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง โดยให้นักเรียนค้นคว้าใช้ความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองให้เป็นคนช่างสังเกต ช่างสงสัยและพยายามหาข้อสรุปจนในที่สุดจะเกิดความคิดรวบยอด ในเรื่องที่ศึกษานั้น การสอนแบบสืบเสาะนี้ ครูผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการเรียนการสอน ซึ่งวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สมจิต สวธนไพบูลย์ (ม.ป.ป. : 110 - 111) ได้เสนอรูปแบบการสอนไว้ดังนี้

พบ	ใช้	ได้
ปรากฏการณ์	ทักษะกระบวนการ	ความรู้
ของธรรมชาติ	วิทยาศาสตร์ ทำการ	วิทยาศาสตร์
	สืบเสาะหาความรู้	

เกิดปัญหา	การสังเกต	ข้อเท็จจริง
ตั้งคำถาม	การวัด	ความคิดรวบยอด
อะไร...?	การคำนวณ	หลักการ
อย่างไร...?	การจำแนกประเภท	กฎ
ทำไม...?	การหาความสัมพันธ์	ทฤษฎี
	ระหว่างสเปสกับ	
	สเปสและสเปสกับเวลา	
	การตั้งสมมติฐาน	
	การลงความคิดเห็น	
	การพยากรณ์	
	การทดลอง	
	การควบคุมตัวแปร	
	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	
	การตีความหมายและลงข้อสรุปข้อมูล	

จากรูปแบบข้างบนนี้จะเห็นได้ว่า การสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเองในการสืบเสาะหาความรู้ นอกจากจะทำให้เกิดการเรียนรู้แล้ว ยังเป็นการเรียนที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

<u>ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้</u>

อนันต์ จันทร์กวี (2523 : 6) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหา

ได้ด้วยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ไขศรี อาภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ (2525 : 5 - 7) ได้ให้ความเห็นว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นการสอนที่ทำให้การเรียนการสอนสัมฤทธิ์ผล โดยผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดและได้รับการปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ซันด์ (Sund. 1973 : 37) ได้กล่าวไว้ว่า การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiring) เป็นการค้นหาความรู้โดยเน้นที่วิธีการให้ได้มาซึ่งความรู้มากกว่าตัวของความรู้ซึ่งเป็นผลผลิตของการศึกษาค้นคว้า ดังนั้น การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็จะเป็นการยั่วยุให้นักเรียนได้วางแผน กำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้เอาเอง ในที่สุดนักเรียนก็จะได้ค้นพบความรู้ที่เป็นคำตอบ ซึ่งจะตรงกับเจตนารมย์ที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะได้ตัวความรู้วิทยาศาสตร์ก็ต้องใช้กระบวนการทางความคิดหลายอย่าง

<u>ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้</u>

วีระยุทธ วิเชียรไชติ (2521 : 21 - 22) ได้แบ่งขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นการให้สังกัปแนวหน้า (สน.) คือ ขั้นที่ครูปูพื้นฐานความพร้อมให้ผู้เรียนทั้งในด้านความรู้ และการสร้างแรงจูงใจ ให้นักเรียนเกิดความกระหายใคร่จะแสวงหาความจริง

2. ขั้นสังเกต (ส.) คือ ขั้นที่ครูสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนได้สังเกต ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือเป็นการแสดงละครปริศนา ในขั้นนี้ครูส่งเสริมให้นักเรียนฝึกการวิเคราะห์

3. ขั้นอธิบาย (อ.) คือ ขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนหาคำอธิบาย หรือหาสาเหตุของปัญหาข้องจิตในรูปของการใช้เหตุผล ในขั้นนี้นักเรียนมีโอกาสฝึกการตั้งทฤษฎี ฝึกการคิดแบบมีเหตุผล และฝึกการวิเคราะห์ระบบจากผลไปหาเหตุ หรือจากปัญหาไปหาสาเหตุ

4. ขั้นทำนายและทดสอบ (ท.) คือ ขั้นที่ครูจะช่วยให้นักเรียนรู้จักหาวิธีที่จะพิสูจน์คำอธิบายหรือทฤษฎีที่นักเรียนได้ช่วยกันสร้างขึ้น โดยการฝึกให้รู้จักการทำนายผลเมื่อเรา

แปรค่า สาเหตุและฝึกให้รู้จักการแก้ปัญหาด้วยการตั้งสมมติฐานเชิงทำนาย ตลอดจนการทดสอบสมมติฐานนั้น

5. ขั้นควบคุมและคิดสร้างสรรค์ (ค.) คือ ขั้นที่ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำเอาหลักการ กฎเกณฑ์และวิธีแก้ปัญหาที่ค้นพบไปใช้ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดการควบคุมและสร้างสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกของมนุษย์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 5 - 6) ได้กำหนดขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น คิด สงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางในการทดลอง รวมถึงการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ตอบปัญหา

2. การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนจะคอยควบคุม และให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้นสนับสนุนและเป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย นักเรียนจะเก็บรวบรวมข้อมูล

3. อภิปรายหลังการทดลอง (Post - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะต้องใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากการทดลองที่รวบรวมไว้มาสรุปเป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาด (Error) ของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ด้วยคำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนใช้ในตอนนี้ นอกจากจะช่วยให้นักเรียนสรุปผลการทดลองแล้ว ยังช่วยให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น มีแนวคิดอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนของ สสวท. มุ่งให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองจะมีกิจกรรมที่สำคัญคือ การอภิปรายและการทดลอง การอภิปรายจะเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะฝึก และปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดเห็น มีเหตุผล ส่วนการทดลองเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นการฝึกฝนหรือทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ต่อไป เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถเขียนแผนภูมิแสดงได้ดังนี้

สถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้น

อภิปรายโดยใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ทำการทดลอง

อภิปรายโดยใช้คำถามจากข้อมูลที่ได้

การทดลอง

สรุปผลของการทดลอง

นำความรู้ไปใช้กับเรื่องที่จะเรียนต่อไป

หรือพบเห็นในชีวิตประจำวัน

ภาพประกอบ 1 แสดงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามที่แสดงในแผนภูมิ แบ่งออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์ หรือปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในลักษณะที่เป็นปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหาควรเป็นสถานการณ์หรือปัญหาที่อยู่ใกล้ตัว ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน สามารถโยงเข้าสู่การทดลองได้

2. ใช้คำถามในการอภิปราย เพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหาข้างต้น การใช้คำถามต้องอาศัยสถานการณ์ หรือปัญหาเป็นหลัก เป็นชุดคำถามที่ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน สามารถนำผู้เรียนสู่การคาดคะเนคำตอบ และเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลอง

3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลอง และความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ เป็นคำถามที่นำไปสู่การอภิปรายก่อนการทดลองในประเด็นต่าง ๆ คือการออกแบบการทดลอง ตลอดจนความปลอดภัยในการทดลอง

4. ดำเนินการทดลองและบันทึกการทดลอง ในขั้นนี้นักเรียนจะทำการทดลองด้วยตนเอง บันทึกผลการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน โดยผู้สอนมีบทบาทให้คำแนะนำช่วยเหลือนักเรียนแต่ละกลุ่ม

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามต้องใช้ข้อมูลจากการทดลอง เพื่อตอบปัญหาหรือแก้ปัญหาข้างต้น และเป็นคำถามที่ถามนักเรียนเพื่อฝึกให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน หรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

สำหรับในขั้นการทดลองนั้น จะเห็นว่าเป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ในการที่จะนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ก็ตาม ในบางครั้งครูก็อาจดำเนินการสอนไปตามขบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยไม่มีการทดลองก็ได้ โดยหากิจกรรมที่จะทดแทน เช่น การซักถามการยกข้อมูลที่มีอยู่ก่อนมาอภิปรายสรุปผล หรือจำลองสถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลมาอภิปรายสรุปผล แล้วแต่ความเหมาะสม ดังนั้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะเกิดขึ้นโดยไม่มีการทดลองเลยก็ได้

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2526 : 105 - 110) ได้แบ่งขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นการสำรวจข้อมูล (Exploration Phase) เป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษา เพื่อจะนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอดต่อไป ข้อมูลอาจจะหามาได้จาก 3 แหล่ง แหล่งแรกได้จากการสังเกตวัตถุจริงหรือปรากฏการณ์โดยตรง แหล่งที่สองได้จากการทดลอง และแหล่งสุดท้ายได้จากการรวบรวมมาจากที่อื่นอาจเป็นเอกสารหรือบุคคล

2. ขั้นการสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่ (Invention) หลังจากที่นักเรียนได้ข้อมูลแล้วจะต้องมีการนำไปคำนวณหรือจัดกระทำข้อมูลเสียก่อน แล้วจึงจะตีความและลงข้อสรุป

3. ขั้นนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) ครูต้องเป็นผู้จัดสถานการณ์อย่างใหม่ เพื่อจะดูว่านักเรียนนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์นั้นได้จริงหรือไม่

ชุคแมน (Suchman. 1966 : 90 : 113) แบ่งขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ไว้ 3 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ ผู้สอนจัดสร้างสถานการณ์ที่จะให้ผู้เรียนเผชิญเพื่อเป็นการกระตุ้นการสืบเสาะ อาจเป็นคำพูด คำถาม กิจกรรมหรือเป็นการทดลองก็ได้

2. ขั้นคิดค้นสืบเสาะ ในขั้นนี้อาจใช้คำถาม คำตอบติดต่อกันไปหรือทำการทดลองใหม่ ศึกษาข้อมูลใหม่ หรือผสมผสานวิธีการต่าง ๆ เข้าด้วยกันก็ได้

3. ขั้นสรุปความคิดที่ค้นพบใหม่ เป็นการสรุปหรือขยายหรือสร้างแนวความคิดรวบยอดขึ้นใหม่ ซึ่งเป็นความรู้ที่พบขั้นสุดท้าย

โครงการทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ของออสเตรเลีย (ASEP) (Australian Science Education Project. 1974 : 81) ได้กำหนดขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์ที่เร้าให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้ (The Situation which Provides the Stimulus for Inquiry)

2. ค้นคว้าแก้ปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาความรู้ (The Problem to Which a Solution is Sought)

3. สรุปผลการสืบเสาะหาความรู้ (The Conclusion Reached as the Result of Investigation)

ในขั้นตอนทั้ง 3 จะต้องอาศัยการกำหนดและนิยามปัญหา (Formulation and Definition of the Problem) และการค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา (Search for a Salution) แทรกอยู่ระหว่างขั้นตอนทั้ง 3 ด้วย

จากเอกสารดังกล่าว พอสรุปขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ มีขั้นตอนการสอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอนคือ ขั้นสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา และขั้นสรุปผลจากการค้นคว้าแก้ปัญหาและนำความรู้ใหม่ไปใช้

<u>บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้</u>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2519 : 6 - 7) ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ควรมีการเตรียมล่วงหน้า ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ครูมีความมั่นใจต่อเนื้อหาของบทเรียนได้มากขึ้น ครูควรจะได้ทดลองก่อนจะเข้าไปสอนในชั้นเพื่อดูผลหรือปัญหาที่จะเกิดขึ้น

ว่าเป็นอย่างไร ควรสำรวจอุปกรณ์และสารเคมีที่จะใช้ว่ามีความพร้อมสำหรับนักเรียนหรือไม่ ตลอดจนการวางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะนำนักเรียนเข้าสู่ข้อสรุปโดยไม่ใช้เวลานานเกินไป

2. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลา ดังนั้นจึงควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิดทำการทดลอง และร่วมอภิปรายทุกคน โดยนำเอาเทคนิคและการสอนต่าง ๆ เช่น กากรนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถามตลอดจนการเสริมแรงมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจและมีชีวิตชีวา

3. ครูควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่าย พอเหมาะกับความสามารถของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถสูงให้ได้ใช้ความสามารถของตนอย่างเต็มที่ ในขณะเดียวกันก็ไม่ทำให้นักเรียนที่มีความสามารถเสียกำลังใจ

4. เมื่อนักเรียนถามอย่าบอกคำตอบทันที ควรให้คำแนะนำเพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบได้เอง ควรให้ความสนใจต่อคำถามของนักเรียนทุกคน แม้ว่าคำถามนั้นจะไม่เกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ ครูควรชี้แจงให้ทราบและเบนความสนใจของนักเรียนมาสู่เรื่องที่กำลังอภิปรายอยู่ สำหรับปัญหาที่นักเรียนถามนั้นควรจะได้หยิบยกมาอภิปรายในภายหลัง

5. เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนที่มีการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียนตลอดเวลา อาจจะมีบางโอกาสที่ครูไม่สามารถจะตอบปัญหาที่นักเรียนซักถามได้ ควรจะชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าครูไม่ใช่เป็นผู้รอบรู้ในปัญหาทุกอย่าง แต่ครูและนักเรียนควรจะได้ค้นหาคำตอบร่วมกัน

6. อย่าให้นักเรียนสรุปแนวคิด หรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไปเมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอและแน่นอนที่จะเชื่อถือได้ ครูควรแนะนำที่จะให้นักเรียนได้ทดลองซ้ำอีกจนได้ผลการทดลองที่มีความมั่นใจได้เพียงพอจึงสรุป

7. ครูควรนำเอาการสอนแบบอื่น ๆ เช่น การสาธิต หรือการใช้คำอธิบายมาใช้เพิ่มเติมเมื่อมีความจำเป็นหรือในโอกาสที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะช่วยเสริมการเรียนการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

วีระยุทธ วิเชียรโชติ (2521 : 33 - 34) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูมีบทบาทในการเรียนการสอนดังนี้

1. เป็นผู้กระตุ้นให้เด็กคิด (Catalyst) โดยสร้างสถานการณ์ ชักชวนให้เด็กตั้งคำถาม สอบสวนตามลำดับขั้นของคำถามแบบสืบสวนสอบสวน

2. เป็นผู้ให้การหนุนกำลัง (Reinforcer) เมื่อเด็กถามมาก็จะให้แรงหนุนยอมรับในคำถามนั้น กล่าวชมและช่วยปรับปรุงภาษาในคำถามเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในคำถามให้กระจ่างดียิ่งขึ้น

3. เป็นผู้ทวนกลับ (Feed Back Action) ครูจะเป็นผู้ทบทวนคำถามอยู่บ่อย ๆ เพื่อพิจารณาดูว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไรบ้าง

4. เป็นผู้แนะนำและกำกับ (Guide and Director) ครูจะชี้ทางเพื่อให้เกิดความคิดตามแนวทางที่ถูกต้อง เป็นผู้กำกับควบคุมเมื่อเด็กออกนอกลู่นอกทาง

5. ครูเป็นผู้จัดระเบียบ (Organizer) ครูดำเนินการจัดชั้นเรียนให้เหมาะสมกับวิธีการเรียน สร้างบรรยากาศให้เหมาะสมโดยจัดเป็นกลุ่มหรือขั้นตามลักษณะของนักเรียน เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

6. ครูเป็นผู้สร้างแรงจูงใจ (Motivator) ครูช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียน

สุวัฒก์ นิยมค้า (2523 : 102) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูคือผู้แนะนำทาง คอยช่วยเหลือนักเรียนและสร้างสถานการณ์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้โดยมีบทบาทสำคัญ 3 ประการ ดังนี้คือ

1. ป้อนคำถามเด็กเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ครูจะต้องเป็นผู้จัดการป้อนคำถาม จะต้องป้อนคำถามเก่ง จะต้องรู้ว่าจะถามอะไร ถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความคิด ถามอย่างไรเด็กถึงจะเกิดความจำ และถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความเข้าใจ เวลาเด็กถามก็อย่าทำตนเป็นห้องสมุดเคลื่อนที่ บอกคำตอบเด็กไปทันที เพราะการทำเช่นนั้นจะไม่ทำให้เด็กรู้จักใช้ความคิด นาน ๆ ครั้ง ครูจึงควรตอบคำถามโดยตรงสักครั้งหนึ่ง พึงระลึกว่าหน้าที่ของครูแบบสืบเสาะหาความรู้ คือเป็นนักถาม - แต่ไม่ใช่นักตอบ

2. เมื่อได้ตัวปัญหาแล้วให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปรายวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง เมื่อตกลงกันได้แล้วก็ให้แต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการต่อไป และถ้านักเรียนยังแก้ปัญหาไม่ได้ ครูอาจเล่าตัวอย่างจริงที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบเรื่องนี้พอเป็นแนวทางก็ได้

3. ถ้าปัญหาใดยากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหาได้ ครูกับนักเรียนอาจร่วมกันหาทางแก้ปัญหาต่อไป โดยครูก็เป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่มนักค้นคว้านั้น

จากเอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยสรุป เน้นความสำคัญที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีผู้สอนเป็นผู้สนับสนุน ชี้แนะช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการเรียนการสอน ผู้เรียนต้องใช้ความสามารถในการเรียนรู้และความพยายามค้นหาข้อมูลด้วยตนเอง สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้กิจกรรมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนมากที่สุด โดยผู้วิจัยใช้แบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์มาประกอบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดดยสร้างเป็นสถานการณ์และร่วมอภิปรายกับนักเรียนในชั้นนำเข้าสู่บทเรียน และให้ผู้เรียนฝึกเขียนแผนภูมิความคิดรวบยอดเพื่อให้ผู้เรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และใช้ทักษะกระบวนการกทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้

5. <u>เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก</u>

<u>ความหมายของแบบฝึก</u>

แบบฝึกมีความจำเป็นต่อการเรียนการสอน เพราะจะช่วยให้นักเรียนได้แก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนด้วยการฝึกจากแบบฝึก สำหรับแบบฝึกนี้มีผู้กล่าวถึงความหมายไว้ดังนี้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน 2525 (2531 : 489) ให้ความหมายของแบบฝึกไว้ว่า "แบบฝึก หมายถึง แบบตัวอย่างปัญหาหรือคำสั่งที่ตั้งขึ้นเพื่อให้นักเรียนฝึกตอบ" ซึ่งสอดคล้องกับที่สารานุกรม เว็บสเตอร์ (Webster. 1979 : 640) ได้กล่าวถึงความหมายขจองแบบฝึกไว้ว่า "แบบฝึก หมายถึง โจทย์ ปัญหา หรือตัวอย่างที่ยกมาจากหนังสือ เพื่อนำมาใช้สอนหรือให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะต่าง ๆ ให้ดีขึ้นหลังจากที่เรียนบทเรียน"

<u>ความสำคัญของแบบฝึก</u>

แบบฝึกนั้นมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนมาก เพ็ตตี้ (นิตยา กิจไร. 2530 : 42 ; อ้างอิงมาจาก Petty. 1968 : 469 - 472) กล่าวไว้ดังนี้

1. เป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะ เป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครูได้ เพราะเป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบ

2. ช่วยเสริมทักษะการใช้ภาษา

3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล แบบฝึกที่เหมาะสมกับความสามารถของเขาจะช่วยให้เขาประสบความสำเร็จด้านจิตใจมากขึ้น

4. ใช้เป็นเครื่องมือในการวัดผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนแต่ละครั้ง

5. แบบฝึกจัดเป็นรูปเล่ม นักเรียนสามารถเก็บรักษาไว้ใช้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองได้ต่อไป

6. การได้ทำแบบฝึกช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียน จะได้ปรับปรุงแก้ไขได้ทันท่วงที

7. แบบฝึกที่จะขึ้นนอกเหนือจากที่อยู่ในหนังสือเรียน จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนเต็มที่

8. แบบฝึกที่จัดพิมพ์ไว้เรียบร้อยช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงานและเวลาในการที่ต้องเตรียมแบบฝึกอยู่เสมอ

9. ผู้เรียนมองเห็นความก้าวหน้าของตน

<u>หลักจิตวิทยาที่ใช้ในการสร้างแบบฝึก</u>

การสร้างแบบฝึกที่ดีผู้สร้างควรคำนึงถึงหลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้อง ซึ่งถือได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญ ในการสร้างแบบฝึกได้ยึดหลักตามทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาดังนี้

สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทรัมพรรย์ (2522 : 52 - 56) ได้กล่าวถึงแบบฝึกไว้ว่า

1. กฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) ซึ่งกล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมจะทำให้ผู้ฝึกมีความคล้องและสามารถทำได้ดี (Law of Use) ในทางตรงกันข้ามสิ่งใดก็ตามที่ไม่ได้รับการฝึก หรือทอดถอนไปนานแล้ว ย่อมจะทำให้ทำได้ไม่ดี (Law of Disuse)

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรคำนึงถึงว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ความถนัด ความสามารถ และความสนใจต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกหัดจึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสม คือไม่ง่ายและไม่ยากเกินไป และควรมีหลายรูปแบบ

3. การจูงใจผู้เรียน โดยการจัดแบบฝึกจากง่ายไปหายาก เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน ซึ่งจะให้เกิดผลสำเร็จในการฝึกและช่วยยั่วยุให้ติดตามต่อไป

4. ให้แบบฝึกสั้น ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

พรรณี ชูทัยเจนจิต (2528 : 86 - 93) ได้เสนอหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาที่ควรคำนึงถึงในการสร้างแบบฝึก คือ

1. ความใกล้ชิด (Contiquition) การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกัน จะสร้างความพอใจให้กับผู้เรียน

2. แบบฝึกหัด (Practice) คือการให้ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรมที่ซ้ำ ๆ เพื่อช่วยสร้างความแม่นยำชำนาญ

3. กฎแห่งผล (Law of Effect) คือการให้ผู้เรียนได้ทราบผลการทำงานของตนว่าเป็นอย่างไร และยังเป็นการสร้างความพอใจให้กับผู้เรียนอีกด้วย

4. การจูงใจ (Motivation) ได้แก่ การสร้างแบบฝึกจากง่ายไปหายากและจากแบบฝึกที่สั้นไปสู่ที่ยาวขึ้น ทั้งนี้เนื้อเรื่องที่จะนำมาสร้างแบบฝึกควรมีหลายรูปแบบตลอดจนมีภาพประกอบเรื่องเพื่อเร้าความสนใจของนักเรียนมากขึ้น

<u>ลักษณะของแบบฝึกที่ดี</u>

ริเวอร์ (River. 1968 : 97 - 105) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ต้องมีการฝึกนักเรียนมากพอควรในเรื่องหนึ่ง ๆ ก่อนที่จะมีการฝึกเรื่องอื่น ๆ ต่อไป ทั้งนี้ทำขึ้นเพื่อการสอนมิใช่ทำขึ้นเพื่อการทดสอบ

2. แต่ละบทฝึกควรใช้แบบประโยคเพียงแบบหนึ่งเท่านั้น

3. ฝึกโครงสร้างใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว

4. ประโยคและคำศัพท์ควรเป็นแบบที่ใช้พูดกันในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จักดีแล้ว

5. เป็นแบบฝึกที่นักเรียนใช้ความคิดด้วย

6. แบบฝึกควรมีหลาย ๆ แบบ เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย

7. ควรฝึกให้นักเรียนสามารถใช้สิ่งที่เรียนไปแล้ว ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ไพรัตน์ สุวรรณแสน (2517 : 189 - 190) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีดังนี้

1. เกี่ยวกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว

2. เหมาะสมกับระดับวัย และระดับความสามารถของเด็ก

3. มีคำชี้แจงสั้น ๆ ที่จะทำให้เด็กเข้าใจวิธีทำได้ง่าย คำชี้แจงหรือคำสั่งจะต้องกระทัดรัด

4. ใช้เวลาเหมาะสม คือ ไม่ให้เวลานานหรือเร็วเกินไป

5. เป็นที่น่าสนใจและท้าทายความสามารถ

ศศิธร สุทธิแพทย์ (2518 : 72) ได้ศึกษาพบว่า แบบฝึกที่นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำแบบฝึกจะต้องมีลักษณะ ดังนี้

1. ใช้หลักจิตวิทยา

2. สำนวนภาษาง่าย

3. ให้ความหมายต่อชีวิต

4. คิดได้เร็วและสนุก

5. ปลุกความสนใจ

6. เหมาะกับวัยและความสามารถ

7. อาจศึกษาด้วยตนเอง

นิตยา ฤทธิไยธี (2520 : 1) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว

2. เหมาะสมกับระดับและวัย หรือความสามารถของนักเรียน

3. ใช้เวลาเหมาะสม

4. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้ายทายให้แสดงความสามารถ

รัชนี ศรีไพวรรณ (2520 : 30 - 31) ได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับหลักการสร้างแบบฝึกทักษะที่ดีไว้ดังนี้

1. สร้างแบบฝึกให้สอดคล้องกับหลักจิตวิทยา และพัฒนาการของนักเรียนตามลำดับขั้นการเรียนรู้ แบบฝึกหัดเสริมทักษะต้องอาศัยรูปแบบภาพจูงใจนักเรียน และควรจัดเรียงเนื้อหาตามลำดับจากง่ายไปหายาก นักเรียนจะมีกำลังใจทำแบบฝึกหัด

2. มีจุดมุ่งหมายที่แน่นอนว่าจะฝึกทักษะในด้านใด แล้วจัดเนื้อหาให้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

3. ต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน ถ้าสามารถแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยตามความสามารถแล้ว จึงจัดทำแบบฝึก

4. แบบฝึกที่ดีต้องมีคำชี้แจงง่าย ๆ สั้น ๆ ที่นักเรียนอ่านเข้าใจ และทำแบบฝึกได้ด้วยตนเอง

5. แบบฝึกต้องมีความถูกต้อง ครูต้องพิจารณาให้รอบคอบ ทดลองทำด้วยตนเองเสียก่อน อย่าให้มีข้อผิดพลาด

6. ให้นักเรียนทำแบบฝึกแต่ละครั้งต้องเหมาะสมกับเวลาช่วงความสนใจ

7. ควรมีหลายรูปแบบเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวาง ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

<u>หลักการสร้างแบบฝึก</u>

บัทท์ (นิตยา กิจไร. 2530 : 40 ; อ้างอิงมาจาก Butts. 1974) ได้เสนอหลักการสร้างแบบฝึก ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงร่างไว้คร่าว ๆ ก่อนว่าจะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร และมีวัตถุประสงค์อย่างไร

2. ศึกษางานทางด้านวิทยาศาสตร์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ

3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน

4. แจงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อย โดยจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้ที่จะเรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม

6. กำหนดเวลาที่จะใช้ในแบบฝึกแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม

7. การประเมินผลจะประเมินผลอย่างไร

จากเอกสารที่เกี่ยวกับแบบฝึก จะเห็นได้ว่าแบบฝึกเป็นเครื่องมือที่สามารถขึ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทั้งความรู้และทักษะต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ โดยแนวการสร้างแบบฝึกของบัทท์

งานวิจัยเกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

งานวิจัยในประเทศ

ปิ่นฉัตร อุนนะนันทร์ (2528 : 55) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัดปทุมธานี จำนวน 223 คน พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล มีความสัมพันธ์กันกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทั้งความคิดอย่างมีเหตุผลขั้นปฏิบัติการคิดด้วยรูปธรรม กึ่งนามธรรม และนามธรรม ดังนั้นการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงควรส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด มีความคิดอย่างมีเหตุผลขั้นปฏิบัติการ คิดด้วยรูปธรรรม กึ่งนามธรรม และนามธรรม

ศิริพงศ์ ทีมะ (2528 : 92 - 103) ศึกษาความเห็นของผู้บริหารและครูฟิสิกส์เกี่ยวกับปัญหาการใช้หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ในเขตการศึกษา 12 กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้บริหาร ได้แก่ ผู้ช่วยผู้อำนวยการ หรือผู้ช่วยอาจารย์ใหญ่ฝ่ายวิชาการ และหัวหน้าสายวิทยาศาสตร์ จำนวน 74 คน และครูฟิสิกส์จำนวน 82 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดกรมสามัญศึกษาในเขตการศึกษา 12 จำนวน 45 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผู้บริหารประสบปัญหาเกี่ยวกับด้านความพร้อมของบุคลากรในระดับปานกลาง ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ จำเป็นต้องสอนหลายระดับชั้นหรือหลายรายวิชา และผู้บริหารยังประสบปัญหาเกี่ยวกับด้านความพร้อมในวัสดุอุปกรณ์การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการติดตามการประเมินผลในระดับปานกลาง สำหรับครูฟิสิกส์ประสบปัญหาการใช้หลักสูตร คือ ด้านเอกสารประกอบหลักสูตรการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วัสดุอุปกรณ์และสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน การวัดผลการประเมินผลการเรียนการสอนในระดับปานกลาง

จิตรารมภ์ ทองนิ่ม (2530 : 47 - 50) ศึกษาความคิดรวบยอดทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 351 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดกรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความคิดรวบยอดทางฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่ ในระดับต่ำมาก 11 ความคิดรวบยอด คือ การเคลื่อนที่แบบหมุนเวกเตอร์ศูนย์ อัตราเร็วเฉลี่ย ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง ความเร่งเฉลี่ย

ความเร่งขณะใดขณะหนึ่ง การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกอย่างอิสระ กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง สมการหาค่าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ทั้งหมดจากอัตราเร็วเฉลี่ยและเวลา สมการหาค่าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ทั้งหมดจากค่าอัตราเร็ว ความเร่งและเวลา สมการหาค่ากำลังสองของอัตราความเร็วของวัตถุ นักเรียนมีความคิดรวบยอดทางฟิสิกส์เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ ในระดับต่ำมาก 7 ความคิดรวบยอด คือ มวล การหาขนาด และทิศทางของแรงลัพธ์เนื่องจากแรง 2 แรง กระทำต่อวัตถุโดยสร้างรูปสามเหลี่ยมด้านขนาดการหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์เนื่องจากแรง 2 แรง กระทำมุมใด ๆ ต่อกันโดยการคำนวณ กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน และการใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน นักเรียนมีความคิดรวบยอดของวัตถุในแนวเส้นตรง การบวกเวกเตอร์ การเรียนลำดับเวกเตอร์ในการบวกเวกเตอร์ การลบเวกเตอร์และแรงลัพธ์

<u>งานวิจัยต่างประเทศ</u>

เอลลอท (Elliot. 1972 : 6236 - A) ได้ศึกษาสาเหตุที่นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของรัฐแคลิฟอร์เนียหลีกเลี่ยงที่จะเรียนวิชาฟิสิกส์ และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เลือกเรียนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 10,528 คน นักเรียนที่ไม่เลือกเรียนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 2,434 คน และครูที่สอนวิชาฟิสิกส์จำนวน 387 คน พบว่า การเลือกเรียนวิชาฟิสิกส์ มีความสัมพันธ์กับสิ่งต่อไปนี้คือ ความกลัวไม่ได้เกรดดี ๆ ความยากของวิชาฟิสิกส์ การคาดคะเนถึงประโยชน์ของฟิสิกส์ในอนาคต เพศของนักเรียน ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน ความสนใจต่อวิชาฟิสิกส์ จินตนาการของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และต่อครูที่สอนวิชาฟิสิกส์ ความคิดรวบยอดต่อวิชาฟิสิกส์ที่เคยเรียนมาแล้ว การเตรียมการสอนของครู ความผูกพันธ์ของครูต่อการสอนวิชาฟิสิกส์

จากงานวิจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่า ผลงานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ อยู่ในระดับต่ำ ซึ่งมีผลมาจากการที่นักเรียนยังมีความคิดรวบยอดทางวิชาฟิสิกส์ต่ำ ดังนั้น ในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ครูควรหาวิธีการหรือรูปแบบการสอนที่สามารถทำให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดเพิ่มขึ้น นั่นหมายความว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เพิ่มขึ้นด้วย

2. <u>งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์</u>

<u>งานวิจัยในประเทศ</u>

นิติ สุวรรณศรี (2515 : 80) ศึกษาการสร้างความคิดรวบยอดของเด็กไทยระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5, 6 และ 7 จำนวน 180 คน ในกรุงเทพมหานคร พบว่า

1. การจัดสิ่งเร้าทางบวก ช่วยให้ผู้ศึกษาค้นคว้ามองเห็นความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอดดีกว่าสิ่งเร้าทางลบ

2. ผลสัมฤทธิ์ของสิ่งเร้าแบบรูปร่าง ซึ่งได้จากสิ่งเร้าทางบวกและทางลบร่วมกัน มีความสัมพันธ์อย่างสูงกับสิ่งเร้าแบบถ้อยคำ

มงคล เอี่ยมสำอางค์ (2516 : 135) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยตอนหนึ่ง พบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะส่งผลต่อการเรียนรู้ความคิดรวบยอดมากกว่าการสอนแบบอธิบายความคิดรวบยอด

บังอร ภูวภิรมย์ขวัญ (2518 : 45) ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวอย่างทางบวกและตัวอย่างทางลบ ที่มีต่อการเรียนรู้ความคิดรวบยอดรวมลักษณะ และความคิดรวบยอดแยกลักษณะ โดยทำการทดลองกับนักเรียนโรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ชั้นมัธยมปีที่ 3 จำนวน 120 คน โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. การเรียนรู้ความคิดรวบยอดประเภทร่วมลักษณะ ให้ผลดีกว่าการเรียนรู้ความคิดรวบยอดประเภทลักษณะ เมื่อใช้ตัวอย่างทางบวก และตัวอย่างทางลบในอัตราส่วนที่เท่ากัน

2. การเรียนรู้ความคิดรวบยอดประเภทลักษณะ จากตัวอย่างทางบวกและตัวอย่างทางลบร้อยละ 50 ให้ผลดีที่สุด

ชาญวิทย์ จรตระการ (2524 : 53) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีสอนแบบอุปมาน และอนุมาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอนุมานมีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอุปมานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปรีชา กล่ำรัศมี (2526 : 73 - 74) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกลุ่มทดลองเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพ และแผนภูมิ กลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง ผลปรากฏว่า

1. ผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน

2. ผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้อุปกรณ์การทดลองสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ

3. ผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง

วิรงรอง ไรจนกุล (2530 : 97 - 99) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แผ่นภาพโปร่งใสประกอบ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกและเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กิตติศักดิ์ เสมาธรรมานนท์ (2531 : 71) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมสไลด์เทปประกอบกลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของกลุมทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธวัช ทิพย์พิทักษ์ (2532 : 50 - 51) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้เทปโทรทัศน์ประกอบ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลปรากฏว่า การสอนทั้งสองแบบส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความคิดรวบยอดไม่แตกต่างกัน

<u>งานวิจัยต่างประเทศ</u>

เบิร์น และคนอื่น ๆ (Bourne and others. 1968 : 264 - 265) ได้ทำการทดลองการเรียนความคิดรวบยอด พบว่า การสอนให้เกิดการเรียนรู้ความคิดรวบยอดที่ได้ผลดีนั้น มาจากการใช้ตัวอย่างทางบวกครึ่งหนึ่งหรือมากกว่าครึ่งหนึ่ง และการใช้ตัวอย่างทางลบครึ่งหนึ่ง หรือน้อยกว่าครึ่ง และถ้ายิ่งใช้ตัวอย่างทางบวกมากขึ้นจะช่วยให้การเรียนรู้ความคิดรวบยอดร่วมลักษณะได้ดียิ่งขึ้น

เพล (Pel. 1968 : 724) ได้ศึกษาการสอนความคิดรวบยอดโดยใช้วิธีสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง โดยไม่มีการแนะนำการสอนแบบแนะให้ค้นพบคำตอบด้วยตนเองด้วยการชี้แนะ ด้วยคำถามตามสถานการณ์เพื่อให้ทราบความคิดรวบยอดด้วยตนเอง และแบบบอกความคิดรวบยอดให้นักเรียนแล้วอธิบายหรือยกตัวอย่าง ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบแนะให้ค้นพบคำตอบด้วยตนเองโดยใช้คำถามตามสถานการณ์ สามารถเรียนรู้ความคิดรวบยอดได้ดีที่สุด

มาร์เคิล และไทมานน์ (Markle and Tieman. 196. ช 140 -145) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ความคิดรวบยอดด้วยวิธีการต่าง ๆ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับวิทยาลัยจำนวน 4 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เรียนจากนิยามของความคิดรวบยอดเพียงอย่างเดียว กลุ่มที่ 2 เรียนจากนิยามพร้อมตัวอย่างทางบวกทั้งหมด กลุ่มที่ 3 เรียนจากนิยามพร้อมตัวอย่างทางลบทั้งหมด กลุ่มที่ 4 เรียนจากนิยามพร้อมตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบทั้งหมด ผลจากการทดลองพบว่า

กลุ่มที่ 4 เรียนรู้ความคิดรวบยอดได้ถูกต้อง และครบถ้วนมากที่สุด

กลุ่มที่ 2 และ 3 เรียนรู้ความคิดรวบยอดดีปานกลาง

กลุ่มที่ 1 เรียนรู้ความคิดรวบยอดน้อยที่สุด

จากการทดลองครั้งนี้เขาได้สรุปว่า การสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอดที่ถูกต้องครบถ้วนควรจะมีตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบโดยมีจำนวนที่พอเหมาะ ทั้งนี้จะช่วยลดข้อบกพร่องในการเรียนรู้ความคิดรวบยอด และช่วยให้บรรลุความคิดรวบยอดอย่างแท้จริง

บาบิเกียน (Babikian. 1971 : 201 - 209) ได้ศึกษาาผลของวิธีการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง วิธีสอนแบบปฏิบัติการและวิธีสอนแบบบอกให้รู้ในการสอนความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับหลักการของอาร์คีมีดีส ผู้รับการทดลองเป็นนักเรียนเกรด 8

ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบบอกให้รู้และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการมีผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง

ไฮห์น (Hoehn. 1970 : 4870) ได้ศึกษาทำนองเดียวกันกับมาร์เคิล และไทมานน์ ซึ่งแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม เช่นเดียวกัน กลุ่มที่ 1 ได้รับเฉพาะตัวอย่างทางบวก กลุ่มที่ 2 ได้รับเฉพาะตัวอย่างทางลบ กลุ่มที่ 3 ได้รับทั้งตัวอย่างทางบวกและทางลบ ส่วนกลุ่มที่ 4 ไม่ได้รับตัวอย่างเลย แต่บอกลักษณะที่เกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอดที่เรียนเท่านั้น ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม เรียนรู้ความคิดรวบยอดได้แตกต่างกัน กลุ่มที่ 1 และกลุ่ม 3 เรียนรู้ความคิดรวบยอดได้ดีกว่ากลุ่มที่ 2 และ 4 นั้น เป็นการแสดงให้เห็นว่า การให้ตัวอย่างทางบวก หรือให้ตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบย่อมให้ผลการเรียนรู้ความคิดรวบยอดได้ดีกว่า การให้เหตุผลเฉพาะตัวอย่างทางลบ หรือไม่ให้ตัวอย่างเลย

กานเย่ (Gagne. 1977 : 4939 - A) ได้ทดลองให้ตัวอย่างทางบวกกลุ่มหนึ่ง และอีกกลุ่มหนึ่งให้ตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบ มีผลสัมฤทธิ์ทางด้านความคิดรวบยอดสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

จากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การสอนให้เกิดความคิดรวบยอดโดยการเสนอตัวอย่าง จะทำให้นักเรียนเรียนรู้ความคิดรวบยอดได้ดีขึ้น ซึ่งทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้แบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ที่มีการนำเอาภาพประกอบสัญลักษณ์หรือข้อความมาเป็นตัวอย่างเพื่อกระตุ้นและชี้นำความคิดรวบยอดให้กับผู้เรียน

3. <u>งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</u>

<u>งานวิจัยในประเทศ</u>

กมล หลีกภัย (2524 : 68) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดเหตุผลเชิงตรรกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษษตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 192 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปรีชา กล่ำรัศมี (2526 : 74) ได้ทำการทาดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกลุ่มทดลองเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้อุปกรณ์การทดลอง ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน

สุมาลี พลราษฎร์ (2529 : 80) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้หนังสือประกอบภาพการ์ตูน กับที่เรียนตามหนังสือคู่มือครู ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

คัมภีร์ สุขศรี (2530 : 99 - 100) ได้ทดลองเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้บทเรียนไมดูลกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิตยา กิจไร (2530 : 101 - 102) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 ของโรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมป์ อำเภอเด่นชัย จังหวัดแพร่ จำนวน 78 คน กลุ่มทดลองใช้แผนการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถาม และกลุ่มควบคุมใช้แผนการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถาม กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามค่มือคร แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

<u>งานวิจัยต่างประเทศ</u>

บัสโซ (Butzow. 1971 : 85) ได้ทดลองสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยทดลองสอนนักเรียนเกรด 8 จำนวน 92 คน สอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 5 บทแรก แล้วให้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วัดทักษะของนักเรียนก่อนการทดลองและหลังการทดลอง พบว่า คะแนนจากการทดสอบครั้งหลังแตกต่างกัน คือนักเรียนมีความสามารถในการสังเกต การเปรียบเทียบ การวัด การจัดจำพวก การวิเคราะห์ การสรุป อ้างอิง และการทดลองเพิ่มมากขึ้น นอกจากนั้นยังพบด้วยว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาดีจะมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีด้วย

เวบเบอร์ (Weber. k1972 : 3582) ได้ทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยหลักสูตร SCIS (Science Curriculum Improvement Study) เพื่อเพิ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกกลุ่มหนึ่งเรียนโดยใช้หลักสูตรเดิม ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วาเนค (Vanek. 1974 : 1522 - A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอน 2 แบบ คือ แบบที่มีการทดลอง และแบบที่มีตำราเป็นศูนย์กลาง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 3 จำนวน 54 คน และเกรด 4 จำนวน 56 คน ผลการศึกษาพบว่า วิธีการสอนไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาตามเพศ พบว่านักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนชาย

ไรเลย์ (Riley. 1975 : 5152 - A) ได้ทดลองเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านปฏิบัติจริง ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนรู้เฉพาะทฤษฎีเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สอนโดยให้ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

เชอร์ลิน (Serlin. 1977. 5726 - A) ได้ศึกษาผลของการเรียนด้วยการปฏิบัติการแบบค้นพบ (Discovery Laboratory) ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหาและความสร้างสรรค์ โดยการจัดกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาเทอมที่ 3 ซึ่งเรียนวิชาแคลคูลัสที่จะใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เมื่อทำการทดสอบทักษะทุกด้าน ผลปรากฏว่า แต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน หลังจากทำการสอนจึงทำการทดสอบทักษะอีกครั้งหนึ่ง ผลการวิจัยพบว่าเพศชายมีทักษะในการแก้ปัญหาสูงกว่าเพศหญิง การปฏิบัติการแบบค้นพบมีผลในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แต่ไม่มีผลแตกต่างต่อนักเรียนในด้านอื่น ๆ

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า การสอนที่แตกต่างกันทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันในบางกรณี และไม่แตกต่างกันในบางกรณี แต่การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สอนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้แบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิดอย่างมีระบบ ซึ่งน่าจะช่วยส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

4. <u>งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้</u>

<u>งานวิจัยในประเทศ</u>

พยอม ตันมณี (2516 : 89 - 92) ได้ศึกษาบทบาทของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่ส่งผลต่อการพัฒนาด้านบุคลิกภาพ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความคิดเห็นในการสร้างสังกัป และผลต่อการพัฒนาด้านบุคลิกภาพ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความคิดเห็นในการสร้างสังกัป และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 268 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 133 คน กลุ่มควบคุม 135 คน ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

สัญญา ทิพเสนา (2517 : 80 - 88) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กับการสอนแบบเดิม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2516 วิทยาลัยครูจันทเกษม กรุงเทพมหานคร จำนวน 65 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 32 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และกลุ่มควบคุม 33 คน ได้รับการสอนแบบเดิมพบว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วินัย เทียมเมือง (2529 : 86) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองสอนเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กลุ่มควบคุมสอนตามแนวคู่มือครูของ สสวท. ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการกสอนตามแนวคู่มือครู สสวท.

งานวิจัยต่างประเทศ

โคลิเบส (Kolebas. 1972 : 4443 - A) ได้ทดลองสอนวิทยาศาสตร์กับนักเรียนเกรด 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ดดยเน้นทักษะขั้นต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีระดับผลสัมฤทธิ์และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เดวิด (David. 1976 : 4164 - A) ได้ทดลองสอนวิทยาศาสตร์กับนักเรียนเกรด 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะขั้นต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีระดับผลสัมฤทธิ์ และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เดวิด (David. 1976 : 4164 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้ในการเรียนแบบชี้แนวทาง (Guided - Inquiry Discovery Approach) กับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำรา (Expository - text Approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมปลาย จำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้การชี้แนวทาง กลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครูบอกความรู้จากตำรา ผลการกทดลองพบว่า นักเรียนและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยข้างต้นสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองจากการทดลอง การสังเกตการซักถาม นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยวิธีการสอนโดยวิธีนี้จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

<u>สมมติฐานการวิจัย</u>

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และการจัดกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลอง

1. ประชากรทั่วไป (General Population) ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์

2. ประชากรเป้าหมาย (Target Population) ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ ปีการศึกษา 2536

3. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ ปีการศึกษา 2536 จำนวน 60 คน ที่สุ่มจากประชากรเป้าหมายโดยการสุ่มแบบจัดกลุ่ม (สุ่มมา 2 ห้องเรียน จากทั้งหมด 4 ห้องเรียน)

4. การจัดกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลอง กระทำโดยการจับฉลากกำหนดนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 ห้องเรียน ให้เป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน

เนื้อหาและระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

งานวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 ใช้เวลาทดลอง 16 คาบ คาบละ 50 นาที (4 สัปดาห์ ๆ ละ 4 คาบ) โดยใช้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ว 021 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย

1. แผนการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
2. ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
   - 2.1 กิจกรรมเชิงสาธิต
   - 2.2 แบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

<u>การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า</u>

1. <u>แผนการสอนที่สอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์</u>

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการสอนโดยมีขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายเนื้อหาวิชาฟิสิกส์จากหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533)

1.2 ศึกษารายละเอียดเนื้อหา เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ จากคู่มือครูและแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ ว.021 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง)

1.3 วิเคราะห์ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ตามข้อ 1.2 ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาฟิสิกส์ 3 ท่าน ประกอบด้วย ผศ.ปราโมทย์ ฉลูกัลป์ ผศ.วิรัช วิหครัตน์ และอาจารย์เชาวลิต เพ็ญอารีย์

1.4 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และกิจกรรมการเรียนการสอนของแต่ละความคิดรวบยอด

1.5 สร้างแผนการสอนทั้งหมด 8 แผน ใช้เวลา 16 คาบ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

1.5.1 ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

1.5.2 จุดประสงค์ของกิจกรรม

1.5.3 กิจกรรมการเรียนการสอน

1.6 นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนฟิสิกส์ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผศ.ปราโมทย์ ฉลูกัลป์ ผศ.วิรัช วิหครัตน์ และอาจารย์เชาวลิต เพ็ญอารีย์ พิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ภาษาที่ใช้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

1.7 นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ ที่ไม่เคยเรียนเรื่องมวล แรง และกฎกากรเคลื่อนที่มาก่อน เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ และเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งก่อนนำไปใช้จริง

2. <u>การสร้างชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์</u>

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึกและการฝึก

2.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนวิชาฟิสิกส์

2.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และศึกษาจุดประสงค์รายวิชา และเนื้อหาวิชาฟิสิกส์จากคู่มือครู และแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ว.021) เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่

2.4 วิเคราะห์ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ จากเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ว.021 เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ เพื่อกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและกิจกรรมการเรียนการสอนของแต่ละความคิดรวบยอด

2.5 กำหนดและสร้างกิจกรรมเชิงสาธิต 8 กิจกรรม ซึ่งประกอบด้วยชื่อเรื่อง จุดประสงค์ อุปกรณ์ วิธีการสาธิต และข้อเสนอแนะ

2.6 กำหนดและสร้างแบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ โดยยึดหลักการสร้างของ บัทส์ (นิตยา กิจไร. 2530 : 40 ; อ้างอิงมาจาก Butts. 1974) ดังนี้

2.6.1 กำหนดเขียนโครงร่างแบบฝึก

2.6.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกียวกับแบบฝึกและการฝึกความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

2.6.3 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบฝึก

2.6.4 กำหนดกิจกรรมให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของแบบฝึก

2.6.5 กำหนดเวลาที่ใช้ในการฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม

2.7 นำชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิชาฟิสิกส์ 3 ท่าน ตรวจแก้ไข ปรับปรุง

2.8 นำชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ ที่ไม่เคยเรียนเรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่มาก่อน โดยทดลองกับนักเรียนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย (จำนวน 5 คน) และกลุ่มใหญ่ (จำนวนประมาณ 30 คน) บันทึกข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง

3. <u>แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์</u>

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู และแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ ว.021 พ.ศ. 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533) เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

3.2 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรตามเนื้อหาและพฤติกรรมที่สอดคล้องกับขุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ จากเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ว.021 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ วิเคราะห์ทางด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ โดยแยกวิเคราะห์ด้านต่าง ๆ 3 ด้านคือ ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการจำแนกประเภท ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ และความคิดรวบยอดเกี่ยวกับทฤษฎี

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ตามตารางวิเคราะห์ความคิดรวบยอดในข้อ 3.2 โดยสร้างข้อสอบไว้จำนวน 60 ข้อ

3.4 นำข้อสอบที่สร้างแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาฟิสิกส์ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผศ.ปราโมทย์ ฉลูกัลป์ ผศ.วิรัช วิหครัตน์ และอาจารย์เชาวลิต เพ็ญอารีย์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

3.5 นำแบบทดสอบที่ตรวจสอบและปรับปรุงแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและได้รับการสอนเรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่แล้ว จำนวนประมาณ 100 คน

3.6 นำคำตอบที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบเป็นราย (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 136 - 137) แล้วเลือกเอาข้อที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ไว้จำนวน 30 ข้อ

3.7 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ ไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson-20) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 130) ได้ค่า 0.558

3.8 นำแบบทดสอบไปใช้จริง

4. <u>แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</u>

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

4.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2526 : 59)

4.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ว.021 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยวิเคราะห์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและพฤติกรรมทางด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ รวม 7 ด้าน คือ การสังเกต การจำแนกประเภท การคำนวณ การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป โดยสร้างข้อสอบไว้จำนวน 60 ข้อ

4.3 นำข้อสอบที่สร้างแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ศ.ปราโมทย์ ฉลูกัลป์ ผศ.วิรัช วิหครัตน์ และอาจารย์เชาวลิต เพ็ญอารีย์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

4.4 นำแบบทดสอบที่ตรวจสอบและปรับปรุงแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ -

คณิตศาสตร์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและได้รับการสอนเรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ จำนวนประมาณ 100 คน

4.5 นำคำตอบที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบเป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 27% ของจุง เตห์ ฟาน แล้วเลือกเอาข้อที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ไว้จำนวน 30 ข้อ

4.6 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ ไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson-20) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 130) ได้ค่า 0.775

4.7 นำแบบทดสอบไปใช้จริง

<u>แบบแผนการทดลอง</u>

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลอง Randomized Control Group Pretest Posttest Design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 67) มีรูปแบบดังแสดงในตาราง

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
RE	T_{1E}	X	T_{2E}
RC	T_{1C}	~X	T_{2C}

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

RE แทน กลุ่มทดลอง

RC แทน กลุ่มควบคุม

T_1 แทน การสอบก่อนที่จะจัดกระทำการทดลอง

T_2 แทน การสอบหลังจากที่จะจัดกระทำการทดลอง

X แทน การจัดกระทำ

~X แทน ไม่มีการจัดกระทำ

<u>วิธีการศึกษาค้นคว้า</u>

1. ทำการสุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตึกก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 เข้าสู่กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ให้มีนักเรียนกลุ่มละ 30 คน

2. ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์และด้านทักษะกระบวนการกทางวิทยาศาสตร์

3. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้แผนการสอนที่สอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

3.2 กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้แผนการสอนตามคู่มือครู

4. เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองตามกำหนดแล้วจึงทำการสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทกางวิทยาศาสตร์

5. ตรวจผลการสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

<u>การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ</u>

1. หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้หลักการตัดกลุ่ม 27 เปอร์เซ็นต์ และเปิดตารางสำเร็จรูปของ ฟาน (Fan. 1952 : 32)

2. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ซึ่งคำนวณได้จากสูตร KR-20 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 130)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\Sigma pq}{s_t^2}\right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ $=$ จำนวนคนที่ทำถูก / จำนวนคนทั้งหมด

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ $1 - p$

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

<u>การวิเคราะห์และตรวจสอบสมมติฐาน</u>

1. หาค่าคะแนนเฉลี่ย

1.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ย คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 145)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความแปรปรวน คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 150)

$$s^2 = \frac{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{n(n-1)}$$

เมื่อ s^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

ΣX^2 แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 - 2 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการทดสอบค่าที (t-test Independent ในรูปของ Difference) (Scott. 1962 : 264) จากสูตร

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}} \quad ; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_{D_1}^2}{n_1} \quad \frac{S_{D_2}^2}{n_2}}$$

$$S_D^2 = \frac{\Sigma(D_1 - MD_1)^2 + \Sigma(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-distributions

MD_1 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง

MD_2 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มควบคุม

D_1 แทน ผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง

D_2 แทน ผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มควบคุม

$S_{MD_1-MD_2}$ แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานรวมของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

S_D^2 แทน ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างการทดสอบก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

n_1 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

<u>สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล</u>

t แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา การแจกแจงแบบที (t - distributions)

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

X แทน ค่าเฉลี่ย

$\bar{X}_1$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลอง

$\bar{X}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดลอง

MD แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนความแตกต่างระหว่างการทดสอบหลังการทดลอง

S_D^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการทดสอบหลังการทดลองและก่อนการทดลอง

$S_{MD1-MD2}$ แทน คะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยระหว่าง MD_1, MD_2

กลุ่มทดลอง แทน นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มควบคุม แทน นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้สถิติ t-test Independent แบบ Difference Score ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	MD	S_D^2	$S_{MD1-MD2}$	t
กลุ่มทดลอง	30	10.233	6.943		
				0.617	7.49**
กลุ่มควบคุม	30	5.600	4.524		

$t_{(.01,\ 58)} = 2.660$

จากตาราง 2 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้

1.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการจำแนก (Classificational Concept) ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้สถิติ t-test Independent แบบ Difference Score ซึ่งผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการจำแนก ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	MD	S_D^2	$S_{MD1-MD2}$	t
กลุ่มทดลอง	30	3.266	3.444		
				0.428	3.48**
กลุ่มควบคุม	30	1.766	2.117		

$t_{(.01,\ 58)} = 2.660$

จากตาราง 3 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการจำแนกของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

1.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational Concept) ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้สถิติ t-test Independent แบบ Difference Score ซึ่งผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	MD	S_D^2	$S_{MD1-MD2}$	t
กลุ่มทดลอง	30	4.200	3.822		
				0.443	6.30**
กลุ่มควบคุม	30	1.400	2.111		

$t_{(.01,\ 58)} = 2.660$

จากตาราง 4 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

1.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎี (Theretical Concept) ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้สถิติ t-test Independent แบบ Difference Score ซึ่งผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎี ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	MD	S_D^2	$S_{MD1-MD2}$	t
กลุ่มทดลอง	30	2.733	1.926		
				0.418	0.24
กลุ่มควบคุม	30	2.633	3.345		

$t_{(.01,\ 58)} = 2.660$

จากตาราง 5 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้สถิต t-test Independent แบบ Difference Score ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	MD	S_D^2	$S_{MD1-MD2}$	t
กลุ่มทดลอง	30	5.333	8.231		
				0.824	3.31**
กลุ่มควบคุม	30	2.600	12.180		

$t_{(.01,\ 58)} = 2.660$

จากตาราง 6 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทกางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู สรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

<u>ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า</u>

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

<u>สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า</u>

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

<u>วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า</u>

1. ประชากรทั่วไป (General Population) ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์

2. ประชากรเป้าหมาย (Target Population) ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ ปีการศึกษา 2536

3. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนจำนวน 60 คน ที่สุ่มจากประชากรเป้าหมาย โดยการสุ่มแบบจัดกลุ่ม แล้วจับฉลากกำหนดนักเรียนเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน ห้องละ 30 คน

4. งานวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 ใช้เวลาทดลอง 16 คาบ คาบละ 50 นาที (4 สัปดาห์ ๆ ละ 4 คาบ) โดยใช้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ว.021 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่

5. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าประกอบด้วย

5.1 แผนการสอนโดยใช้แบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

5.2 ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

5.2.1 กิจกรรมเชิงสาธิต 8 กิจกรรม

5.2.2 แบบฝึก 8 ชุด

5.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ เป็นแบบทดสอบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.558 ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้านดังนี้

5.3.1 ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการจำแนกประเภท 10 ข้อ

5.3.2 ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ 10 ข้อ

5.3.3 ความคิดรวบยอดทางทฤษฎี 10 ข้อ

5.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ เป็นแบบทดสอบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ รวม 7 ทักษะคือ การสังเกต การจำแนก การคำนวณ การลงความคิดเห็นจากข้อมูลการพยากร การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น 0.775

6. วิธีการศึกษาค้นคว้า

6.1 ทำการสุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 เข้าสู่กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ให้มีนักเรียนกลุ่มละ 30 คน

6.2 ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

6.3 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองใช้แผนการสอนที่สอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมสอนโดยใช้แผนการสอนตามคู่มือครู

6.4 เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

6.5 ตรวจผลการสอบและนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

ทำการทดสอบสมมติฐานข้อ 1 - 2 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test Independent ในรูปของ Difference Score) (Scott. 1962 : 264)

<u>สรุปผลการศึกษาค้นคว้า</u>

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีความแตกต่างกันทั้ง 2 ด้าน คือ ด้านการจำแนก และด้านความสัมพันธ์ แต่ไม่แตกต่างด้านทางทฤษฎี

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูมีความแตกต่างกัน

<u>อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า</u>

ตอนที่ 1 การอภิปรายผลเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนก ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกของนักเรียนที่ได้รับการกสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการกสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามทสมมติฐานที่ตั้งไว้ การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ เพราะความคิดรวบยอดเกี่ยวกับกากรจำแนกเป็นความคิดรวบยอดที่บ่งถึงคำจำกัดความ คุณสมบัติของสิ่งของปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์หรือบ่งบอกถึงคุณสมบัติร่วมของสิ่งนั้น ๆ ซึ่งนำไปใช้บรรยายวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ดังที่ เพลลา (Romey. 1968 : 115 - 117 ; citing Pella. 1966 : 31 - 34) กล่าวว่า ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการจำแนกเป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำแนก แยกแยะ หรือจัดประเภทข้อเท็จจริง ซึ่งในการสอนความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนต้องใช้ความสามารถในการสังเกต เพื่อรวบรวมเอาสิ่งที่คล้ายกันมารวมเข้าด้วยกัน จนกระทั่งสามารถจำแนกแยกแยะ หรือจัดประเภทข้อเท็จจริงได้ ในการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดซึ่งประกอบด้วย ชุดกิจกรรมสาธิตและแบบฝึก ขณะที่ครูทำการสาธิต ครูผู้สอนสามารถชี้แนะให้ได้ร่วมกันฝึกการสังเกต จำแนก แยกแยะ และสรุปคุณสมบัติของสิ่งที่เขาสังเกตได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ผู้เรียจะได้ฝึกจากสถานการณ์ตัวอย่างที่เป็นรูปภาพที่มีข้อความหรือสัญลักษณ์ประกอบ และฝึกเขียนแผนภูมิความคิดรวบยอดจากการทำแบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการจำแนกสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เพล (Pel. 1968 : 724) ได้ศึกษาการสอนความคิด

รวบยอดโดยวิธีสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบค้นพบด้วยตนเองโดยไม่มีการแนะนำ การสอนแนะให้ค้นพบคำตอบด้วยตนนเองด้วยการชี้แนนะด้วยคำถามตามสถานการณ์เพื่อให้ทราบความคิดรวบยอดด้วยตนเอง และการสอนแบบบอกความคิดรวบยอดให้นักเรียนแล้วอธิบายหรือยกตัวอย่าง ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบแนะให้ค้นพบคำตอบด้วยตนเองโดยใช้คำถามตามสถานการณ์ สามารถเรียนรู้ความคิดรวบยอดได้ดีที่สุด และยังสอดคล้องกับการวิจัยของ บรูเนอร์ และคนอื่น ๆ (พวงเพ็ญ อินทรประวัติ. 2532 : 31 ; อ้างอิงมาจาก Bruner and others. 1956) ได้ศึกษารูปแบบการสอนนความคิดรวบยอดโดยใช้ตัวอย่างสื่อ ได้แก่ รูปภาพ ถ้อยคำ เรื่องเล่า ตาราง และแผนภูมิความคิดรวบยอด ซึ่งพบว่าทำให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ดีขึ้น

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนนตามคู่มือครู แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ ทั้งนี้เพราะความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ เป็นความคิดรวบยอดที่บ่งถึงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์หรือสิ่งของ ทั้งในเชิงเปรียบเทียบและในเชิงที่เป็นเหตุผลต่อกัน ดังที่ เพลล่า (Romey. 1968 : 115 - 117 ; citing Pella. 1966 : 31 - 34) กล่าวไว้ว่า ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์เป็นความคิดรวบยอดที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกันใการสอน โดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้ฝึกคิดหาความสัมพันธ์จากเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่ครูเป็นผู้สาธิต และนักเรียนยังจะได้ฝึกบอกความสัมพันธ์จากรูปภาพ ที่มีข้อความหรือสัญลักษณ์ประกอบ ที่เป็นนตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างเปรียบเทียบกัน นอกจากนี้นักเรียนยังได้ฝึกเขียนแผนภูมิความคิดรวบยอดจากแบบฝึก เพื่อหาความสัมพันธ์ออกมา ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรดวบยอดทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของบรูเนอร์ และคนอื่น ๆ (พวงเพ็ญ อินทรประวัติ. 2532 : 31 ; อ้างอิงมาจาก Bruner and others. 1956) ได้ศึกษารูปแบบการสอนความคิดรดวบยอดโดยใช้ตัวอย่าง สื่อได้แก่

รูปภาพ ถ้อยคำ เรื่องเล่า ตาราง และแผนภูมิความคิดรวบยอด ซึ่งพบว่า ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ดีขึ้น และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ เบิร์น และคนอื่น ๆ (Bourne and others. 1968 : 264 - 265) ได้ทำการทดลองการเรียนความคิดรวบยอด พบว่า การสอนให้เกิดการเรียนรู้ความคิดรวบยอดที่ได้ผลดีนั้นมาจากการใช้ตัวอย่างทางบวกครึ่งหนึ่งหรือมากกว่าครึ่งหนึ่ง และการใช้ตัวอย่างทางลบครึ่งหนึ่งหรือน้อยกว่าครึ่ง และถ้ายิ่งใช้ตัวอย่างทางบวกมากขึ้นจะช่วยให้การเรียนรู้ความคิดรวบยอดร่วมลักษณะได้ดียิ่งขึ้น

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ทางทฤษฎี ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ทางทฤษฎีของนักเรียนที่ได้รับกรสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ น่าจะเป็นเพราะว่า ความคิดรวบยอดทางทฤษฎีเป็นความคิดรวบยอดที่ค่อนข้างมีลักษณะเป็นนามธรรมเป็นส่วนมาก ดังที่ เพลล่า (Romey. 1968 : 115 - 117 ; citing Pella. 1966 : 31 - 34) กล่าวไว้ว่า ความคิดรวบยอดทางทฤษฎี เป็นความคิดรวบยอดซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้คิดขึ้น หรือกำหนดให้มีขึ้น เพื่อใช้เป็นเหตุผลอ้างอิงในการอธิบายเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2525 : 247 - 248) กล่าวไว้ว่า ความคิดรวบยอดทางทฤษฎี เป็นการกำหนดสิ่งที่มองไม่เห็น แต่รู้ว่าสิ่งนั้นมีอยู่จริง เพราะมีหลักฐานสนับสนุนว่าเป็นจริง ดังนั้นการสร้างความคิดรวบยอดประเภทนี้ ผู้เรียนจะต้องมีความรู้เบื้องต้น หรือสะสมความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อเท็จจริงไว้มากพอสมควร ดังที่คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 31 - 32) ที่กล่าวไว้ตอนหนึ่งว่า การสอนความคิดรวบยอดควรจะต้องจัดประสบการณ์ตรงให้นักเรียนได้สัมผัสของจริงมากที่สุดเท่าที่โอกาสอำนวย แต่อย่างไรก็ตามการนำเอาประสบการณ์รอง เช่น รูปภาพ ฯลฯ มาใช้ในการสอนก็สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดได้ในระดับเบื้องต้นระดับหนึ่งเท่านั้น การที่จะทำให้เกิดความคิดรวบยอดทางทฤษฎีซึ่งเป็นความคิดรวบยอดให้ระดับสูงนั้ ผู้เรียนจะต้องใช้ช่วงเวลาหนึ่งในการที่จะนำเอาข้อมูลหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ มาสรุปเข้าด้วยกัน เป็นกระบวนการต่อเนื่องตั้งแต่ความรู้เบื้อต้นไปจนกระทั่งถึงความรู้ระดับสูง ซึ่งระยะเวลาของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบ ผู้เรียนอาจจะไม่สามารถ

สร้างความคิดรวบยอดทางทฤษฎีในนขณะนั้นได้ ดังนั้นจึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางฤษฎีของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ไดรับการสอนตามคู่มือครู ไม่แตกต่างกัน

ตอนที่ 2 การอภิปรายผลเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ เพราะในกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนต่าง ๆ คือ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการสรุปผลการทดลอง ซึ่งการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์นี้ประกอบด้วยชุดกิจกรรมสาธิต และชุดแบบฝึกอย่างละ 8 ชุด ในชุดกิจกรรมสาธิตทั้ง 8 ผู้เรียนยังจะได้ฝึกทักษะการพยากรณ์ควบคู่ไปด้วย ส่วนในชุดแบบฝึกทั้ง 8 ชุด มีกระบวนการฝึกอย่างเป็นระบบ โดยเอกสารหมายเลข 1, 2 ฝึกทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนก ให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาได้ เอกสารหมายเลข 3, 4 เป็นการฝึกทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถฝึกตั้งสมมติฐานได้ เอกสารหมายเลข 5 เป็นการตอบคำถามจากการทดลองในบทเรียน นักเรียนจะได้ฝึกทุก ๆ ทักษะจากการทดลอง เอกสารหมายเลข 6, 7 นักเรียนจะได้ฝึกทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงสรุป จากการฝึกเขียนแผนภูมิความคิดรวบยอด จากที่กล่าวมาแล้วจึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ไดรับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้เรียนตามคู่มือครูสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุมาลี ผลราษฎร์ (2529 : 80) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้หนังสือประกอบภาพการ์ตูนที่เรียนตามคู่มือครูพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูลของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ไรเลย์ (Riley. 1975 : 5152 - A)

ได้ทดลองเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านปฏิบัติจริง ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนรู้เฉพาะทฤษฎีเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมสอนโดยให้ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่วไป ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ ควรนำชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์ เพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการจำแนก เกี่ยวกับความสัมพันธ์ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามสำหรับความคิดรวบยอดทางทฤษฎี หากจะนำชุดฝึกไปใช้สอนควรใช้เวลาในการสอนมากกว่าการสอนความคิดรวบยอดด้านอื่น ๆ

1.2 ศึกษานิเทศก์ ควรพิจารณานำชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ไปเผยแพร่กับอาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ เพื่อให้ผู้สอนนำไปพัฒนาการเรียนการสอนตามความเหมาะสมต่อไป

1.3 ผู้บริหารวิชาการของโรงเรียน หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ ตลอดจนผู้ช่วยฝ่ายวิชาการ ควรพิจารณาส่งเสริมสนับสนุนสร้างชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และนำไปใช้ตามความเหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรทำการวิจัยในทำนองเดียวกันนี้อีก โดยหาทางปรับปรุงจุดอ่อน และข้อจำกัดที่ปรากฏในการวิจัยครั้งนี้ให้รัดกุมยิ่งขึ้น เช่น ขยายเวลาการทดลองสอนให้มากกว่า 4 สัปดาห์ เพื่อตรวจสอบผลการเรียนรู้ความคิดรวบยอดทางทฤษฎี ตลอดจนควรใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่มีคุณภาพสูงกว่าที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

2.2 ควรทำการวิจัยในทำนองเดียวกันนี้อีก โดยควรศึกษาในหัวข้ออื่น ๆ ของวิชาฟิสิกส์ที่นักเรียนมีความคิดรวบยอดไม่ค่อยถูกต้อง เช่น เรื่อง งานและพลังงาน เป็นต้น ตลอดจนควรศึกษาในวิชาเคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์กายภาพที่พบว่านักเรียนเกิดความคิดรวบยอดไม่ถูกต้อง เช่น ในเรื่องสมดุลเคมี การออสโมซิส เป็นต้น

2.3 ควรทำการวิจัยในทำนองเดียวกันนี้อีก โดยศึกษานำชุดฝึกนี้ไปประยุกต์ใช้กับนวัตกรรมอื่น ๆ เช่น วีดีทัศน์ และคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมล หลีกภัย. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถการหาเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.

กิตติศักดิ์ เสมาธรรมานนท์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้โปรแกรมสไลด์ - เทปประกอบกับที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

ไขศรี อาภรณ์ และเบญจวรรณ กองศิริ. "การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้," ข่าวสาร สสวท. 9(4) : 5 - 7 ; กรกฎาคม - กันยายน 2525.

คัมภีร์ สุขศรี. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านความซื่อสัตย์และมีน้ำใจเป็นกลางของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้บทเรียนไมดูลกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

จิตราภมภ์ ทองนิ่ม. มโนทัศน์ทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530. อัดสำเนา.

ชาญวิทย์ จรตระการ. การเปรียบเทียบวิธีสอนแบบอุปมานและอนุมานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพืช ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.

ธวัช ทิพย์พิทักษ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทปโทรทัศน์ประกอบ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

นิตยา กิจโร. การศึกษาผลการฝึกทักษะทางทั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

นิตยา ฤทธิไยธี. "การทำและการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ," เอกสารเผยแพร่ความรู้ทางการสอนภาษาไทย. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2520. อัดสำเนา.

นิติ สุวรณคีรี. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการสร้างสังกัปความมสามารถในการอ่านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5, 6, และ 7. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2515. อัดสำเนา.

บังอร ภูวอภิรายย์ขวัญ. อิทธิพลของตัวอย่างนิมานและนิเสธที่มีต่อการเรียนรู้สังกัป. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

ประวิตร ชูศิลป์. "หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่," เอกสารนิเทศการศึกษา. ฉบับที่ 233. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2524.

ปรีชา กล่ำรัศมี. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิกับที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์การทดลอง. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.

ปรีชา วงศ์ชูศิริ. เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 6. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2525.

ปิ่นฉัตร อุนนะนันท์. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528. อัดสำเนา.

พยอม ตันมณี. บทบาทของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่ส่งผลต่อการพัฒนาด้านบุคลิกภาพทางแรงจูงใจในผลสัมฤทธิ์ ความคิดในการสร้างสังกัป และผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2516. อัดสำเนา.

พรรณี ชูทัยเจนจิต. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528.

พรรณทิพย์ ม้ามณี. การสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน, 2520. อัดสำเนา.

พวงเพ็ญ อินทรประวัติ. รูปแบบการสอน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา, 2532. อัดสำเนา.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีวิจัยพฤติกรรมมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531.

ไพรัช สุวรรณแสน. "การทำและการใช้แบบฝึกเสริมทักษะ," คู่มือ แนวคิด และทรรศนะบางประการเกี่ยวกับกุศโลบายการสอนเด็กเริ่มเรียนที่พูดสองภาษา. หน้า 189 - 190. กรุงเทพฯ : สำนักงานศึกษาธิการเขต, 2517.

ไพเราะ ทิพยทัศน์. วิทยาศาสตร์ประทับใจ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.

มงคล เอี่ยมสำอางค์. การศึกษาผลการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ การสร้างสังกัป และการคิดแบบสืบสวนสอบสวน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2516. อัดสำเนา.

มนัส บุญประกอบ. "แผนภูมิมโนทัศน์ กลวิธีของการแนะนำแก่ผู้เรียน," วารสาร มศว. ปทุมวัน. 13 : 14 ; กันยายน 2532.

_____. แผนภูมิมโนทัศน์ การนำไปใช้ในชั้นเรียน," วารสาร สสวท. (71) : 15 ; กรกฎาคม - กันยายน 2533.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดการเรียนการสอน หน่วยที่ 2 การสร้างมโนมติทางวิทยาศาสตร์. 2524.

วารินทร์ รัศมีพรม. การออกแบบ์สาร หลักการและทฤษฎี. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532.

วิรงรอง ไรจนกุล. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนที่ใช้แผ่นภาพโปร่งใสประกอบและการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

วิไลรัตน์ ตั้งจรูญ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับความคาดหวังของครูผู้สอน ผู้พัฒนาหลักสูตร และอาจารย์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527. อัดสำเนา.

วิไลวรรณ ทรัพย์เจริญ. รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสกส์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างโรงเรียนมัธยมสาธิตรามคำแหง กับโรงเรียนมัธยมสาธิตประสานมิตร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2526. อัดสำเนา.

วีระชาติ สวนไพรินทร์. การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

วีระยุทธ วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ : อำนวยการพิมพ์, 2521.

ศศิธร สุทธิแพทย์. แบบฝึกหัดสำหรับการสอนเรื่องวลี ในภาษาไทยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.

ศิริพงศ์ ทีมัง. ความคิดเห็นของผู้บริหารและครูฟิสิกส์เกี่ยวกับปัญหาการใช้หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช ท2524 ในเขตการศึกษา 12. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. จุดประสงค์และรูปแบบการสอนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ, 2532.

_____. การประเมินคุณภาพการศึกษา โรงเรียนมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา ปีการศึกษา 2531. กรุงเทพฯ : กรมสามัญศึกษา, 2533.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือครูฟิสิกส์เล่ม 2 ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, 2534.

_____. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2526.

สมจิต สวธนไพบูลย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอนคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

สมนึก บุญพาไสว. "การแก้ปัญหากับมโนมติในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์," วารสาร สสวท. (73) : 19 ; มกราคม - มีนาคม 2534.

สัญญา ทิพเสนา. การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวน (โดยเน้นทักษะเบื้องต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2517. อัดสำเนา.

สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทรัมพรรย์. วิธีสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2522.

สุมาลี พลราษฎร์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้หนังสือประกอบภาพการ์ตูนกับที่เรียนตามหนังสือคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

สุวัฒก์ นิยมค้า. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2517.

สุวัฒก์ นิยมค้า. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ : บริษัทเจเนอรัลบุกส์เซนเตอร์ จำกัด, 2531.

อนันต์ จันทรกวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. กรงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.

Australian Science Education project. A Guide to ASEP. State of Victoria, 1974.

Ausuble, David P. Educational Psycholgoy : A Cognitive View. New York : Holt Rinehart and Winston., 1968.

Babikian, Yognic."An Empirical Investigation to Determine the Relative Effectiveness of Discovery, Laboratory, and Exporsitory Methods of Teaching Science Comcept," Journal of Research in Science Teaching. 8(3) : 210 - 209 ; 1971.

Bourne, Lyle E. and D.E. Gay. "Learning Concept Rules : The Role of Positvie and Negative Instances," Journal of Experimental Psychology. 77 : 488 - 494 ; 1963.

Bruner, J., J.Goodnow and G. Austing. A Study of Thinking. New York : John Wiley, 1956.

Butzowlong W. "The Process Learning Component of Introductory Pshsical Science : Pilot Study," The Jorunal in Education. 6(10) : October, 1971.

David, Maynard. "The Effectiveness of a Juidid - Inguiry Discovery Approach in and Elementary School Science Curriculum," Dissertation Abstrzct International. 39 : 4164 ; Janyary, 1976.

DeCecco, J.P. The Psychology of Learning and Instruction Educational Psychology. New Jersey : Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1968.

Deese, James Earle and Stewart H. Hulse. The Psychology of Learning. 3rd ed. New York : McGraw-Hill, 1958.

Elliot, W.E. "Relationships beetoween High School Psysics Teacher Characterstice and Teacher - Student Attitudes Toward Physics," Dissertation Abstracts. 32 : 6236 - A; 1972.

Fan, Chung - Teh. Item Analysis Table. Priceton, New Jersey : Education Testing Service, 1952.

Gagne, Rita L. "A Study of Effect of Positive and Negative Instances on the Acguistion of Selected Algebra Concept as a Function of Cognitive Style," Dissertation Abstracts. 37(8) : 7929 - A : February, 1977.

Glass, Gene V., Barry McGraw and Mary Lee Smith. Meta Analysis in Social Research. Sage Publication, 1981.

Good, Carter V. Distionary of Education. Edited by Good, Carter V. New York : McGraw - Hill Company, 1959.

Hoehn, Lorry Paul. "An Experimental Study of Teaching and Mathematic Concept Via Positive Instances," Dissertation Abstracts. 34(2) : 1974.

Hudgins, Bryce B. Learning and Thinking : A Primer for Teachers. Itasca : IIIFe Peacock, 1977.

Kolebas, Particia. "The Effect on the Intelli gence, Reading Mathematices and Interest in Science Level of Third Grade Students Who have Pariticipated in Science - A Process Approach Science First Intering Schoo," Dissertation Abstracts International. 32 : 4443 - A; 1972.

Lindsmith, A.R. and A.S. Strauss. Social Psychology. The Dryden Press Inc., 1957.

Lovell, K. The Growth of Basic Mathematical and Scientific Concept in Children. London : University of London Press, 1966.

Makle, A.M. and P.W. Tiemann Really. Understanding Concepts

McDonald, F.J. Educational Psychologw. Wedsworth Publishing Co., Inc,. San Franccisco. U.S.A. : 1959.

Peel, E.A. "Conceptual Learning and explainess Thinking," Development in Human Learning. New York : American Elsevin, 1968.

Podell, H.A. "Two Processes of Concept Formation," Psychology Honography. 72 : 1 - 20 ; 1958.

River, Willga M. Teaching Foreign Lanaguage Skills. The University of Chicago Press, 1968.

Romay, William D. Inquiry Techniques for Teaching Science. New Jersey : Prentice - Hill Inc., Englewood Cliffs, 1968.

Ryssekm David H. Children's Thinking. Boston : Ginne and Company, 1956.

Scott, William A. and Michael Wertheimer. Introduction to Psychological Reaearch. 4thed. new Jersey : John Wiley and Son Inc., 1962.

Suchman, J. Richard. "Inquiry : Inquiry in the Curriculum," The Structor. 1965.

Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Second Edition Publsihed by Charles E. Merril Publishing by Charles E. Merril Publishing comany, 1973.

Vanek, F.A.P. "A Comparative Study of Selected Science Teaching Material (EES) and a Textbook Approach on Classifying," Abstract International. 35 : 1522-A; September, 1974.

Weber, M.C. "The Influence of Science Curriculum Improvement Study on the Hearner Operational Utilization of Science Processes," Dissertation Abstract International. 32 : 3582 - A; 1972.

Webster, N. Webster's Third New International Sictionary. Massachusetts : G & C Merriam Company, 1981.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 7 แสดงค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.91	.21	7.6	16	.27	.39	15.5
2	.62	.58	11.8	17	.27	.29	15.4
3	.81	.36	9.5	18	.81	.36	9.5
4	.66	.52	11.4	19	.33	.31	14.7
5	.79	.57	9.7	20	.54	.36	12.6
6	.40	.25	14.0	21	.65	.43	11.4
7	.55	.27	12.5	22	.54	.29	12.6
8	.21	.41	16.3	23	.23	.45	15.9
9	.79	.20	9.7	24	.38	.21	14.2
10	.54	.44	12.6	25	.70	.24	10.9
11	.66	.22	11.3	26	.52	.32	12.8
12	.22	.43	16.1	27	.29	.33	15.2
13	.25	.36	15.7	28	.32	.49	14.8
14	.56	.41	12.4	29	.28	.20	15.4
15	.27	.29	15.4	30	.40	.33	14.1

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยใช้วิธี Kuder - Richardson (สูตร KR-20)

$\Sigma PQ = 6.17$

$\Sigma X = 718$

$N = 50$

$\overline{X} = 14.30$

$n = 30$

$S_t^2 = 13.38$

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

$= \frac{30}{29}\left[1 - \frac{6.17}{13.38}\right]$

$= \frac{30}{29}(1 - 0.46)$

$= \frac{30}{29}(0.54)$

$= 0.558$

แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น $= 0.558$

ตาราง 8 แสดงค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.21	.40	16.3	16	.54	.36	12.6
2	.65	.35	11.5	17	.68	.49	11.2
3	.28	.20	15.4	18	.78	.43	9.9
4	.54	.20	12.6	19	.44	.33	13.6
5	.24	.47	15.8	20	.63	.38	11.7
6	.28	.20	15.4	21	.67	.61	11.3
7	.21	.57	16.3	22	.29	.43	15.3
8	.21	.28	16.2	23	.46	.20	13.4
9	.25	.36	15.7	24	.27	.29	15.4
10	.22	.43	16.1	25	.60	.25	12.0
11	.48	.32	13.2	26	.50	.28	13.0
12	.61	.50	11.9	27	.67	.40	11.2
13	.28	.20	15.4	28	.52	.40	12.8
14	.20	.24	16.4	29	.44	.33	13.6
15	.50	.20	13.0	30	.38	.21	14.3

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของ นิวตัน โดยใช้วิธี Kuder - Richardson (สูตร KR-20)

$\Sigma PQ = 6.31$

$\Sigma X = 644$

$N = 50$

$\overline{X} = 12.88$

$n = 30$

$s_t^2 = 26.03$

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

$= \frac{30}{29}\left[1 - \frac{6.31}{26.03}\right]$

$= \frac{30}{29}(1 - 0.25)$

$= \frac{30}{29}(0.75)$

$= 0.775$

แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น $= 0.775$

ตาราง 9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	แตกต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	แตกต่าง
1	13	22	9	1	10	20	10
2	14	27	13	2	10	18	8
3	14	27	13	3	13	17	4
4	13	24	11	4	6	13	7
5	14	20	6	5	12	17	5
6	11	22	11	6	10	17	7
7	8	24	16	7	14	20	6
8	10	20	10	8	12	18	6
9	11	23	12	9	12	17	5
10	14	26	12	10	14	18	4
11	13	19	6	11	10	17	7
12	11	23	12	12	9	16	7
13	15	25	10	13	10	12	2
14	11	25	14	14	7	9	2
15	12	25	13	15	14	16	2
16	13	18	5	16	10	15	5
17	5	16	11	17	11	18	7
18	10	19	9	18	10	16	6
19	11	20	9	19	10	16	6
20	9	20	11	20	10	13	3

ตาราง 9 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	แตกต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	แตกต่าง
21	9	19	10	21	13	18	5
22	11	25	14	22	12	12	7
23	11	22	11	23	10	18	8
24	13	21	8	24	14	17	3
25	8	17	9	25	9	12	3
26	8	15	7	26	9	14	5
27	15	21	6	27	9	15	6
28	11	21	10	28	10	17	7
29	8	18	10	29	13	18	5
30	10	19	9	30	9	19	10

ตาราง 10 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการจำแนกประเภทของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	แตกต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	แตกต่าง
1	6	7	1	1	4	7	3
2	7	10	3	2	3	6	3
3	4	10	6	3	4	5	1
4	4	7	3	4	2	4	2
5	1	6	5	5	4	7	3
6	6	6	0	6	4	7	3
7	4	9	5	7	7	7	0
8	3	8	5	8	5	5	0
9	4	8	4	9	4	5	1
10	5	8	3	10	5	6	1
11	5	5	0	11	3	6	3
12	4	9	5	12	3	5	2
13	5	9	4	13	4	3	-1
14	4	7	3	14	2	2	0
15	5	9	4	15	5	7	2
16	6	7	1	16	4	6	2
17	2	7	5	17	3	6	3
18	3	8	5	18	4	5	1
19	4	7	3	19	3	3	0
20	4	7	3	20	3	7	4

ตาราง 10 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	แตกต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	แตกต่าง
21	4	8	4	21	2	6	4
22	3	8	5	22	4	6	2
23	1	8	1	23	4	8	4
24	7	8	7	24	6	7	1
25	3	6	3	25	4	3	-1
26	4	5	1	26	5	6	1
27	7	7	0	27	3	5	2
28	3	7	4	28	4	6	2
29	4	7	3	29	4	5	1
30	3	5	2	30	3	7	4

ตาราง 11 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	แตกต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	แตกต่าง
1	1	7	6	1	4	5	1
2	3	9	6	2	5	5	0
3	2	8	6	3	3	5	2
4	2	8	6	4	0	2	2
5	4	5	1	5	2	3	1
6	0	7	7	6	1	3	2
7	0	8	8	7	2	4	2
8	1	5	4	8	4	5	1
9	2	6	4	9	4	5	0
10	3	9	6	10	1	2	1
11	2	5	3	11	2	4	2
12	1	7	6	12	1	6	5
13	5	8	3	13	1	4	3
14	1	8	7	14	1	2	1
15	2	8	6	15	4	1	-3
16	1	5	4	16	2	3	1
17	1	4	3	17	1	3	2
18	3	5	2	18	2	5	1
19	1	4	3	19	4	5	1
20	1	5	4	20	2	1	-1

ตาราง 11 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	แตกต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	แตกต่าง
21	2	4	2	21	3	5	2
22	2	8	6	22	3	4	1
23	5	6	1	23	2	3	1
24	2	7	5	24	2	2	0
25	2	3	1	25	3	3	3
26	1	5	4	26	1	3	2
27	2	5	3	27	2	5	3
28	2	6	4	28	2	4	2
29	1	3	2	29	1	4	3
30	2	5	3	30	2	4	2

ตาราง 12 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎี ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	แตกต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	แตกต่าง
1	6	8	2	1	2	8	6
2	4	8	4	2	2	7	5
3	8	9	1	3	6	7	1
4	7	9	2	4	4	7	3
5	9	9	0	5	6	7	1
6	5	9	4	6	5	7	2
7	4	7	3	7	5	9	4
8	6	7	1	8	2	8	6
9	5	9	4	9	4	8	4
10	6	9	3	10	8	10	2
11	6	9	3	11	5	7	2
12	6	7	1	12	5	5	0
13	5	8	3	13	5	5	0
14	6	10	4	14	4	5	1
15	5	8	3	15	5	8	3
16	7	6	-1	16	4	6	2
17	2	5	3	17	7	9	2
18	4	6	2	18	4	6	2
19	6	9	3	19	3	8	5
20	4	8	4	20	5	5	0

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	แตกต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	แตกต่าง
21	3	7	4	21	8	7	-1
22	5	9	3	22	5	9	4
23	6	8	3	23	4	7	3
24	4	6	2	24	6	8	2
25	3	8	5	25	2	6	4
26	3	5	2	26	3	5	2
27	6	9	3	27	4	5	1
28	6	8	2	28	4	7	3
29	3	8	5	29	8	9	1
30	5	9	4	30	4	8	4

ตาราง 13 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	แตกต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	แตกต่าง
1	15	18	3	1	10	11	1
2	13	19	6	2	12	14	2
3	10	20	10	3	5	14	9
4	13	14	1	4	11	10	-1
5	9	19	10	5	10	10	-
6	16	17	6	6	14	16	2
7	9	19	7	7	13	18	5
8	11	17	2	8	15	16	1
9	12	19	4	9	13	15	2
10	11	13	3	10	12	14	2
11	14	18	2	11	17	15	-2
12	15	18	4	12	16	15	-1
13	11	13	3	13	10	9	-1
14	14	18	4	14	9	10	1
15	12	15	3	15	10	17	7
16	16	20	4	16	18	17	-1
17	14	18	4	17	13	10	-3
18	13	15	2	18	10	15	5
19	5	16	11	19	10	13	3
20	10	16	6	20	8	18	10

ตาราง 13 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	แตกต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	แตกต่าง
21	11	19	8	21	6	16	10
22	13	17	4	22	14	9	-1
23	10	15	5	23	13	16	4
24	10	15	5	24	14	16	2
25	10	18	8	25	5	18	4
26	9	12	3	26	14	15	2
27	12	17	5	27	14	16	2
28	16	22	6	28	18	18	7
29	11	20	9	29	9	15	6
30	11	19	8	30	10	11	1

ตาราง 14 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แยกเป็นรายทักษะ 7 ทักษะของกลุ่มทดลอง

ทักษะที่ 1 = ทักษะการสังเกต
ทักษะที่ 2 = ทักษะการจำแนก
ทักษะที่ 3 = ทักษะการคำนวณ
ทักษะที่ 4 = ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
ทักษะที่ 5 = ทักษะการพยากรณ์
ทักษะที่ 6 = ทักษะการกำหนดและการควบคุมตัวแปร
ทักษะที่ 7 = ทักษะการตีความหมายและการลงสรุป

ทักษะที่	1		2		3		4		5		6		7		รวม	
คนที่	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	3	4	2	4	1	1	2	3	4	2	3	3	0	1	15	18
2	2	3	2	4	2	2	2	4	1	3	3	3	1	0	13	19
3	2	4	2	4	1	2	2	3	1	4	2	3	0	0	10	20
4	1	2	1	1	2	1	4	5	2	3	3	2	0	0	13	14
5	2	5	0	4	1	1	3	4	1	2	2	3	0	0	9	19
6	3	4	3	3	3	1	4	4	3	2	0	3	0	0	16	17
7	2	4	2	4	1	2	4	3	1	2	1	3	0	1	9	19
8	2	0	0	3	1	1	2	5	2	3	2	5	0	2	11	17
9	3	2	0	4	1	1	4	5	1	4	2	3	1	0	12	19
10	1	5	3	3	0	1	2	0	2	1	3	3	0	0	11	13
11	2	3	3	2	0	1	2	5	3	4	3	3	1	0	14	18
12	3	3	1	4	1	1	3	5	2	2	3	3	0	0	15	18
13	2	3	1	3	1	1	3	1	2	1	2	3	0	1	11	13

ตาราง 14 (ต่อ)

ทักษะที่	1		2		3		4		5		6		7		รวม	
คนที่	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
14	3	5	1	5	2	1	2	2	3	2	3	3	0	0	12	15
15	3	5	0	0	2	1	2	4	2	2	3	3	0	0	12	15
16	3	4	3	4	3	1	2	5	3	3	2	3	0	0	16	20
17	4	5	0	3	1	1	4	2	2	2	3	3	0	2	14	18
18	2	3	3	4	1	1	2	3	2	2	2	3	1	0	13	15
19	2	4	1	2	1	1	1	5	0	2	0	2	0	0	5	16
20	2	4	2	4	1	1	2	2	2	2	1	2	0	0	10	16
21	2	2	2	3	1	3	2	3	1	5	3	3	0	0	11	19
22	2	2	1	4	3	2	5	5	1	1	1	3	0	0	13	17
23	1	2	0	3	3	1	2	4	1	1	1	2	2	1	10	15
24	2	2	1	3	0	1	2	5	2	3	3	1	0	0	10	15
25	0	0	1	3	1	2	3	4	3	4	2	2	0	1	10	18
26	1	1	1	5	1	0	2	3	3	2	1	2	0	0	9	12
27	3	3	2	4	1	1	3	5	1	3	2	3	0	0	12	17
28	2	5	2	2	2	2	5	5	3	3	1	3	1	0	16	22
29	2	2	0	5	2	2	4	4	2	4	1	2	0	1	11	19
30	3	5	0	3	0	1	4	5	2	2	2	3	0	0	11	19

ตาราง 15 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แยกเป็นรายทักษะ 7 ทักษะย่อย ของกลุ่มควบคุม

ทักษะที่ 1 = ทักษะการสังเกต

ทักษะที่ 2 = ทักษะการจำแนก

ทักษะที่ 3 = ทักษะการคำนวณ

ทักษะที่ 4 = ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

ทักษะที่ 5 = ทักษะการพยากรณ์

ทักษะที่ 6 = ทักษะการกำหนดและการควบคุมตัวแปร

ทักษะที่ 7 = ทักษะการตีความหมายและการลงสรุป

ทักษะที่	1		2		3		4		5		6		7		รวม	
คนที่	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	1	2	0	1	1	2	4	3	4	2	0	1	0	0	10	11
2	1	3	3	3	1	0	4	4	2	1	1	2	0	1	12	14
3	2	2	1	3	0	1	1	3	0	3	0	2	1	0	5	14
4	1	1	1	3	4	1	2	3	2	2	1	0	0	0	11	10
5	1	1	0	2	2	1	4	2	2	3	1	1	0	0	10	10
6	3	3	1	3	0	2	4	3	3	2	3	3	0	0	14	15
7	2	3	2	4	3	2	1	3	2	4	3	2	0	0	13	18
8	4	3	2	4	1	1	2	3	3	4	2	1	1	0	13	15
9	3	4	1	1	1	1	2	5	2	4	3	0	1	0	13	15
10	2	3	1	3	1	3	2	2	3	2	2	1	1	0	12	14
11	2	2	2	3	3	1	3	5	2	1	3	3	2	0	17	15
12	4	3	4	3	0	1	3	5	2	3	3	0	0	0	16	15
13	2	1	0	3	0	0	2	1	4	2	2	2	0	0	10	9
14	2	3	0	1	1	0	4	3	1	1	1	1	0	1	9	10

ตาราง 15 (ต่อ)

ทักษะที่	1		2		3		4		5		6		7		รวม	
คนที่	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
15	2	3	0	2	2	3	1	4	2	2	1	3	2	0	10	17
16	3	3	3	2	3	2	3	5	3	2	2	3	0	1	18	17
17	4	2	2	2	1	0	1	3	2	2	3	1	0	0	13	10
18	2	3	0	2	2	1	2	4	2	3	2	2	0	0	10	15
19	2	3	0	1	1	0	2	3	3	1	1	3	1	2	10	13
20	3	5	0	1	1	2	1	5	1	3	1	2	1	0	8	18
21	0	4	1	3	2	1	2	2	0	3	1	3	0	0	6	16
22	4	4	0	3	3	0	1	2	3	4	2	0	1	0	14	13
23	4	3	4	4	1	2	2	2	2	3	0	2	0	1	13	17
24	2	3	1	3	2	1	3	4	2	4	3	1	1	0	14	16
25	1	2	0	1	1	2	1	1	1	1	0	1	1	1	5	9
26	3	4	1	5	2	2	4	1	1	2	2	2	1	0	14	16
27	3	4	2	3	1	1	3	2	3	4	2	2	0	0	14	16
28	2	3	0	3	0	2	4	5	4	1	0	3	1	1	11	18
29	2	2	2	2	1	2	2	5	0	1	2	3	0	0	9	15
30	0	1	0	3	1	0	4	4	2	2	2	1	1	0	10	11

ภาคผนวก ข

- แผนการสอนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่
- กิจกรรมเชิงสาธิต
- แบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

แผนการเรียนการสอน เรื่อง แรง (Force)
ครั้งที่ 1 (คาบ 1 - 2)

<u>ความคิดรวบยอด</u>

1. แรง คือ ปริมาณทางฟิสิกส์ ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่

2. แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ (Vector Quantity) มีหน่วยเป็น "นิวตัน"

3. แรงลัพธ์ (Resultant Force) คือผลรวมมของแรงย่อย (Component Force) ที่กระทำต่อวัตถุ

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u> เมื่อจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของแรง และแรงลัพธ์ ได้

2. บอกได้ว่าแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์

3. ยกตัวอย่างสถานการณ์ เพื่ออธิบายว่าแรงทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ได้

<u>กิจกรรมการเรียนการสอน</u>

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (40 นาที)

1.1 ครูแสดงการสาธิต กิจกรรมเชิงสาธิต เรื่องแรง

1.2 นักเรียนศึกษาแบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ (คำชี้แจงและเอกสารหมายเลข 1)

1.3 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกโดยเสนอปัญหา และกำหนดสมมติฐาน (เอกสารหมายเลข 2, 3)

2. ขั้นทดลอง (40 นาที)

นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง แรง ในแบบเรียน เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน และบันทึกผลการทดลอง ในเอกสารหมายเลข 5

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง (20นาที)

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง

3.2 นักเรียนเขียนแผนภูมิความคิดรวบยอดลงในแบบฝึก (เอกสารหมายเลข 6)

3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง (เอกสารหมายเลข 6)

3.4 นักเรียนพิจารณาแนวคำตอบของเอกสารหมายเลข 6 และความรู้เพิ่มเติม (เอกสารหมายเลข 7)

<u>สื่อการเรียนการสอน</u>

1. อุปกรณ์ กิจกรรมสาธิต
2. แบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

<u>การวัดผลและการประเมินผล</u>

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. ตรวจผลการตอบคำถามจากแบบฝึก

แผนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน
ครั้งที่ 2 (คาบที่ 3 - 4)

<u>ความคิดรวบยอด</u>

1. วัตถุจะรักษาสภาพอยู่นิ่งหรือสภาพเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอเป็นเส้นตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ (Every Object Continues in its States of rest or of unform rectilinear motion unless acted upon by an unbalanced force)

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u> เมื่อจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายสถานการณ์ที่นำไปสรุปกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันได้
2. นำกฎข้อที่หนึ่งของนิวตันไปอธิบายสถานการณ์บางอย่างที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

<u>กิจกรรมการเรียนการสอน</u>

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (40 นาที)

1.1 ครูแสดงการสาธิต กิจกรรมเชิงสาธิต เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน

1.2 นักเรียนศึกษาแบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ (คำชี้แจงและเอกสารหมายเลข 1)

1.3 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกโดยเสนอปัญหา และกำหนดสมมติฐาน (เอกสารหมายเลข 2, 3) แล้วพิจารณาแนวคำตอบ (เอกสารหมายเลข 4)

2. ขั้นทดลอง (40 นาที)

นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน ในแบบเรียนเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน และบันทึกผลการทดลองลงในเอกสารหมายเลข 5

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง (20 นาที)

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง

3.2 นักเรียนเขียนแผนภูมิความคิดรวบยอดลงในแบบฝึก (เอกสารหมายเลข 6)

3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง (เอกสารหมายเลข 6)

3.4 นักเรียนพิจารณาแนวคำตอบของเอกสารหมายเลข 6 และความรู้เพิ่มเติม (เอกสารหมายเลข 7)

<u>สื่อการเรียนการสอน</u>

1. อุปกรณ์ กิจกรรมสาธิต
2. แบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

<u>การวัดผลและการประเมินผล</u>

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. ตรวจผลการตอบคำถามจากแบบฝึก

แผนการสอน เรื่อง มวล (Mass)
ครั้งที่ 3 (คาบ 5 - 6)

<u>ความคิดรวบยอด</u>

1. มวล คือ สมบัติที่ต้านการเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ
2. มวลเป็นปริมาณสเกลาร์ (Scalar Quantity) มีหน่วยเป็น "กิโลกรัม"

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u> เมื่อจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของ มวล ได้
2. บอกได้ว่ามวลเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็นนิวตัน

<u>กิจกรรมการเรียนการสอน</u>

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (40 นาที)

1.1 ครูแสดงการสาธิต กิจกรรมเชิงสาธิต เรื่อง มวล

1.2 นักเรียนศึกษาแบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ (คำชี้แจง และเอกสารหมายเลข 1)

1.3 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกโดยเสนอปัญหา และกำหนดสมมติฐาน (เอกสารหมายเลข 2, 3) แล้วพิจารณาแนวคำตอบ (เอกสารหมายเลข 6)

2. ขั้นทดลอง (40 นาที)

นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง มวล ในแบบเรียน เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน และบันทึกผลการทดลองในเอกสารหมายเลข 5

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง (20 นาที)

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง

3.2 นักเรียนเขียนแผนภูมิความคิดรวบยอดลงในแบบฝึก (เอกสารหมายเลข 6)

3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผบการทดลอง (เอกสารหมายเลข 6)

3.4 นักเรียนพิจารณาแนวคำตอบของเอกสารหมายเลข 6 และความรู้เพิ่มเติม (เอกสารหมายเลข 7)

<u>สื่อการเรียนการสอน</u>

1. อุปกรณ์ กิจกรรมสาธิต
2. แบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. ตรวจผลการตอบคำถามจากแบบฝึก

แผนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน
ครั้งที่ 4 (คาบที่ 7 - 8)

<u>ความคิดรวบยอด</u>

1. เมื่อมวลคงตัว ความเร่งของวัตถุแปรผันตรงกับแรงลัพธ์
2. เมื่อแรงคงตัว ความเร่งของวัตถุแปรผกผันกับมวลของวัตถุ
3. เมื่อมีแรงลัพธ์ ซึ่งมีขนาดไม่เป็นศูนย์ มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u> หลังจากจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร่ง เมื่อมวลคงตัวได้
2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างความเร็วกับเวลาจากการทดลองเพื่อหาความเร่งจากการเคลื่อนที่ได้
3. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แรงกับความเร่ง เมื่อมวลคงตัวได้
4. แปลความหมายของกราฟได้ว่าความเร่งแปรผันตรงกับแรง เมื่อมวลคงตัว
5. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรง เมื่อมวลคงตัวได้
6. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับมมวล เป็นแรงคงตัวได้
7. นำกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันไปแก้ปัญหา เมื่อกำหนดสถานการณ์จริงให้ได้

<u>กิจกรรมการเรียนการสอน</u>

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (40 นาที)

1.1 ครูแสดงการสาธิต กิจกรรมเชิงสาธิต เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

1.2 นักเรียนศึกษาแบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ (เอกสารหมายเลข 1)

1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนด และตั้งสมมติฐานลงในแบบฝึก (เอกสารหมายเลข 2, 3 และ 4)

2. ขั้นทดลอง (40 นาที)

นักเรียนทำการทดลองที่ 7.1 ในแบบเรียน เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน และบันทึกผลการทดลองลงในเอกสารหมายเลข 5

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง (20 นาที)

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง

3.2 นักเรียนเขียนแผนภูมิความคิดรวบยอดลงในแบบฝึก (เอกสารหมายเลข 6 และ 7)

3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองเป็นความรู้ใหม่

<u>สื่อการเรียนการสอน</u>

1. แบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
2. อุปกรณ์การทดลองที่ 7.1 ตามแบบเรียน

<u>สื่อการเรียนการสอน</u>

1. แบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
2. อุปกรณ์การทดลองที่ 7.1 ตามแบบเรียน

<u>การวัดผลและการประเมินผล</u>

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. ตรวจผลการตอบคำถามจากแบบฝึก

แผนการเรียนการสอน เรื่อง น้ำหนัก (Weight)
ครั้งที่ 5 (คาบที่ 9 - 10)

<u>ความคิดรวบยอด</u>

1. น้ำหนักของวัตถุ คือ แรงดึงดูดของโลกดึงดูดวัตถุ
2. น้ำหนักเป็นปริมาณเวกเตอร์ (Vector Quantity) มีหน่วยเป็น "นิวตัน"
3. เมื่อชั่งวัตถุก้อนเดียวกัน ณ บริเวณต่างกันน้ำหนักของวัตถุจะเปลี่ยนแปลงไปตามค่า g

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u> เมื่อจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกได้ว่า แรงที่โลกดึงดูดวัตถุ คือ น้ำหนักของวัตถุ
2. บอกได้ว่า น้ำหนักเป็นปริมาณเวกเตอร์
3. บอกได้ว่าวัตถุก้อนเดียวกัน เมื่อชั่ง ณ บริเวณต่างกันน้ำหนักของวัตถุจะเปลี่ยนไปตามค่า g

<u>กิจกรรมการเรียนการสอน</u>

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (40 นาที)

1.1 ครูแสดงการสาธิต กิจกรรมเชิงสาธิต เรื่องน้ำหนัก

1.2 นักเรียนศึกษาแบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ (คำชี้แจง และ เอกสารหมายเลข 1)

1.3 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกโดยเสนอปัญหา และกำหนดสมมติฐาน (เอกสารหมายเลข 2, 3) แล้วพิจารณาแนวคำตอบ (เอกสารหมายเลข 4)

2. ขั้นทดลอง (40 นาที)

นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง น้ำหนักในแบบเรียน เพื่อตรวจสอบสมมติฐานและบันทึกผลการทดลองในเอกสารหมายเลข 5

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง (20 นาที)

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง

3.2 นักเรียนเขียนแผนภูมิความคิดรวบยอดลงในแบบฝึก (เอกสารหมายเลข 6)

3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง (เอกสารหมายเลข 6)

3.4 นักเรียนพิจารณาแนวคำตอบของเอกสารหมายเลข 6 และความรู้เพิ่มเติม (เอกสารหมายเลข 7)

<u>สื่อการเรียนการสอน</u>

1. อุปกรณ์ กิจกรรมสาธิต
2. แบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

<u>การวัดผลและการประเมินผล</u>

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. ตรวจผลการตอบคำถามจากแบบฝึก

แผนการเรียนการสอน เรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน
ครั้งที่ 6 (คาบ 11 - 12)

<u>ความคิดรวบยอด</u>

1. วัตถุทั้งสองที่อยู่บนโลก หรือดาวเคราะห์ต่าง ๆ ในเอกภพ จะออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน

2. ขนาดของแรงดึงดูดระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ จะแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างมวลของวัตถุแจะแปรผันกับกำลังสองของระยะทางระหว่างวัตถุสอง

3. G เป็นค่าคงตัว สำหรับวัตถุทุกชนุดในเอกภพ เรียกว่า ค่าคงตัวความโน้มถ่วงสากล (Universal Gravitional Constant)

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u> เมื่อจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. บอกกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

2. ให้กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน หาปริมาณที่เกี่ยวข้องเมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

3. บอกได้ว่า G เป็นค่าคงตัว สำหรับวัตถุทุกชนิดในเอกภพ เรียกว่า ค่าคงตัวความโน้มถ่วงสากล

<u>กิจกรรมการเรียนการสอน</u>

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (40 นาที)

1.1 ครูแสดงการสาธิต กิจกรรมเชิงสาธิต เรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

1.2 นักเรียนศึกษาแบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ (คำชี้แจง และ เอกสารหมายเลข 1)

1.3 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกโดยเสนอปัญหา และกำหนดสมมติฐาน (เอกสารหมายเลข 2, 3) แล้วพิจารณาแนวคำตอบ (เอกสารหมายเลข 4)

2. ขั้นทดลอง (40 นาที)

นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันในแบบเรียน เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน และบันทึกผลการทดลองในเอกสารหมายเลข 5

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง (20 นาที)

3.1 ครและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง

3.2 นักเรียนเขียนแผนภูมิความคิดรวบยอดลงในแบบฝึก (เอกสารหมายเลข 6)

3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง (เอกสารหมายเลข 6)

3.4 นักเรียนพิจารณาแนวคำตอบของเอกสารหมายเลข 5 และความรู้เพิ่มเติม (เอกสารหมายเลข 7)

<u>สื่อการเรียนการสอน</u>

1. อุปกรณ์ กิจกรรมสาธิต
2. แบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

<u>การวัดผลและการประเมินผล</u>

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. ตรวจผลการตอบคำถามจากแบบฝึก

แผนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน
ครั้งที่ 7 (คาบที่ 13 - 14)

<u>ความคิดรวบยอด</u>

1. ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยา ที่มีขนาดเท่ากันและทิศทางตรงข้ามเสมอ

2. แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา กระทำต่อวัตถุคนละก้อน ซึ่งเป็นคู่เกี่ยวข้องกัน

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u> เมื่อจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของแรงกิริยา และแรงปฏิกิริยา พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของทั้งสองได้

2. บอกได้ว่าแรงคู่ใดเป็นแรงกิริยา - ปฏิกิริยา เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

3. นำกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันไปแก้ปัญหาได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์จริงให้

<u>กิจกรรมการเรียนการสอน</u>

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (20 นาที)

1.1 ครูแสดงการสาธิต กิจกรรมเชิงสาธิต เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน

1.2 นักเรียนศึกษาแบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ (คำชี้แจง และเอกสารหมายเลข 1)

1.3 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกโดยเสนอปัญหา และกำหนดสมมติฐาน (เอกสารหมายเลข 2, 3) แล้วพิจารณาแนวคำตอบในเอกสารหมายเลข 4

2. ขั้นทดลอง (40 นาที)

นักเรียนทำกิจกรรม 7.1 เรื่องแรงคู่กิริยา - ปฏิกริยา ในแบบเรียน เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน และบันทึกผลการทดลองในเอกสารหมายเลข 5

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง (20 นาที)

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง

3.2 นักเรียนเขียนแผนภูมิความคิดรวบยอดลงในแบบฝึก (เอกสารหมายเลข 6)

3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง (เอกสารหมายเลข 6)

3.4 นักเรียนพิจารณาแนวคำตอบของเอกสารหมายเลข 6 และความรู้เพิ่มเติม (เอกสารหมายเลข 7)

<u>สื่อการเรียนการสอน</u>

1. แบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
2. อุปกรณ์กิจกรรมที่ 7.1

<u>การวัดผลและการประเมินผล</u>

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. ตรวจผลการตอบคำถามแบบฝึก

แผนการเรียนการสอน เรื่อง การใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
ครั้งที่ 8 (คาบที่ 15 - 16)

<u>ความคิดรวบยอด</u>

การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้ต้องพิจารณาถึง แรงที่เรากระทำต่อวัตถุ โดยการเขียนภาพแทนวัตถุ และเขียนแรงภายนอกทุกแรกพร้อมทิศทางที่กระทำต่อวัตถุนั้น

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u> เมื่อจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันทั้งสามข้อ หาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

2. นำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันทั้งสามข้อไปแก้ปัญหาได้เมื่อกำหนดสถานการณ์จริงให้

<u>กิจกรรมการเรียนการสอน</u>

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (40 นาที)

1.1 ครูแสดงการสาธิต กิจกรรมเชิงสาธิต เรื่อง การใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

1.2 นักเรียนศึกษาแบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ (คำชี้แจงและเอกสารหมายเลข 1)

1.3 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกโดยเสนอปัญหา และกำหนดสมมติฐาน (เอกสารหมายเลข 2, 3) แล้วพิจารณาแนวคำตอบ (เอกสารหมายเลข 4)

2. ขั้นทดลอง (40 นาที)

นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง การใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ในแบบเรียน เพื่อตรวจสอบสมมติฐานและบันทึกผลการทดลองในเอกสารหมายเลข 5

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง (20 นาที)

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง

3.2 นักเรียนเขียนแผนภูมิความคิดรวบยอดลงในแบบฝึก (เอกสารหมายเลข 6)

3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง (เอกสารหมายเลข 6)

3.4 นักเรียนพิจารณาแนวคำตอบของเอกสารหมายเลข 6 และความรู้เพิ่มเติม (เอกสารหมายเลข 7)

สื่อการเรียนการสอน

1. อุปกรณ์ กิจกรรมสาธิต
2. แบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม
2. ตรวจผลการตอบคำถามจากแบบฝึก

กิจกรรมเชิงสาธิต

(วิชาฟิสิกส์ 021 เรื่อง มวล แรง กฎการเคลื่อนที่ของนิตัน)

<u>คำชี้แจง</u>

1. กิจกรรมเชิงสาธิตใช้สำหรับครูผู้สอนเป็นผู้สาธิต
2. กิจกรรมเชิงสาธิตมี 8 ชุดดังต่อไปนี้
   - 2.1 แรง
   - 2.2 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน
   - 2.3 มวล
   - 2.4 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน
   - 2.5 น้ำหนัก
   - 2.6 กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล
   - 2.7 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน
   - 2.8 การใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
3. กิจกรรมสาธิต ใช้เวลาชุดละ 20 นาที

กิจกรรมเชิงสาธิตที่ 1
(ครั้งที่ 1, 20 นาที)

ชื่อเรื่อง แรง (Force)

จุดประสงค์
1. เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องแรง
2. เพื่อให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับการออกแรง

อุปกรณ์

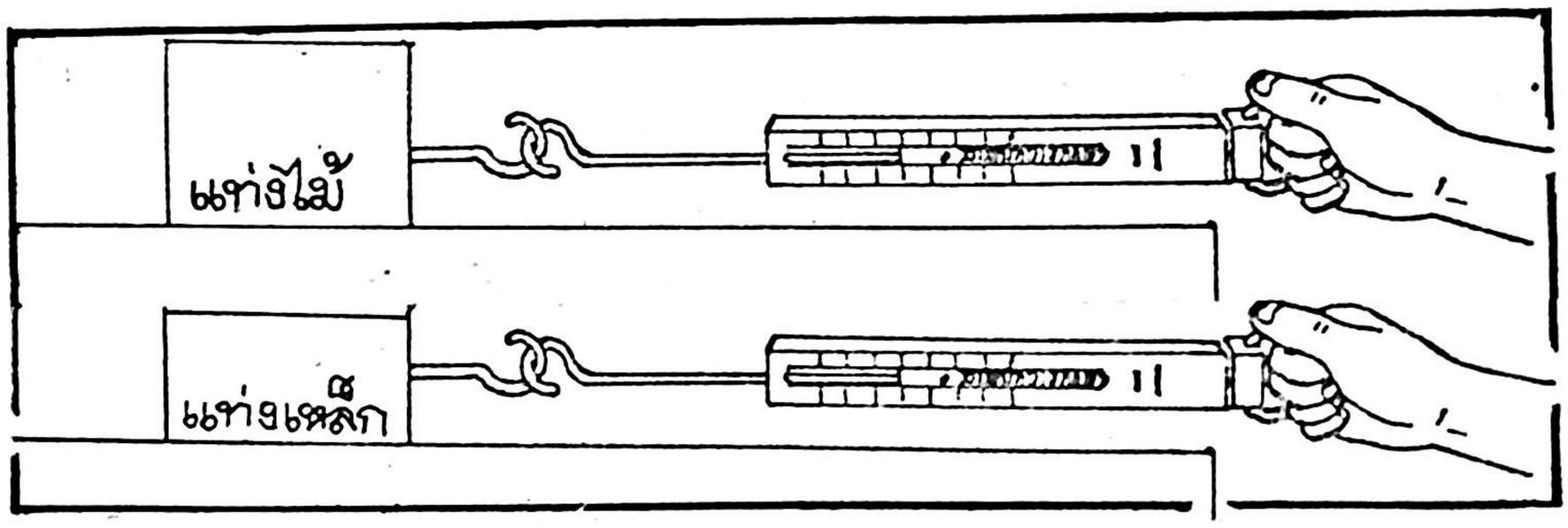
1.	แท่งไม้	1 แท่ง
2.	แท่งเหล็ก	1 แท่ง
3.	ตาชั่งสปริง	2 อัน

วิธีการสาธิต

1. นำแท่งไม้และแท่งเหล็ก มาให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมคาดคะเนด้วยความรู้สึกว่ากากรจะเคลื่อนที่ 2 สิ่งดังกล่าว สิ่งไหนต้องใช้ออกแรงมากกว่ากัน

2. ครูสาธิตโดยการใช้ตาชั่งสปริงดึง แท่งไม้ และแท่งเหล็ก ทีละครั้งตามลำดับในแนวระดับ

3. ให้นักเรียนสังเกต ขนาดการออกแรงที่ตาชั่งสปริง ทิศทางการเคลื่อนที่ของแท่งไม้และแท่งเหล็ก



ข้อเสนอแนะ

1. ควรใช้แท่งไม้ และ แท่งเหล็กที่มีขนาดและรูปร่างใกล้เคียงกัน
2. การดึงตาชั่งปริง ควรดึงในแนวระดับ ให้เป็นเส้นตรง

กิจกรรมเชิงสาธิตที่ 2
(ครั้งที่ 2, 20 นาที)

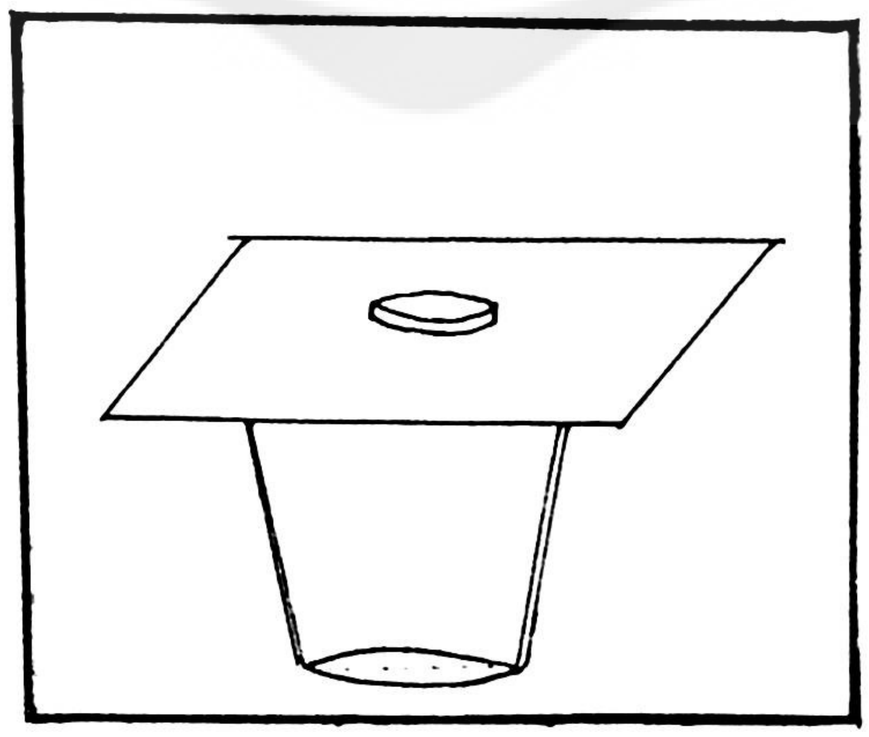
ชื่อเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน (Newton's First Law of Motion)

จุดประสงค์
1. เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน
2. เพื่อให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับกฎความเฉื่อย (Inertia Law)

อุปกรณ์
1. แก้ว
2. เหรียญ
3. กระดาษ

วิธีการสาธิต

1. วางกระดาษบนปากแก้ว
2. วางเหรียญบนกระดาษดังรูป
3 ดึงกระดาษในแนวระดับ ออกอย่างเร็วในทิศทางที่เป็นเส้นตรง



ข้อเสนอแนะ

1. การดึง ควรถึงในแนวกระดาษให้เป็นเส้นตรงในทิศทางเดียว
2. ควรใช้กระดาษที่ไม่หนาจนเกินไป

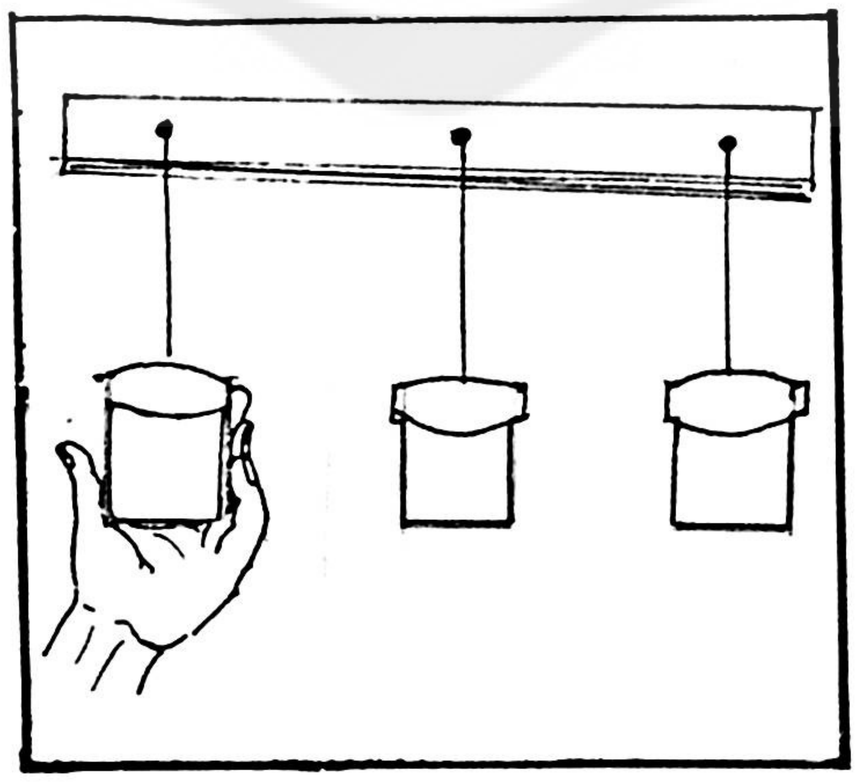
กิจกรรมเชิงสาธิตที่ 3
(ครั้งที่ 3, 20 นาที)

ชื่อเรื่อง มวล (Mass)

จุดประสงค์
1. เพื่อนำเข้าไปสู่บทเรียนเรื่องมวล
2. เพื่อให้นักเรียนศึกษาคุณสมบัติบางประการของมวลของวัตถุ

อุปกรณ์
1. กล่องฟิล์มเปล่า พลาสติกสีดำ 3 กล่อง
2. เชือก 3 เส้น
3. ดินน้ำมัน

วิธีการสาธิต
1. นำดินน้ำมันบรรจุลงในกล่องฟิล์มพลาสติกสีดำ 3 กล่อง ในปริมาณที่แตกต่างกัน
2. นำกล่องฟิล์มที่ถูกบรรจุดินน้ำมันแล้วมาแขวนด้วยเชือก ดังรูป
3. ขยับกล่องฟิล์มแต่ละกล่องในแนวระดับ สังเกตความแตกต่าง



ข้อเสนอแนะ
1. การขยับกล่องฟิล์ม แต่ละกล่องควรขยับในแนวระดับเท่านั้น ไม่ควรยกขึ้น
2. ไม่ควรให้นักเรียนทราบก่อนว่ากล่องฟิล์มพลาสติกสีดำกล่อง บรรจุดินน้ำมันปริมาณมากกว่ากัน

กิจกรรมเชิงสาธิตที่ 4

(ครั้งที่ 4, 20 นาที)

ชื่อเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน (Newton's Second Law of Motion)

จุดประสงค์ 1. เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

2. เพื่อให้นักเรียนศึกษา สถานการณ์ที่เกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนวตัน

อุปกรณ์ 1. แอร์แทร์ 1 เครื่อง

2. ดินน้ำมัน 2 ก้อน (ขนาดเท่ากันโดยแต่ละก้อนมีมวล 200 กรัม)

3. เครื่องเป่าลม

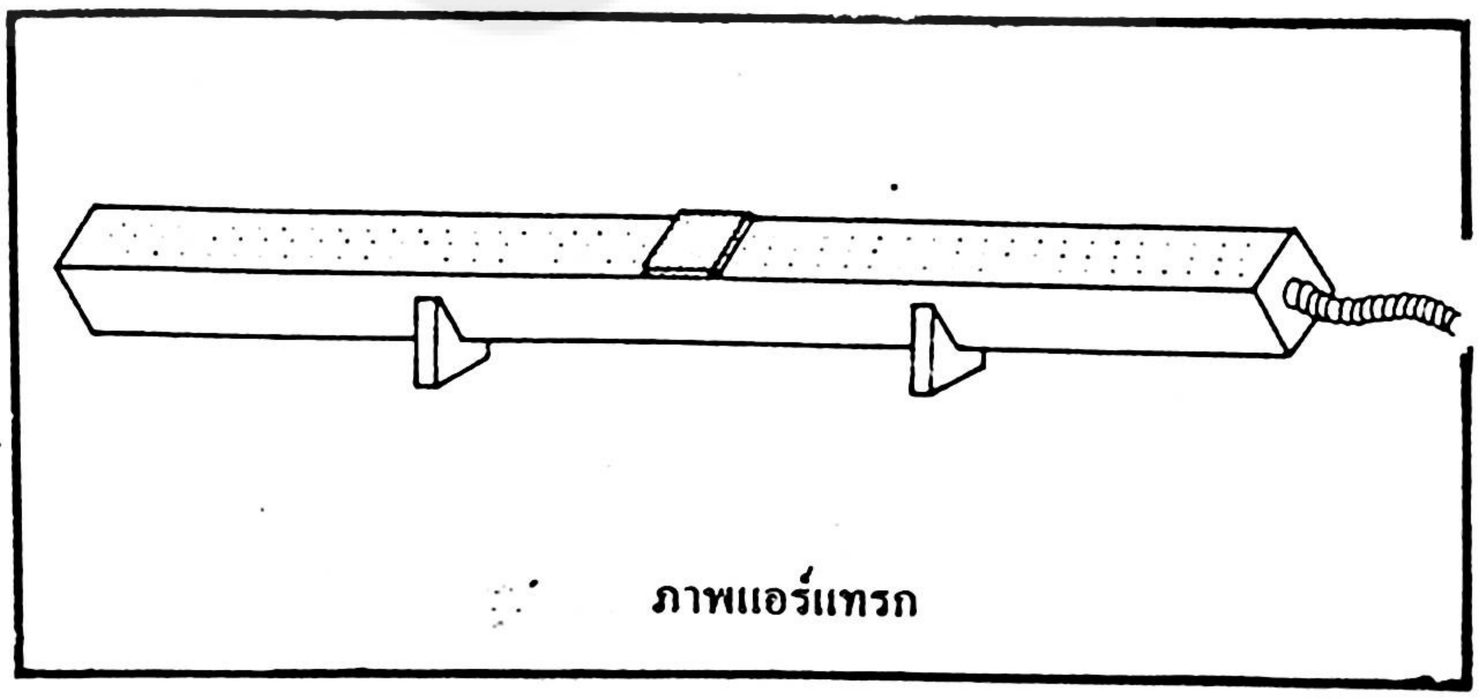
วิธีการสาธิต

1. ครูสาธิตโดยเปิดเครื่องเป่าลมเข้าแอร์แคร์กแล้วออกแรงหลักแผ่นพลาสติก ให้เคลื่อนที่

2. ครูนำดินน้ำมัน 1 ก้อนวางบนแผ่นพลาสติก แล้วผลักด้วยแรงเท่าเดิม

3. ครูนำดินน้ำมัน 2 ก้อน วางบนแผ่นพลาสติก แล้วผลักด้วยแรงเท่าเดิม (เหมือนข้อที่ 1)

4. ให้นักเรียนสังเกต ความแตกต่าง ของการเคลื่อนที่ของวัตถุตามการสาธิต ข้อที่ 2 และข้อ 3 (โดยสังเกตที่ความเร่งของแผ่นพลาสติก เมื่อออกแรงคงเดิม)



ภาพแอร์แทรก

ข้อเสนอแนะ

1. ครูควรอธิบายคุณสมบัติและประโยชน์ของแอร์แทร์ก ตลอดจนวิธีการใช้

2. การออกแรงผลักแผ่นพลาสติกควรออกให้พอเหมาะ (เท่า ๆ กันทั้ง 3 ครั้ง) ไม่ควรออกแรงมาก หรือน้อยเกินไป

กิจกรรมเชิงสาธิตที่ 5
(ครั้งที่ 5, 20 นาที)

ชื่อเรื่อง น้ำหนัก (Meight)

จุดมุ่งหมาย

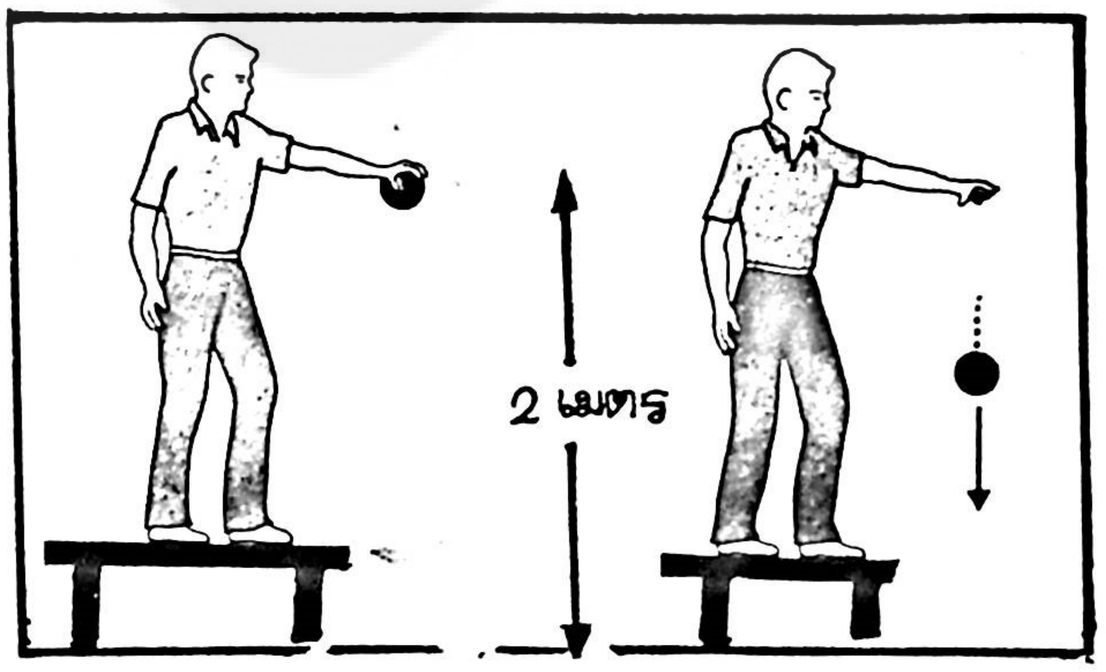
1. เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนในเรื่องน้ำหนัก
2. เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาเกี่ยวกับแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ

อุปกรณ์

1. วัตถุเป็นลูกพลาสติก 1 ลูก
2. ไม้เมตร
3. โต๊ะ

วิธีการสาธิต

1. ครูสาธิตโดยการนำวัตถุที่เป็นลูกพลาสติกปล่อยตกแบบเสรีที่ระดับความสูง 2 และ 4 เมตร
2. ให้นักเรียนสังเกตการตกแบบเสรีของวัตถุ ที่ระดับความสูงทั้ง 2
3. ครูอภิปรายเรื่องการตกแบบเสรีว่าแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ คือ "น้ำหนักของวัตถุ"



ข้อเสนอแนะ

1. ควรใช้วัตถุที่เป็นลูกพลาสติก ทรงกลมตัน
2. การสาธิตการปล่อยวัตถุตกแบบเสรี ควรเป็นบริเวณเดียวกัน ทั้ง 2 ระดับความสูง

กิจกรรมเชิงสาธิตที่ 6
(ครั้งที่ 6, 20 นาที)

ชื่อเรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

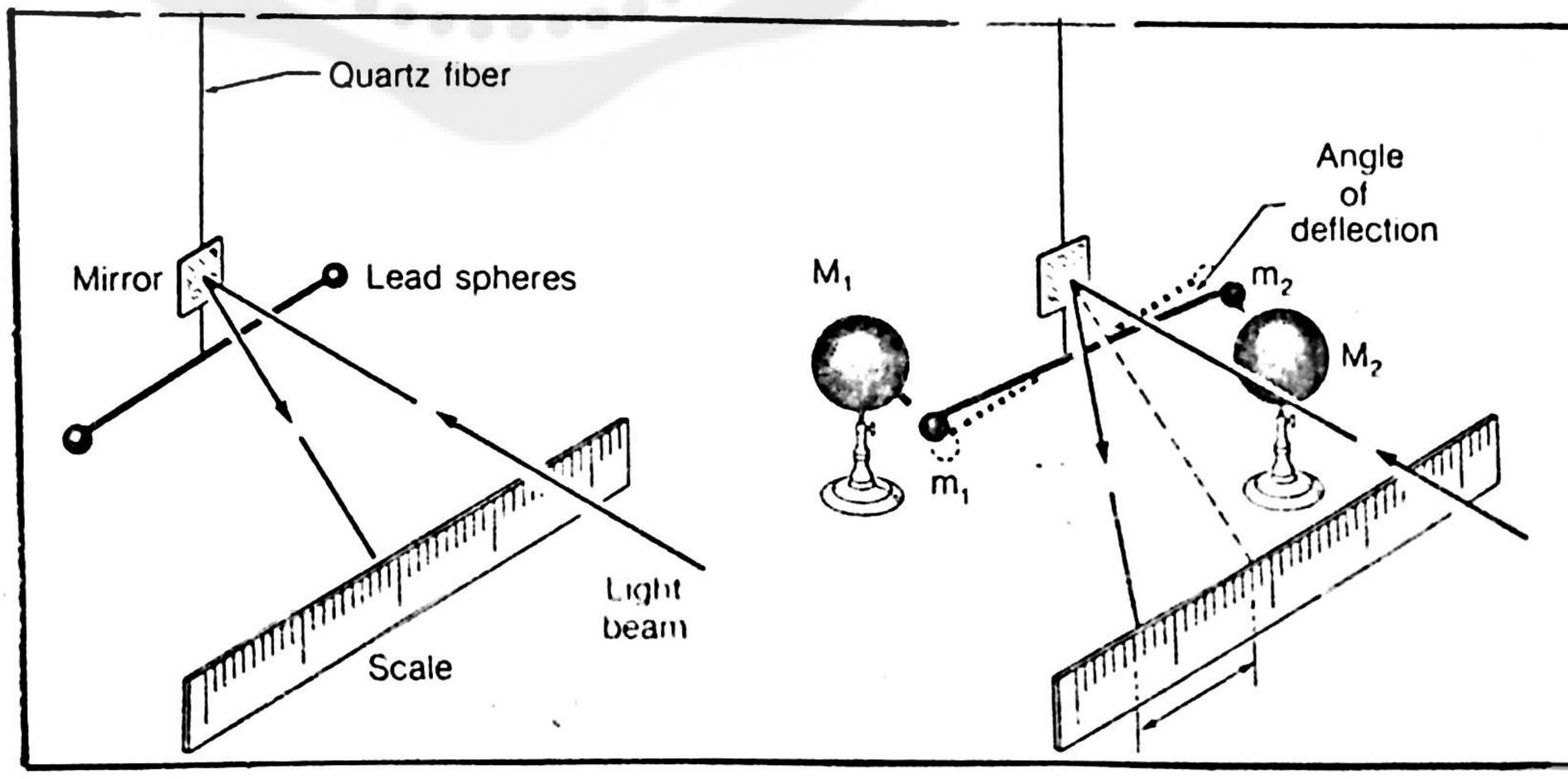
จุดประสงค์
1. เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนในเรื่องกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน
2. เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาปรากฏการณ์เกี่ยวกับท กฎแรงดึงดูดระหว่าง

อุปกรณ์
1. แผ่นใสของเครื่องมือของคาเวนดิช 1 แผ่น
2. เอกสารภาพประกอบแผ่นใส 1 แผ่น

วิธีการสาธิต (ไม่สามารถสาธิตเรื่องนี้ได้ ใช้การบรรยายประกอบแผ่นใสแทน)

1. ครูอธิบายเรื่องแรงดึงดูดของโลกกับวัตถุเปรียบกับ แรงดึงดูดระหว่างมวลทั้งสอง

2. ครูแสดงรูปภาพแผ่นใสของเครื่องมือในการทดลองหาค่าคงตัวความโน้มถ่วงของคาเวนดิช และอธิบายวิธีการใช้เครื่องมือนี้



ข้อเสนอแนะ

1. ภาพที่แสดงควรมีขนาดใหญ่พอ
2. ควรแสดงรูปภาพเปรียบเทียบภาพทั้งก่อนและหลังการดึงดูดระหว่างมวลของวัตถุ

กิจกรรมเชิงสาธิตที่ 7
(ครั้งที่ 7, 20 นาที)

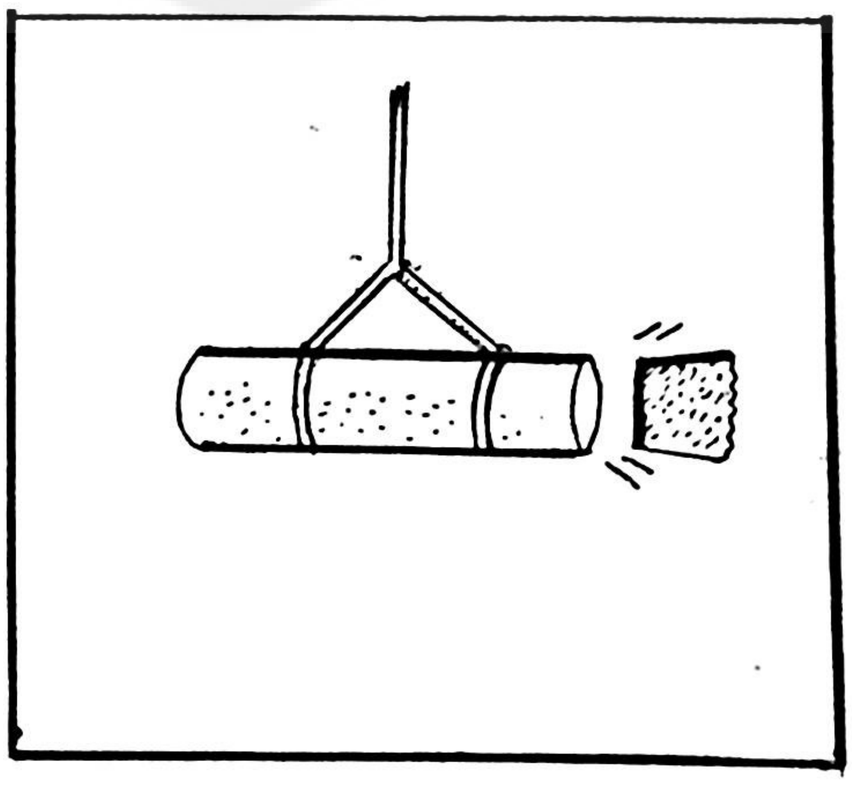
ชื่อเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน (Newton's Third Law of Motion)

จุดประสงค์
1. เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามมของนิวตัน
2. เพื่อให้นักเรียนศึกษา สถานการณ์เกี่ยวกับแรงกิริยา แรงปฏิกิริยา

อุปกรณ์
1. หลอดทดลอง
2. จุดคือก (cork)
3. น้ำโซดา (soda)
4. เชือก

วิธีการสาธิต

1. ครูสาธิตโดยนำน้ำโซดาบรรจุลงในหลอด ทดลอง แล้วปิดด้วยจุกคือก
2. แล้วนำมาแขวนด้วยเชือกดังรูป
3. เขย่าหลอดทดลองที่แขวนเรียบร้อยแล้ว จนกระทั่งน้ำโซดาซ่า จึงทำให้จุกคือก กระเด็น
4. ให้นักเรียนสังเกต ทิศทางการเคลื่อนที่ของจุกคือกและหลอดทดลอง ขณะจุกคือก กระเด็น



ข้อเสนอแนะ

1. ควรปิดจุกคือกให้แน่นพอเหมาะ
2. ไม่ควรนำน้ำโซดา ที่เปิดออกจากขวดทิ้งไว้นาน

กิจกรรมเชิงสาธิตที่ 8

(ครั้งที่ 8, 20 นาที)

<u>ชื่อเรื่อง</u> การใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

<u>จุดประสงค์</u> 1. เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน ในเรื่อง การใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

2. เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษา การใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

<u>อุปกรณ์</u> 1. รถอลูมิเนียม

2. รางไม้

3. ลูกโป่ง

4. เทปใส

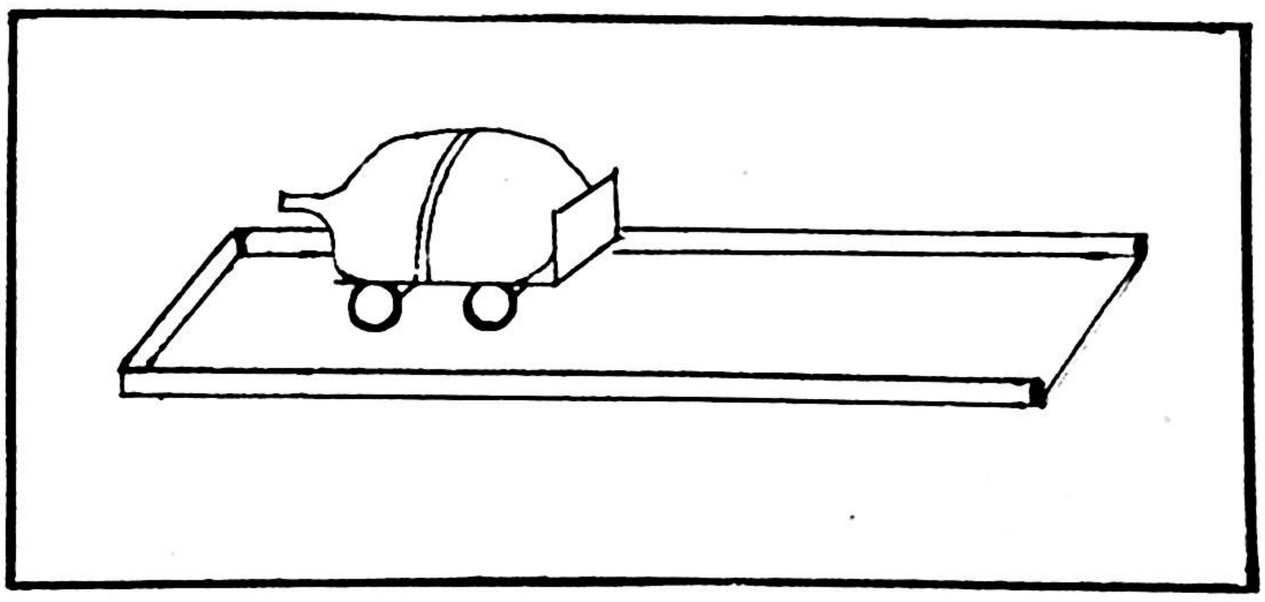
<u>วิธีการสาธิต</u>

1. ครูสาธิตโดยการเอาลูกโป่งเป่าแล้วมาวางและติดเทปใสให้ติดนรถอลูมิเนียมที่จอดนิ่ง ๆ บนรางไม้ ดังรู

2. ครูปล่อยลมที่ปากลูกโป่ง ซึ่งจะทำให้รถอลูมิเนียมวิ่งไปตามรางไม้ที่กำหนดให้

3. ให้นักเรียนสังเกต สภาพการเคลื่อนที่ของรถอลูมิเนียม

4. ครูสาธิต ข้อ 1 และข้อ 2 ซ้ำอีก 3 ครั้ง



<u>ข้อเสนอแนะ</u>

1. ควรใช้รถอลูมิเนียมที่มีล้อไม่ผืดจนเกินไป

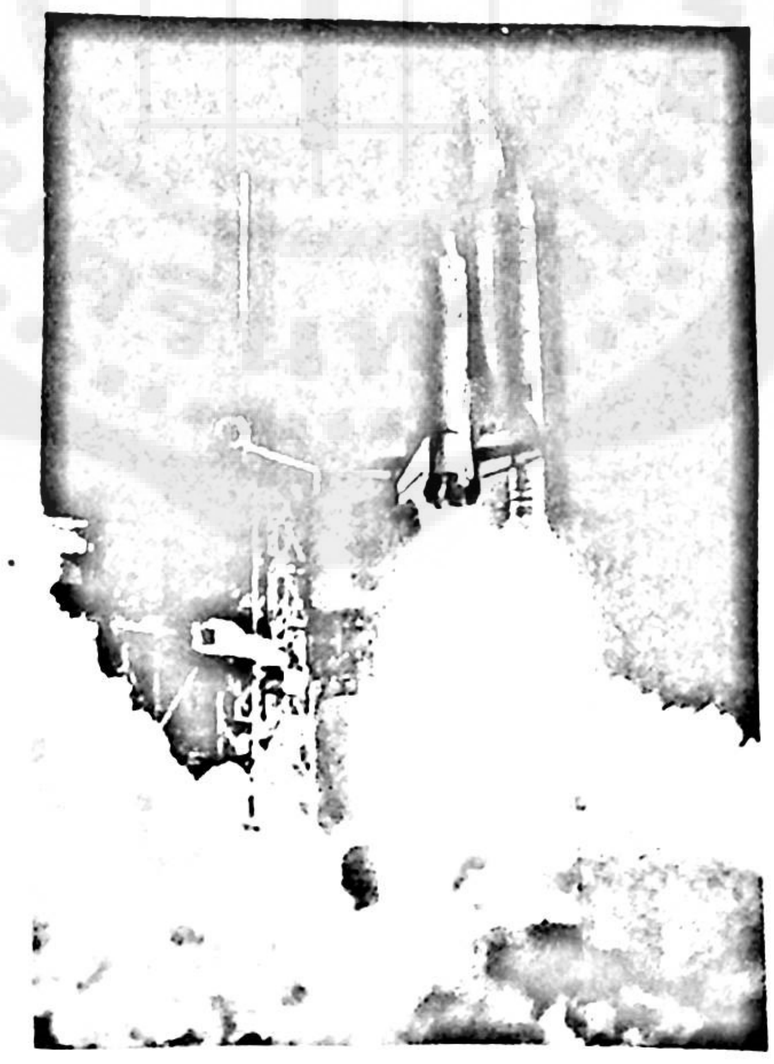
2. ควรปล่อยลมที่ปากลูกโป่งให้เป็นเส้นตรง แนวเดียวกับรางไม้

แบบฝึกชุดที่ 1

เรื่อง แรง (Force)

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบฝึกชุดนี้ประสงค์ที่จะฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
2. ให้นักเรียนศึกษาแบบฝึก และตอบคำถามตามเอกสาร ตามลำดับดังนี้
   - 2.1 เอกสารหมายเลข 1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (5 นาที)
   - 2.2 เอกสารหมายเลข 2 ขั้นเสนอปัญหา (10 นาที)
   - 2.3 เอกสารหมายเลข 3 ขั้นกำหนดสมมติฐาน (5 นาที)
   - 2.4 เอกสารหมายเลข 4 แนวคำตอบ (5 นาที)
   - 2.5 เอกสารหมายเลข 5 ขั้นทดสอบสมมติฐาน (40 นาที)
   - 2.6 เอกสารหมายเลข 6 ขั้นสรุป (10 นาที)
   - 2.7 เอกสารหมายเลข 7 แนวคำตอบและความรู้เพิ่มเติม (5 นาที)
3. แบบฝึกชุดนี้ใช้เวลารวม 80 นาที



เอกสารหมายเลข 1

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u>

เมื่อจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

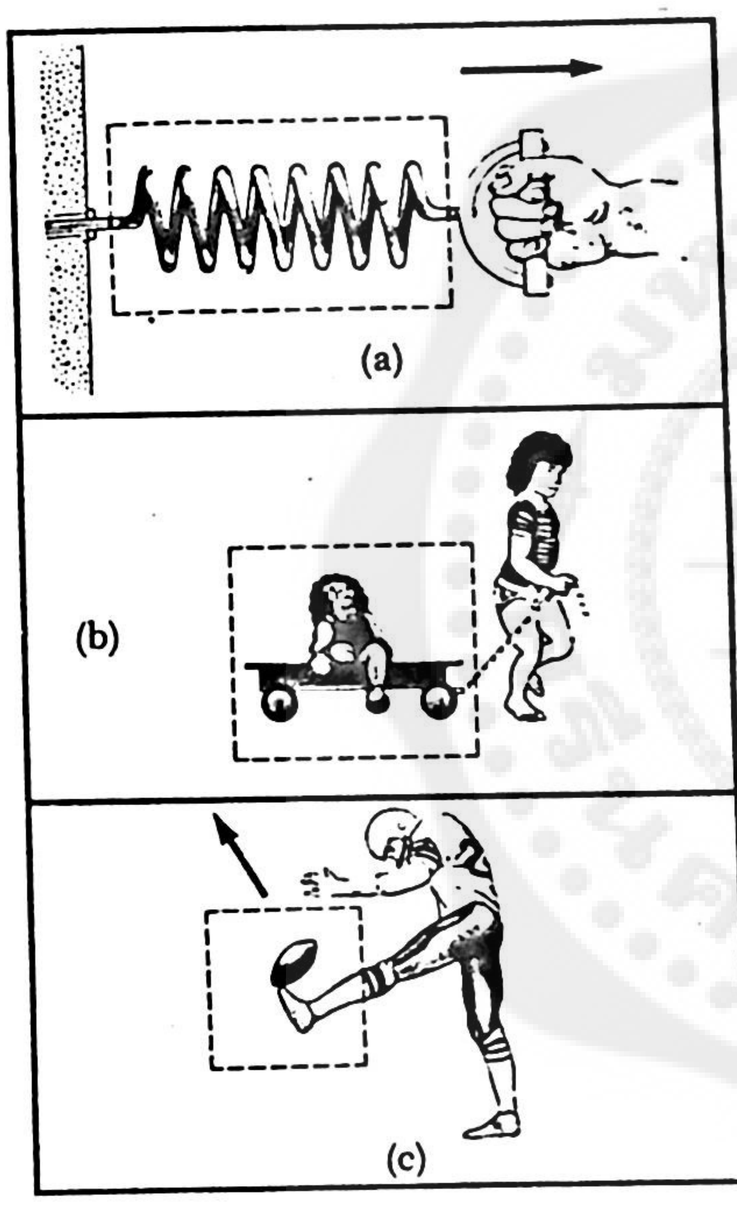
1. อธิบายความหมายของแรง (Force) และแรงลัพธ์ (Resultantt Force) ได้
2. บอกได้ว่าแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ (Vector Quantity)
3. ยกตัวอย่างสถานการณ์เพื่ออธิบายว่าแรงทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ได้

เอกสารหมายเลข 2

<u>ขั้นเสนอปัญหา</u>

จงพิจารณารูปภาพและข้อความที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามโดยการเติม
เครื่องหมาย / (ถูก) หรือ X (ผิด) ด้านท้าย

Contact Forces



1. การดึงสปิง

1.1 จะต้องมีการออกแรง .....

1.2 เกิดการเคลื่อนที่ .....

2. การลากรถเข็น

2.1 จะต้องมีการออกแรง .....

2.2 เกิดการเคลื่อนที่ของรถเข็น .....

3. การเตะลูกบอล

3.1 จะต้องมีการออกแรง .....

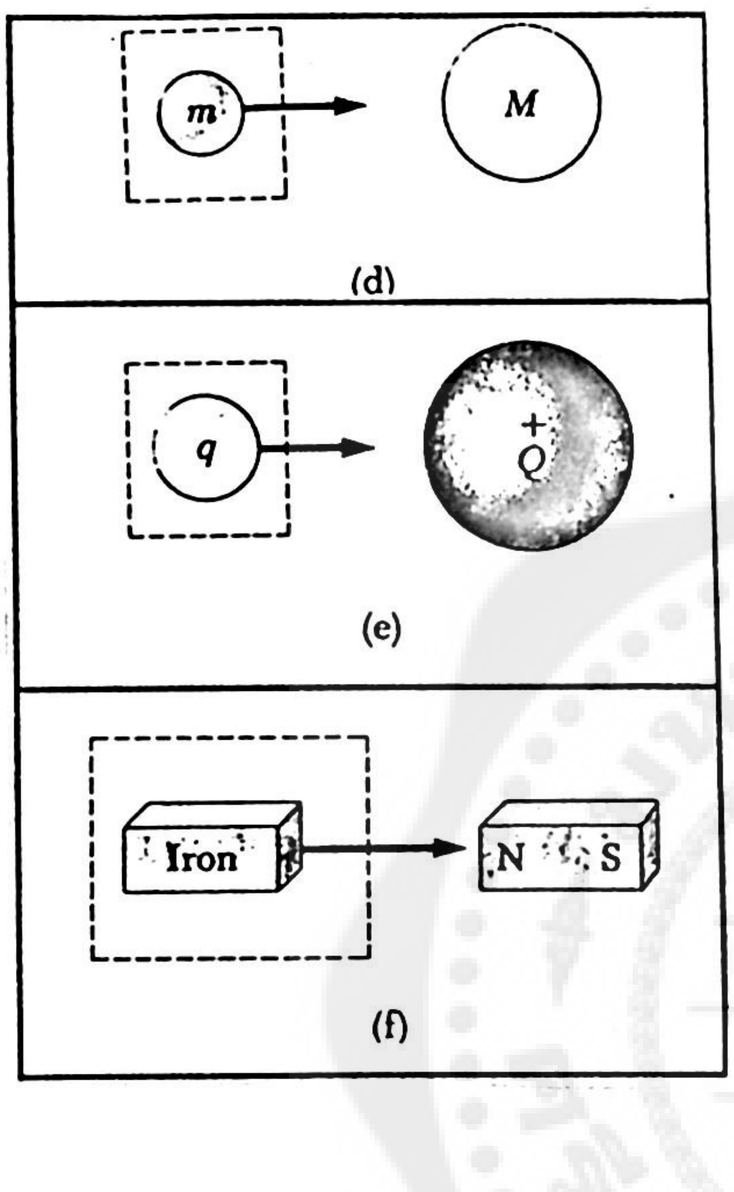
3.2 เกิดการเคลื่อนที่ของลูกบอล .....

Action-at-a-distance forces

4. ในรูป มวล m กับมวล M วางอยู่ใกล้ ๆ กัน

4.1 จะมีแรงเกิดขึ้นระหว่าง m กับ M .....

4.2 จะเกิดการเคลื่อนที่ของ m หรือ M.....



5. ในรูปประจุ q กับประจุ Q วางอยู่ใกล้ ๆ กัน

5.1 จะมีแรงเกิดขึ้นระหว่าง q กับ Q .....

5.2 จะเกิดการเคลื่อนที่ของ q กับ Q .....

6. ในรูปเหล็ก (Iron) กับแม่เหล็กวางอยู่ใกล้ ๆ กัน

6.1 จะมีแรงเกิดขึ้นระหว่างเหล็กกับ
แม่เหล็ก .....

6.2 จะเกิดการเคลื่อนที่ของเหล็กหรือ
แม่เหล็ก .....

เอกสารหมายเลข 3

ขั้นกำหนดสมมติฐาน

1. จากรูปภาพปัญหาในเอกสารหมายเลข 2 จะนำมาตั้งสมมติฐานนำไปสู่การทดลองได้อย่างไร

1.1 .....

1.2 .....

2. จากสมมติฐานในข้อ 1 ข้อที่จะสามารถนำไปทดลองได้คือ.....

2.1 ตัวแปรต้น คือ .....

2.2 ตัวแปรตาม คือ .....

2.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ .....

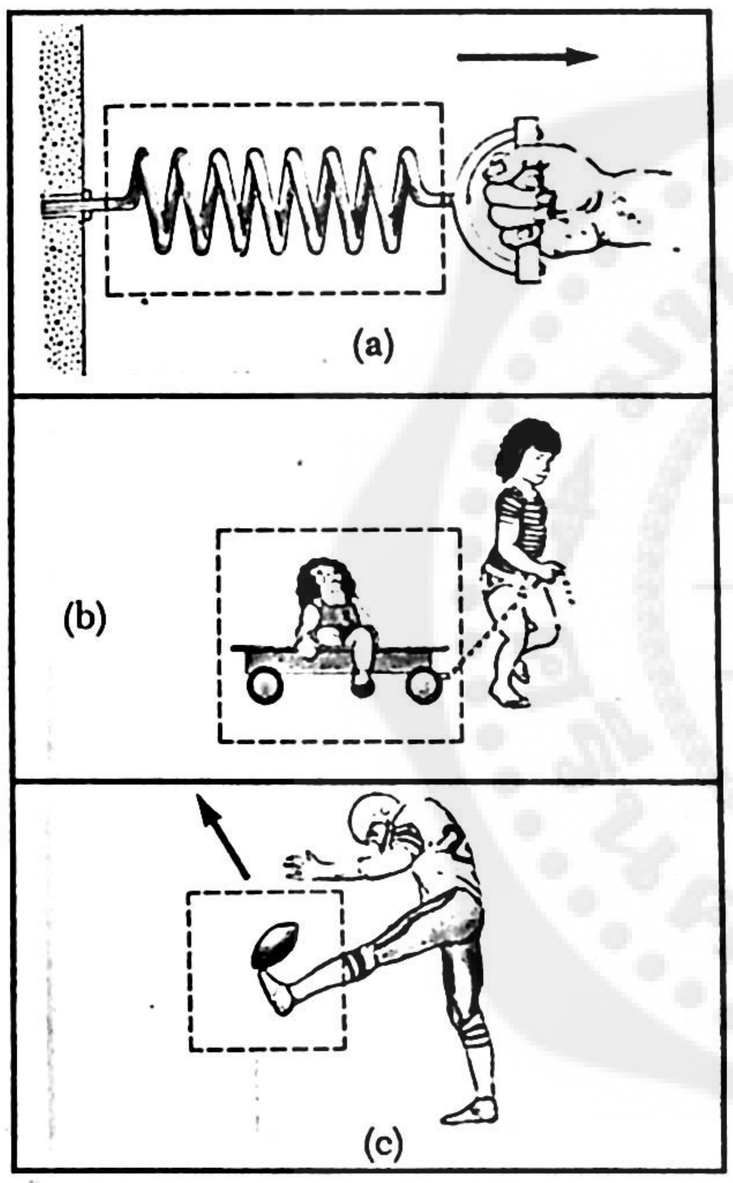
เมื่อนักเรียนตอบคำถามในขั้นเสนอปัญหา และขั้นกำหนดสมมติฐานเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบคำตอบได้จาก เอกสารหมายเลข 4

เอกสารหมายเลข 4

<u>แนวคำตอบ</u> (ขั้นเสนอปัญหา)

จงพิจารณารูปภาพและข้อความที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามโดยการเติม
เครื่องหมาย / (ถูก) หรือ X (ผิด) ด้านท้าย

Contact Forces



1. การดึงสปิง

1.1 จะต้องมีการออกแรง ...✓....

1.2 เกิดการเคลื่อนที่ ...✓....

2. การลากรถเข็น

2.1 จะต้องมีการออกแรง ...✓....

2.2 เกิดการเคลื่อนที่ของรถเข็น ...✓....

3. การเตะลูกบอล

3.1 จะต้องมีการออกแรง ...✓....

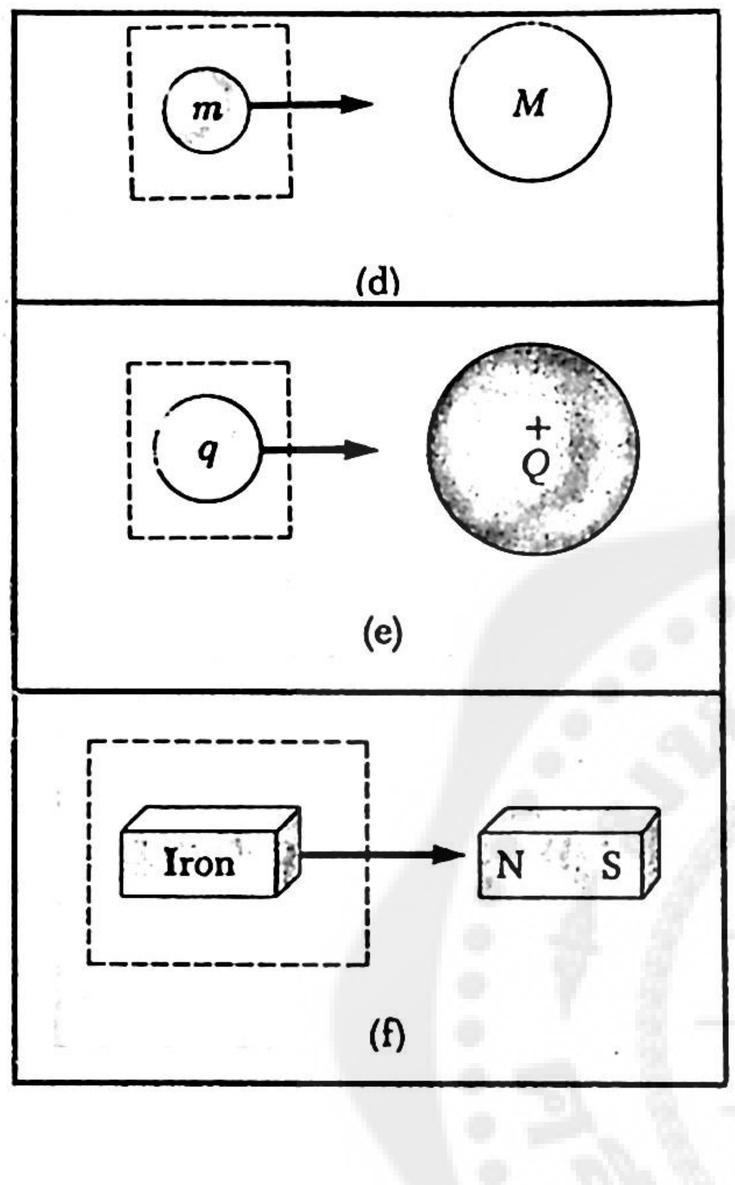
3.2 เกิดการเคลื่อนที่ของลูกบอล ...✓....

Action-at-a-distance forces

4. ในรูป มวล m กับมวล M วางอยู่ใกล้ ๆ กัน

4.1 จะมีแรงเกิดขึ้นระหว่าง m กับ M ...✓...

4.2 จะเกิดการเคลื่อนที่ของ m หรือ M...✓...



5. ในรูปประจุ q กับประจุ Q วางอยู่ใกล้ ๆ กัน

5.1 จะมีแรงเกิดขึ้นระหว่าง q กับ Q ...✓...

5.2 จะเกิดการเคลื่อนที่ของ q กับ Q ...✓...

6. ในรูปเหล็ก (Iron) กับแม่เหล็กวางอยู่ใกล้ ๆ กัน

6.1 จะมีแรงเกิดขึ้นระหว่างเหล็กกับแม่เหล็ก ...✓...

6.2 จะเกิดการเคลื่อนที่ของเหล็กหรือแม่เหล็ก ...✓...

<u>แนวคำตอบ</u> (ขั้นกำหนดสมมติฐาน)

1. จากรูปภาพปัญหา ในเอกสารหมายเลข 2 จะนำมาตั้งเป็นสมมติฐานไปสู่การทดลองได้อย่างไร

1.1 แรงที่กระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุมีความเร็วเปลี่ยนไป

1.2 แรงสามารถทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่

2. จากข้อที่ 1 สมมติฐานที่จะสามารถนำไปทดลองได้คือ 1.2

2.1 ตัวแปรต้น คือ แรง

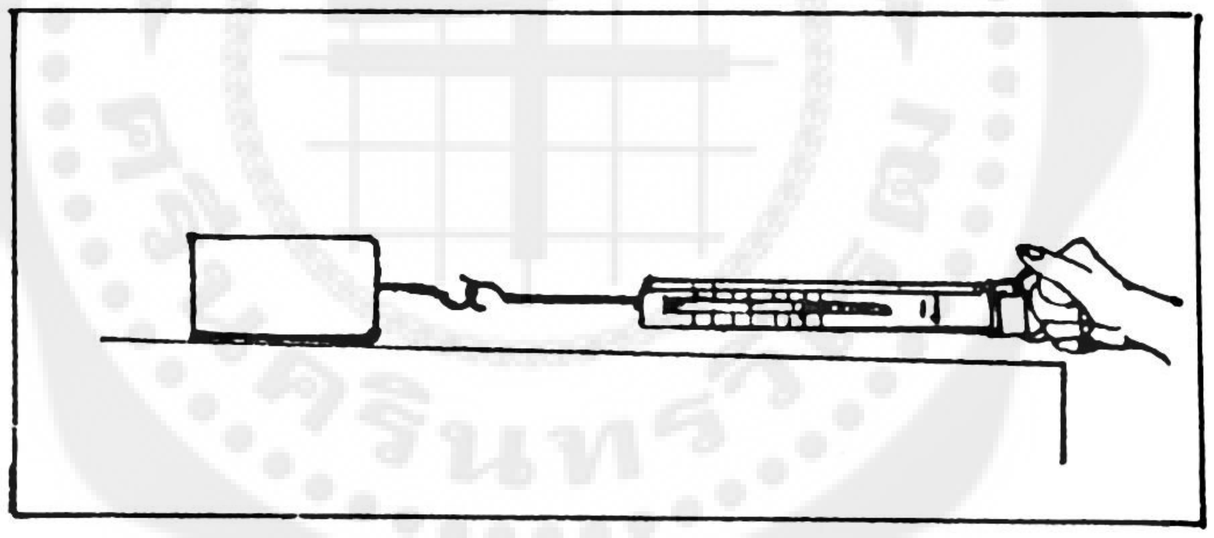
2.2 ตัวแปรตาม คือ สภาพการเคลื่อนที่

2.3 ตัวแปรต้องควบคุม คือ -

เอกสารหมายเลข 5

<u>ขั้นทดสอบสมมติฐาน</u>

1. ให้นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง แรง ในแบบเรียนเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
2. ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลอง
   2.1 เมื่อออกแรงดันวัตถุ โดยใช้เครื่องชั่งสปริงวัด จะวัดได้ .... นิวตัน จึงจะเริ่มเคลื่อนที่
   2.2 การเคลื่อนที่ของวัตถุ มีทิศทางอย่างไร
   .....



รูป การใช้เครื่องชั่งสปริงวัดขนาดของแรงดึง

3. ให้นักเรียนพิจารณาผลการทดลอง และตอบคำถามต่อไปนี้
   3.1 การดึงเครื่องชั่งสปริง จนวัตถุเริ่มเคลื่อนที่จะต้องออกแรงขนาดหนึ่ง อาจกล่าวได้ว่า แรงสามารถทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ จริงหรือไม่
   .....
   3.2 เมื่อวัตถุเคลื่อนที่จะมีทิศทางไปตามแนวแรงของมือที่ดึงหรือไม่
   .....

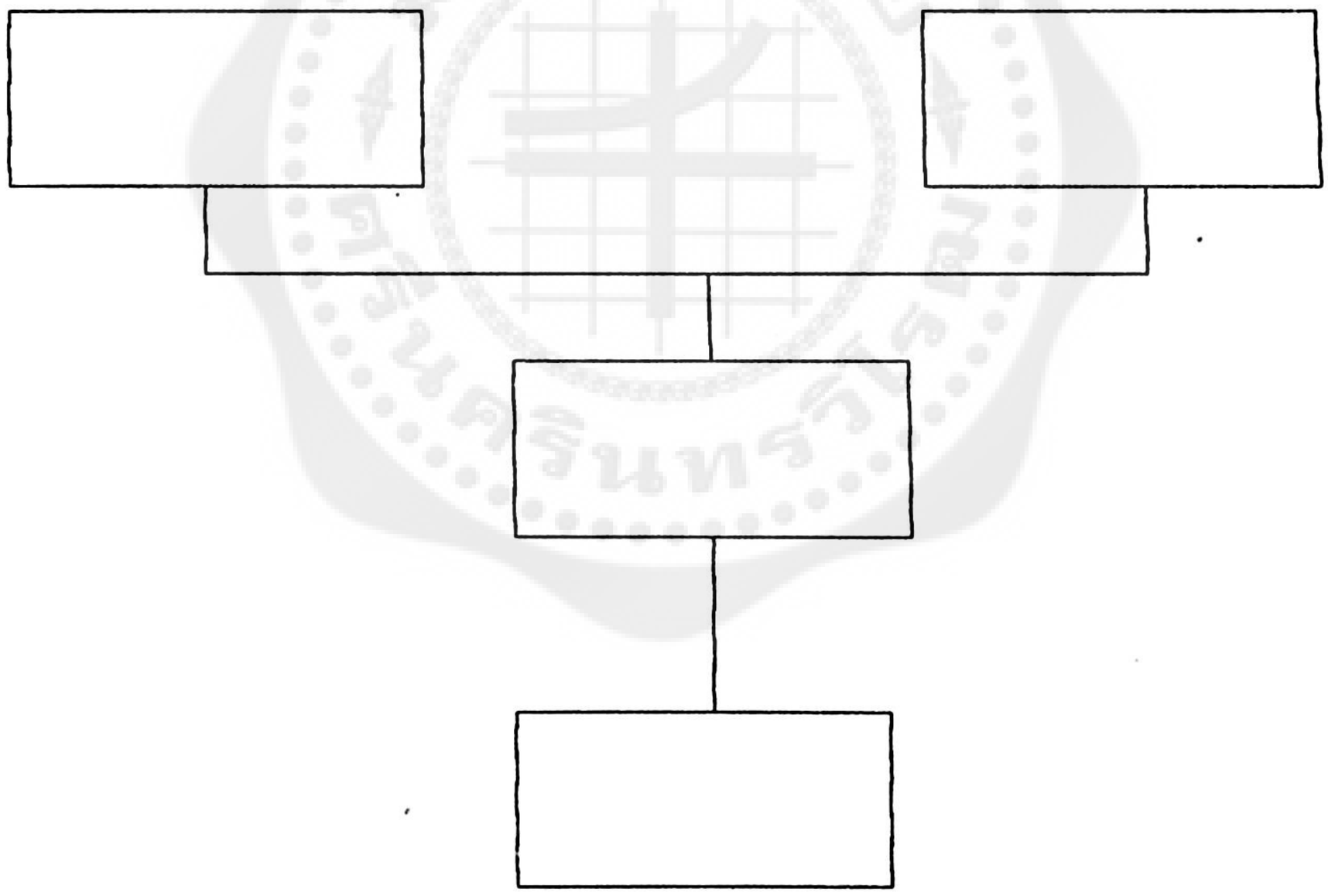
เอกสารหมายเลข 6

ขั้นสรุป

ให้นักเรียนนำสัญลักษณ์ และข้อความที่กำหนดให้เติมลงในกรอบของแผนภูมิต่อไปนี้

ข้อความที่กำหนดให้

1. ขนาด
2. ทิศทาง
3. แรง (Force)
4. ปริมาณเวกเตอร์



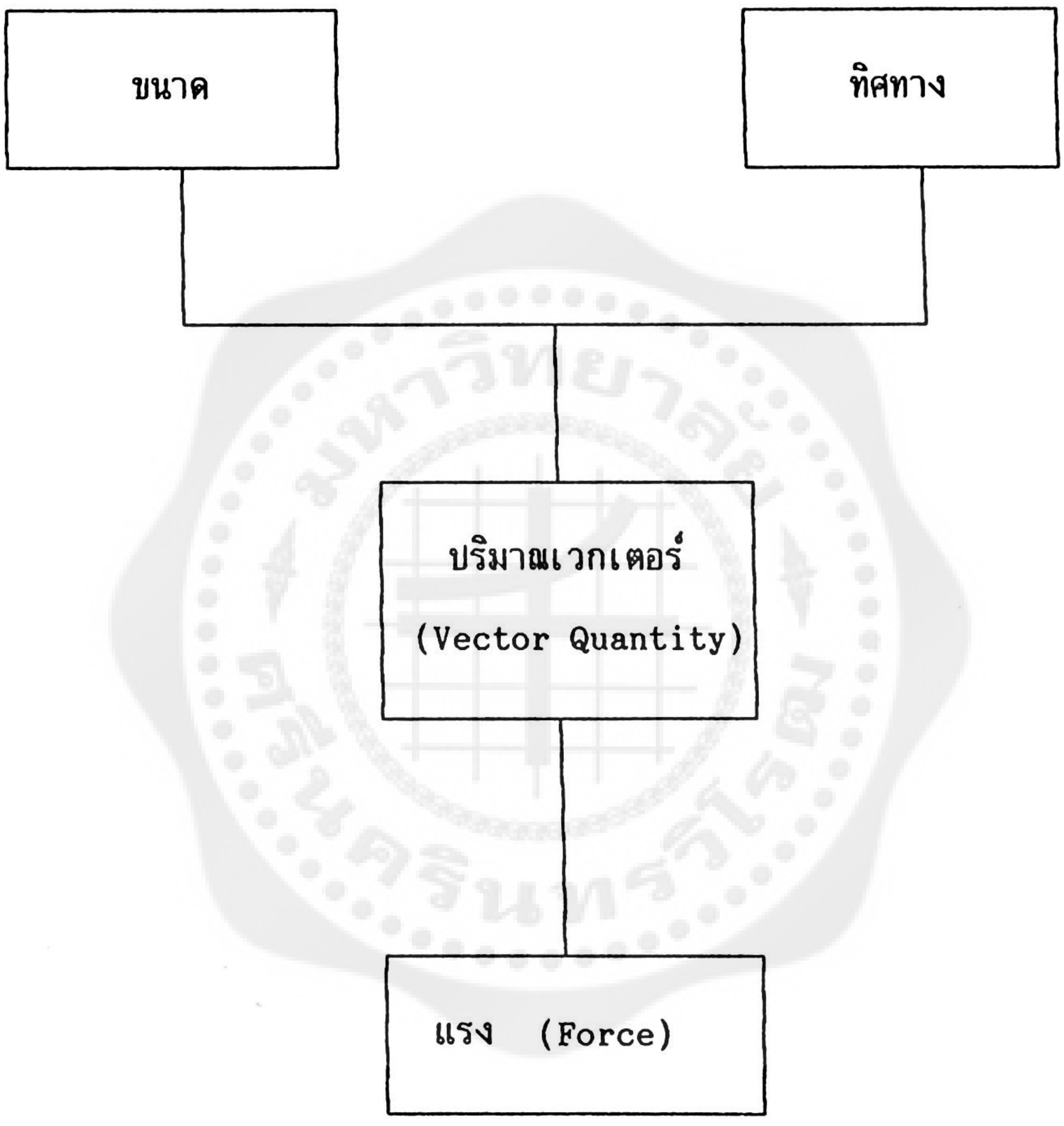
สรุป

.....

.....

เอกสารหมายเลข 7

<u>แนวคำตอบ</u> (การสรุปผลการทดลอง)



<u>สรุป</u>

"แรงสามารถทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ เป็นปริมาณเวกเตอร์มีหน่วยเป็น นิวตัน"

แรง (Force)

คือ

ปริมาณทางฟิสิกส์ที่สามารถเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่

เป็น

ปริมาณเวกเตอร์

(Vector Quantity)

หน่วย

นิวตัน (Newton)

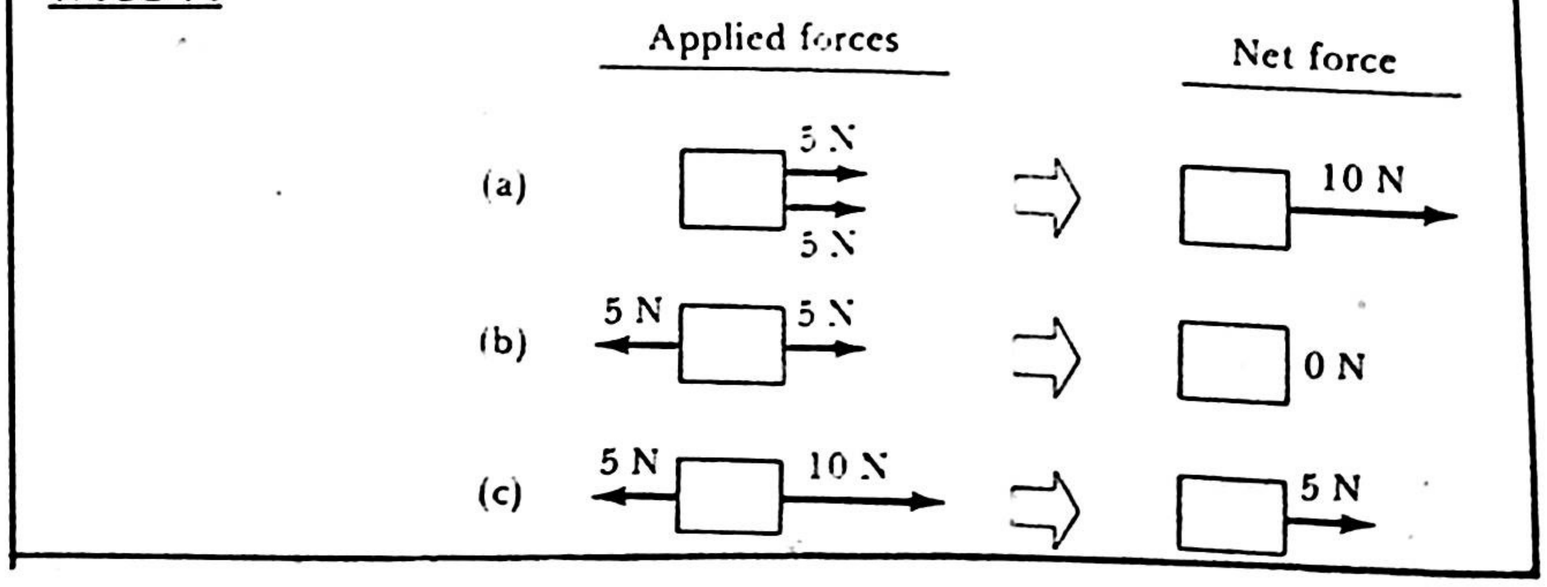
แรงลัพท์

(Resultant Force)

คือ

ผลรวมของแรงย่อย ผลการกระทำจะใช้ผลเหมือนแรงย่อยทุกแรงของแรงลัพธ์นั้นกระทำพร้อมกัน

ตัวอย่าง



แบบฝึกชุดที่ 2
เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน
(Newton's First Law of Motion)

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้ประสงค์ที่จะฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
2. ให้นักเรียนศึกษาแบบฝึก และตอบคำถามตามเอกสาร ตามลำดับดังนี้
   - 2.1 เอกสารหมายเลข 1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (5 นาที)
   - 2.2 เอกสารหมายเลข 2 ขั้นเสนอปัญหา (10 นาที)
   - 2.3 เอกสารหมายเลข 3 ขั้นกำหนดสมมติฐาน (5 นาที)
   - 2.4 เอกสารหมายเลข 4 แนวคำตอบ (5 นาที)
   - 2.5 เอกสารหมายเลข 5 ขั้นทดสอบสมมติฐาน (40 นาที)
   - 2.6 เอกสารหมายเลข 6 ขั้นสรุป (10 นาที)
   - 2.7 เอกสารหมายเลข 7 แนวคำตอบและความรู้เพิ่มเติม (5 นาที)
3. แบบฝึกชุดนี้ใช้เวลารวม 80 นาที



เอกสารหมายเลข 1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

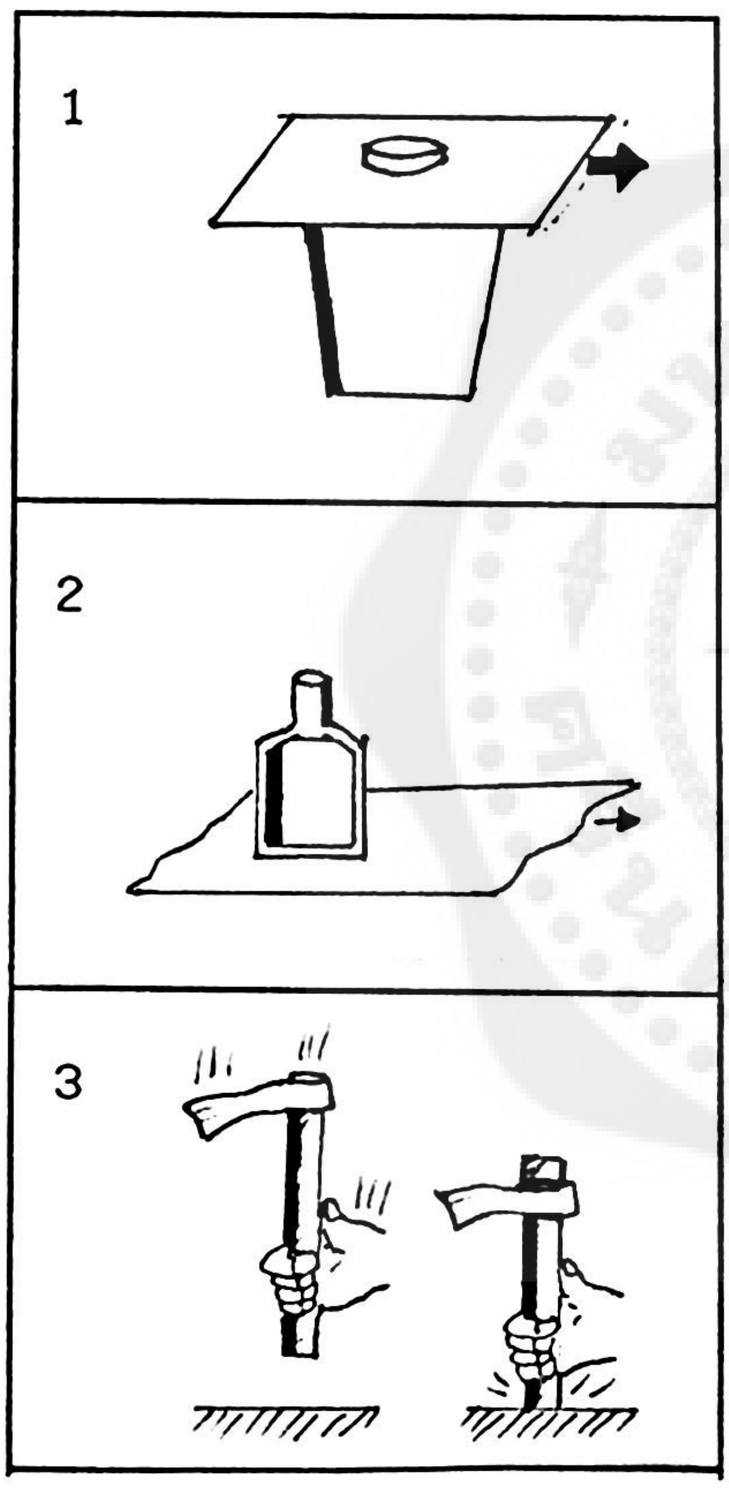
เมื่อจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายสถานการณ์ที่นำไปสรุปการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันได้
2. นำกฎข้อที่หนึ่งของนิวตันไปอธิบายสถานการณ์บางอย่างที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

เอกสารหมายเลข 2

ขั้นเสนอปัญหา

จงพิจารณารูปภาพและข้อความที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามโดยการเติม
เครื่องหมาย / (ถูก) หรือ X (ผิด) ด้านท้าย



1. จากภาพ เมื่อดึงกระดาษออกอย่างเร็ว ออกในแนวระดับ

   1.1 เหรียญจะตกลงไปในแก้ว .....

   1.2 เหรียญจะพยายามอยู่ตำแหน่งเดิม .....

2. จากภาพ เมื่อถึงผ้าปูโต๊ะออกอย่างรวดเร็ว ออกในแนวระดับ

   2.1 ขวดที่ตั้งอยู่ ไม่ล้ม .....

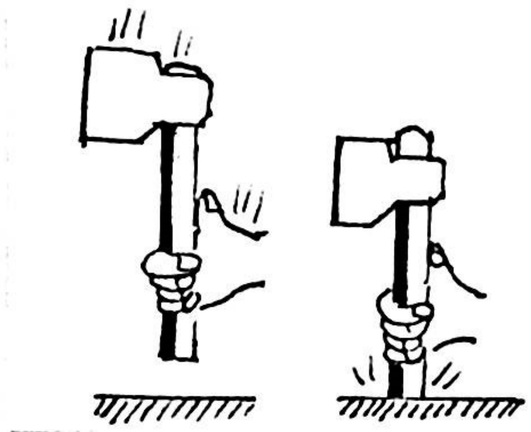
   2.2 ขวดจะตั้งอยู่ ที่ตำแหน่งเดิม .....

3. เมื่อกระแทกด้ามจอบลงในแนวดิ่งตรง ๆ (ดังรูป)

   3.1 หัวจอบจะติดกับด้ามจอบแน่นขึ้น .....

   3.2 หัวจอจะพยายามเคลื่อนที่ทีลงต่ำอีก
   ระยะหนึ่งจนหยุดขณะที่ด้ามจบกระแทกพื้น .....

4

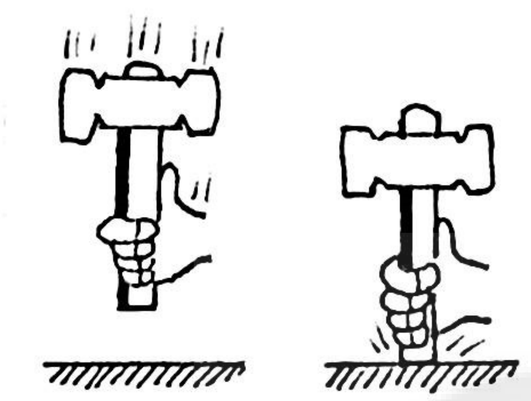


4. เมื่อกระแทกด้ามขวานลงในแนวดิ่งตรง ๆ (ดังรูป)

4.1 หัวขวานจะติดกับด้ามขวานแน่นขึ้น .....

4.2 หัวขวานจะพยายามเคลื่อนที่ลงต่ำอีก
ระยะหนึ่งขณะที่ด้ามขวานกระแทกพื้น .....

5



5. เมื่อกระแทกด้ามฆ้อนลงในแนวดิ่งตรง ๆ (ดังรูป)

5.1 หัวฆ้อนจะติดกับด้ามฆ้อนแน่นขึ้น .....

5.2 หัวฆ้อนจะพยายามเคลื่อนที่ลงต่ำอีก
ระยะหนึ่งขณะที่ด้ามฆ้อนกระแทกพื้น .....

เอกสารหมายเลข 3

<u>ขั้นกำหนดสมมติฐาน</u>

1. จากรูปภาพปัญหาในเอกสารหมายเลข 2 จะนำมาตั้งสมมติฐานนำไปสู่การทดลองได้อย่างไร

1.1 .....

1.2 .....

2. จากสมมติฐานในข้อ 1 ข้อที่จะสามารถนำไปทดลองได้คือ.....

2.1 ตัวแปรต้น คือ .....

2.2 ตัวแปรตาม คือ .....

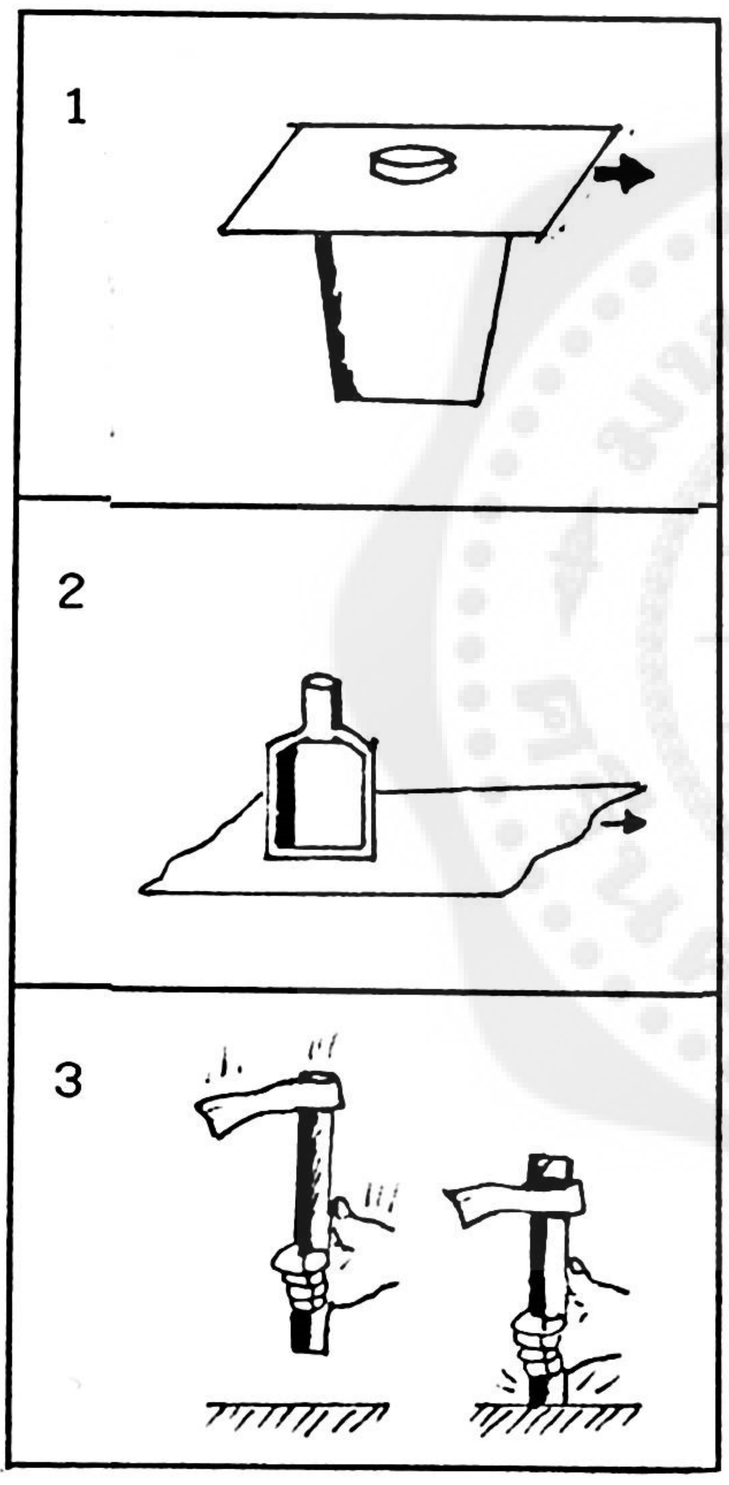
2.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ .....

เมื่อนักเรียนตอบคำถามในขั้นเสนอปัญหา และขั้นกำหนดสมมติฐานเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบคำตอบได้จาก เอกสารหมายเลข 4

เอกสารหมายเลข 4

<u>แนวคำตอบ</u> (ขั้นเสนอปัญหา)

จงพิจารณารูปภาพและข้อความที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามโดยการเติม เครื่องหมาย / (ถูก) หรือ X (ผิด) ด้านท้าย



1. จากภาพ เมื่อดึงกระดาษออกอย่างเร็ว ออกในแนวระดับ

   1.1 เหรียญจะตกลงไปในแก้ว ..✓...

   1.2 เหรียญจะพยายามอยู่ตำแหน่งเดิม ..✓...

2. จากภาพ เมื่อถึงผ้าปูโต๊ะออกอย่างรวดเร็ว ออกในแนวระดับ

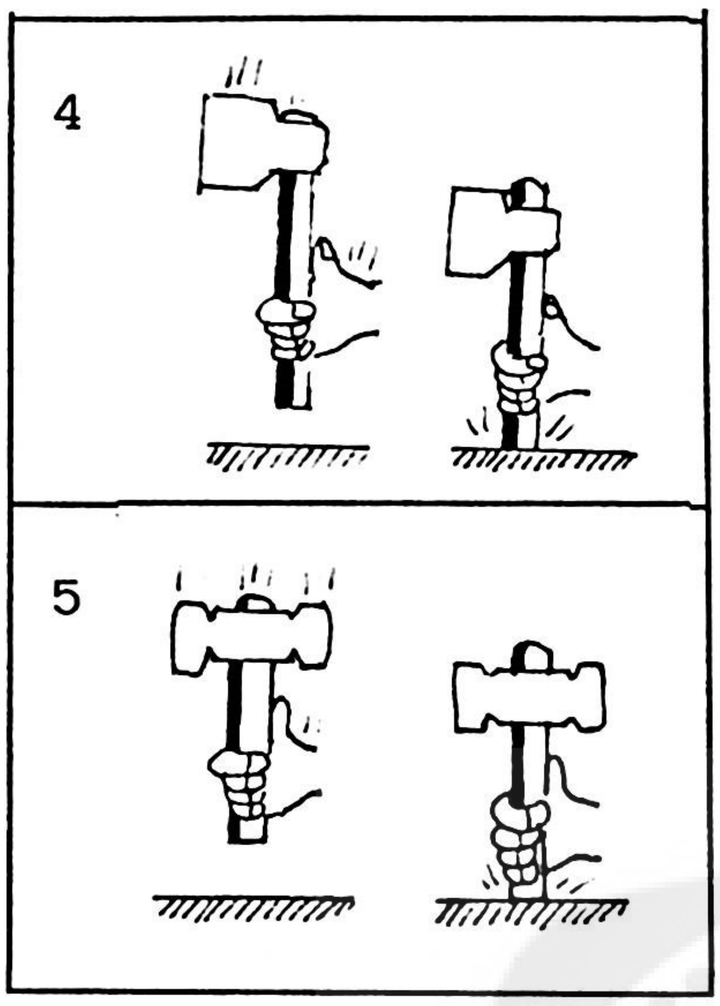
   2.1 ขวดที่ตั้งอยู่ ไม่ล้ม ..✓...

   2.2 ขวดจะตั้งอยู่ ที่ตำแหน่งเดิม ..✓...

3. เมื่อกระแทกด้ามจอบลงในแนวดิ่งตรง ๆ (ดังรูป)

   3.1 หัวจอบจะติดกับด้ามจอบแน่นขึ้น ..✓...

   3.2 หัวจอจะพยายามเคลื่อนที่ทีลงต่ำอีก ระยะหนึ่งจนหยุดขณะที่ด้ามจบกระแทกพื้น ..✓...



4. เมื่อกระแทกด้ามขวานลงในแนวดิ่งตรง ๆ (ดังรูป)

4.1 หัวขวานจะติดกับด้ามขวานแน่นขึ้น ...✓...

4.2 หัวขวานจะพยายามเคลื่อนที่ลงต่ำอีก
ระยะหนึ่งขณะที่ด้ามขวานกระแทกพื้น ...✓...

5. เมื่อกระแทกด้ามฆ้อนลงในแนวดิ่งตรง ๆ (ดังรูป)

5.1 หัวฆ้อนจะติดกับด้ามฆ้อนแน่นขึ้น ...✓...

5.2 หัวฆ้อนจะพยายามเคลื่อนที่ลงต่ำอีก
ระยะหนึ่งขณะที่ด้ามฆ้อนกระแทกพื้น ...✓...

<u>แนวคำตอบ</u> (ขั้นกำหนดสมมติฐาน)

1. จากรูปภาพปัญหา ในเอกสารหมายเลข 2 จะนำมาตั้งเป็นสมมติฐานไปสู่การทดลองได้อย่างไร

1.1 วัตถุจะรักษาสภาพการเคลื่อนที่

1.2 วัตถุจะรักษาสภาพหยุดนิ่ง หรือเคลื่อนที่สม่ำเสมอในแนวเส้นตรง ยกเว้นจะมีแรงลัพธ์ไม่เท่ากับศูนย์มากระทำ

2. จากข้อที่ 1 สมมติฐานที่จะสามารถนำไปทดลองได้คือ 1.2

2.1 ตัวแปรต้น คือ แรง

2.2 ตัวแปรตาม คือ สภาพการเคลื่อนที่ (ของแท่งไม้)

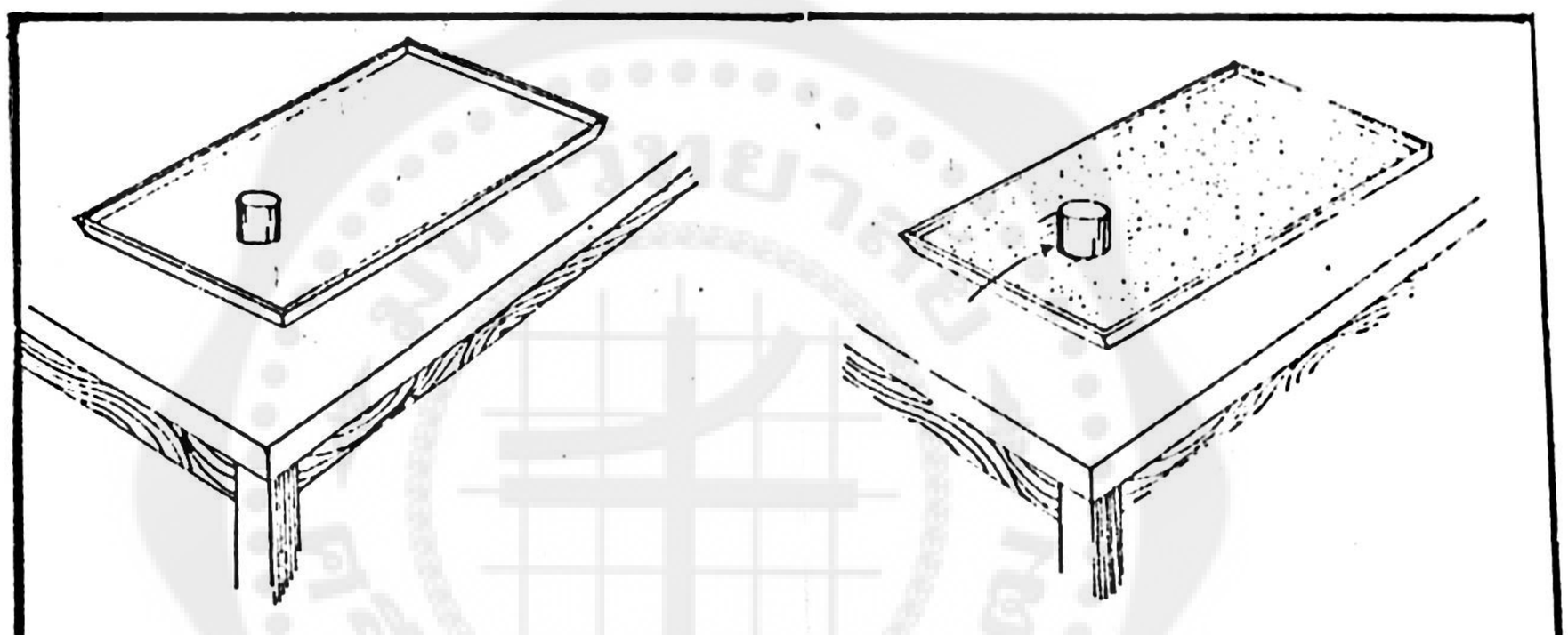
2.3 ตัวแปรต้องควบคุม คือ

เอกสารหมายเลข 5

<u>ขั้นทดสอบสมมติฐาน</u>

1. ให้นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน ในแบบเรียนเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

2. ให้นักเรียนออกแรงผลักแท่งไม้ที่วางบนถาดซึ่งไม่มีเม็ดพลาสติก และออกแรงผลักแท่งไม้บนถาดลดแรงเสียดทาน (ถาดที่มีเม็ดพลาสติกเล็ก ๆ)



ก. แท่งไม้วางบนพื้นถาดที่ไม่มีเม็ดพลาสติก

ข. แท่งไม้วางบนพื้นถาดลดแรงเสียดทาน

3. ให้นักเรียนพิจารณาผลการทดลอง และตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 เมื่อนักเรียนออกแรงผลักแท่งไม้ที่วางบนถาดซึ่งไม่มีเม็ดพลาสติก สภาพการเคลื่อนที่เป็นอย่างไร

.....

3.2 เมื่อนักเรียนออกแรงผลักแท่งไม้ที่วางบนถาดลดแรงเสียดทาน (ถาดที่มีเม็ดพลาสติกเล็ก ๆ) สภาพการเคลื่อนที่เป็นอย่างไร

.....

3.3 ให้นักเรียนเขียนความแตกต่างของการเคลื่อนที่ของแท่งไม้ เมื่อผลักแท่งไม้ด้วยแรงเท่ากัน ในถาดที่ไม่มีเม็ดพลาสติก และในถาดที่มีเม็ดพลาสติก

.....

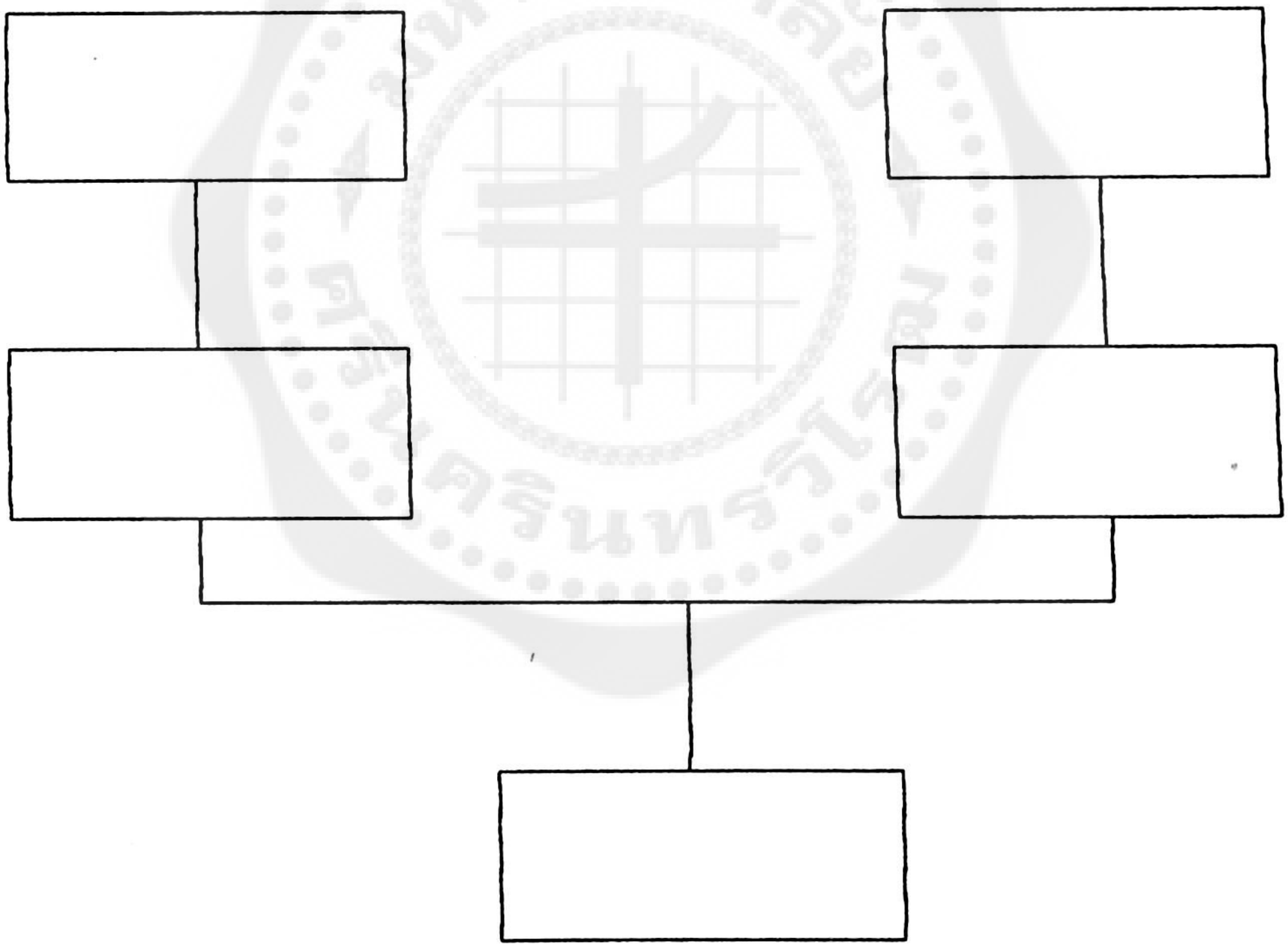
เอกสารหมายเลข 6

ขั้นสรุป

ให้นักเรียนนำสัญลักษณ์ และข้อความที่กำหนดให้เติมลงในกรอบของแผนภูมิต่อไปนี้

ข้อความที่กำหนดให้

1. ถ้าเดิมวัตถุหยุดนิ่ง
2. ก็จะหยุดนิ่งตลอดไป
3. ถ้าเดิมวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง
4. ก็จะเคล่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
5. กฎความเฉื่อย



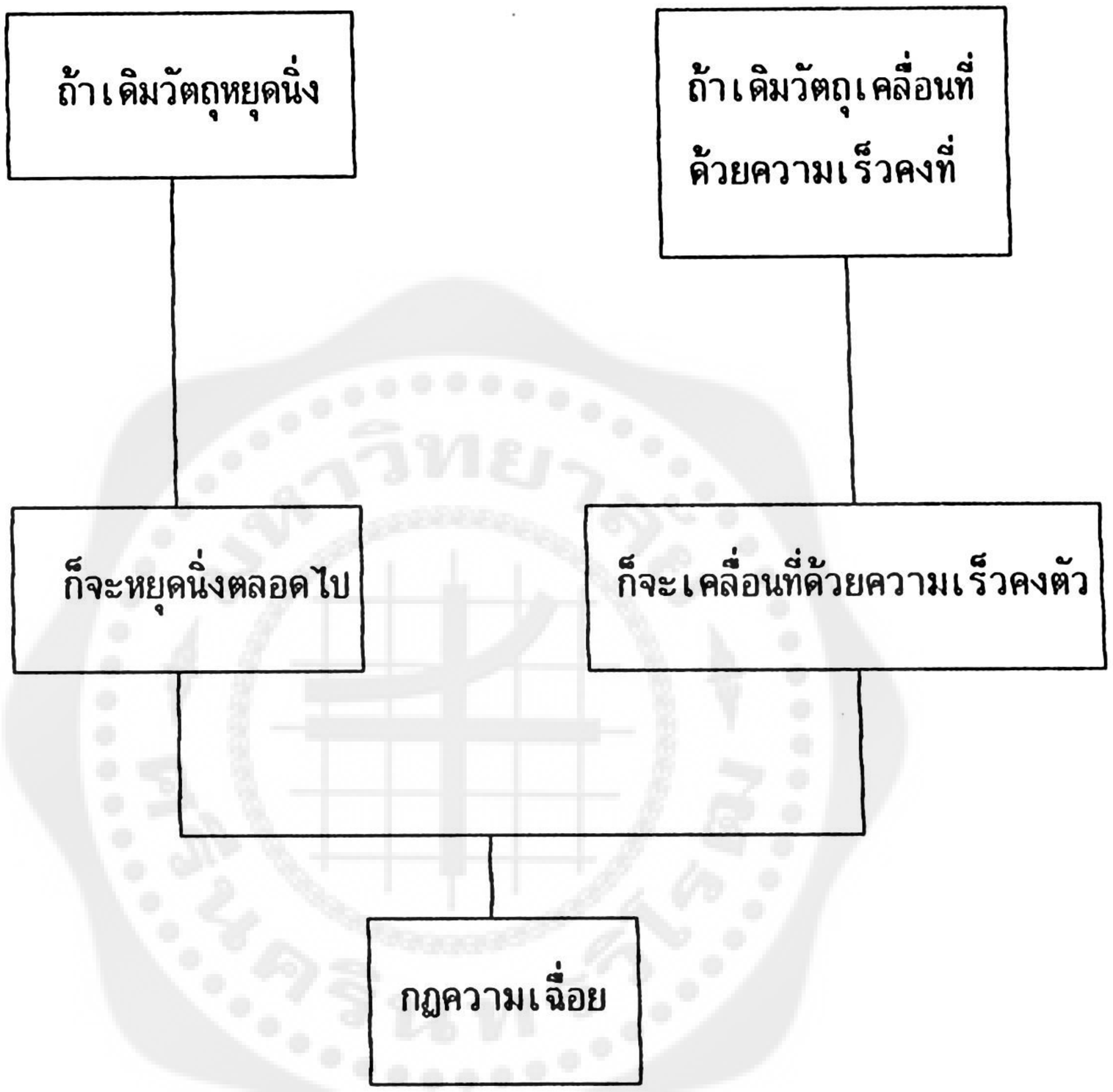
สรุป

.....

.....

เอกสารหมายเลข 7

<u>แนวคำตอบ</u> (การสรุปผลการทดอง)



<u>กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน</u> (กฎความเฉื่อย)

วัตถุจะรักษาสภาพหยุดนิ่ง (ถ้าเดิมวัตถุหยุดนิ่ง ก็จะหยุดนิ่งต่อไป) หรือเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอ (ถ้าเดิมเคลื่อนที่ด้วยความเร็วค่าหนึ่ง วัตถุนั้นจะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร็วคงตัวเท่าเดิม) ในแนวเส้นตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เท่ากับศูนย์มากระทำ

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน

(Newton's First Law of Motion)

กฎความเฉื่อย

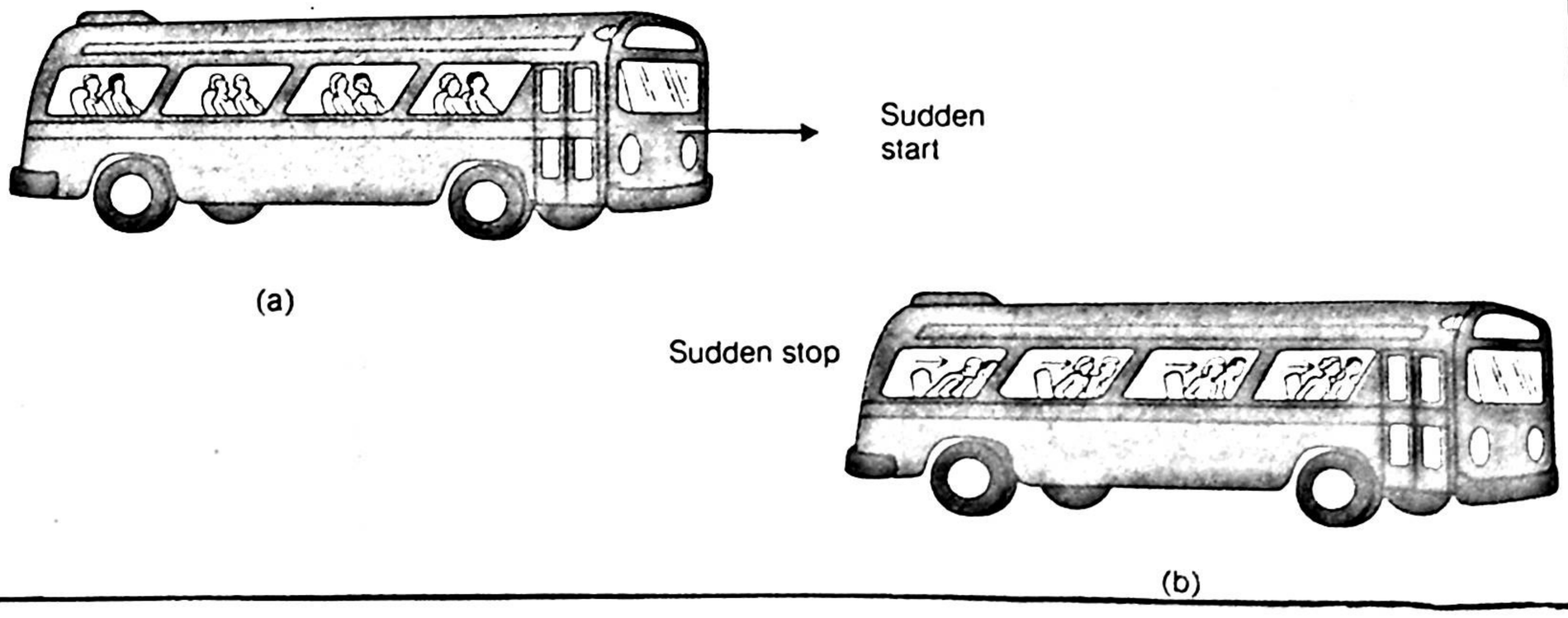
The Law of Inertia

"วัตถุจะรักษาสภาพอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอเป็นเส้นตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ"

(Every object continues in its states of rest or of uniform rectilinear motion unless acted upon by an unbalanced force)

$$\Sigma F = 0$$

ตัวอย่าง

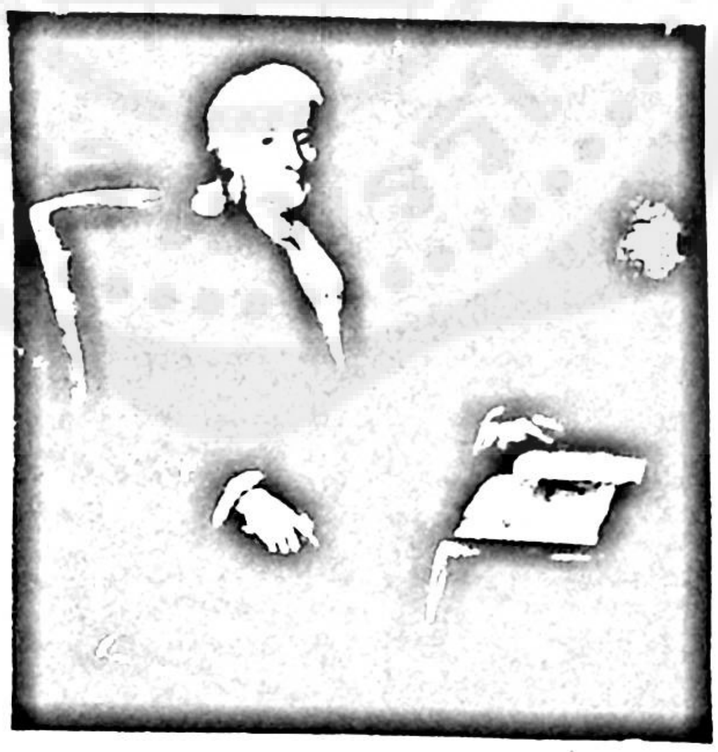


แบบฝึกชุดที่ 3

เรื่อง มวล (Mass)

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบฝึกชุดนี้ประสงค์ที่จะฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
2. ให้นักเรียนศึกษาแบบฝึก และตอบคำถามตามเอกสาร ตามลำดับดังนี้
   - 2.1 เอกสารหมายเลข 1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (5 นาที)
   - 2.2 เอกสารหมายเลข 2 ขั้นเสนอปัญหา (10 นาที)
   - 2.3 เอกสารหมายเลข 3 ขั้นกำหนดสมมติฐาน (5 นาที)
   - 2.4 เอกสารหมายเลข 4 แนวคำตอบ (5 นาที)
   - 2.5 เอกสารหมายเลข 5 ขั้นทดสอบสมมติฐาน (40 นาที)
   - 2.6 เอกสารหมายเลข 6 ขั้นสรุป (10 นาที)
   - 2.7 เอกสารหมายเลข 7 แนวคำตอบและความรู้เพิ่มเติม (5 นาที)
3. แบบฝึกชุดนี้ใช้เวลารวม 80 นาที



Sir Isaac Newton (1642–1727)

เอกสารหมายเลข 1

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u>

เมื่อจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

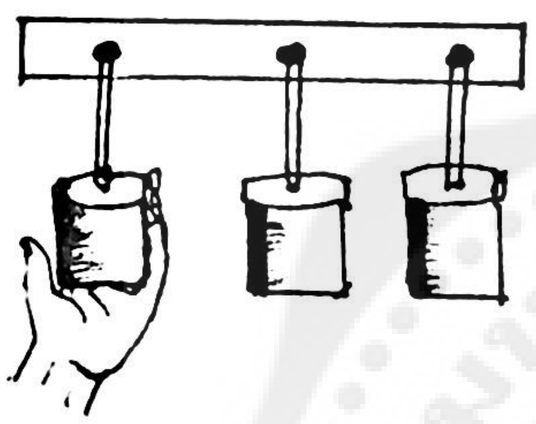
1. อธิบายความหมายของ มวล (Mass) ได้

2. บอกได้ว่า มวลเป็นปริมาสเกลาร์ (Scalar Quantity) มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

เอกสารหมายเลข 2

<u>ขั้นเสนอปัญหา</u>

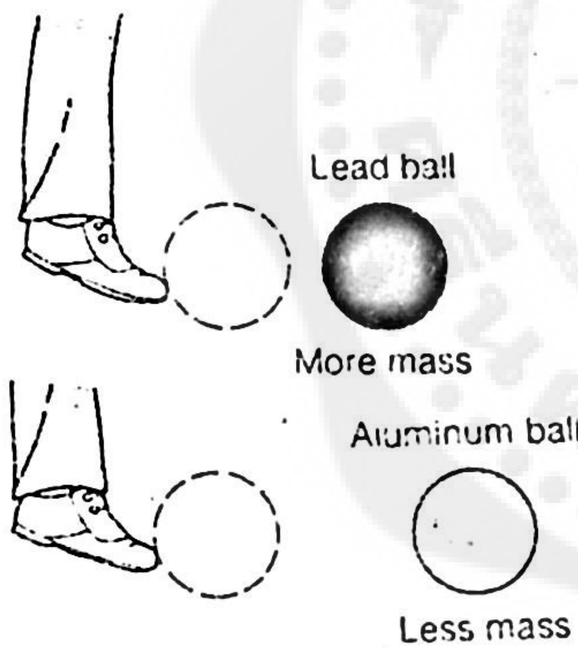
จงพิจารณารูปภาพและข้อความที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามโดยการเติมเครื่องหมาย / (ถูก) หรือ X (ผิด) ด้านท้าย



1. เมื่อขยับกล่องฟิล์มทีละกล่องทั้ง 3 กล่อง

   1.1 ผลการสังเกตการขยับจะมีการต้านมืออย่างไร .....

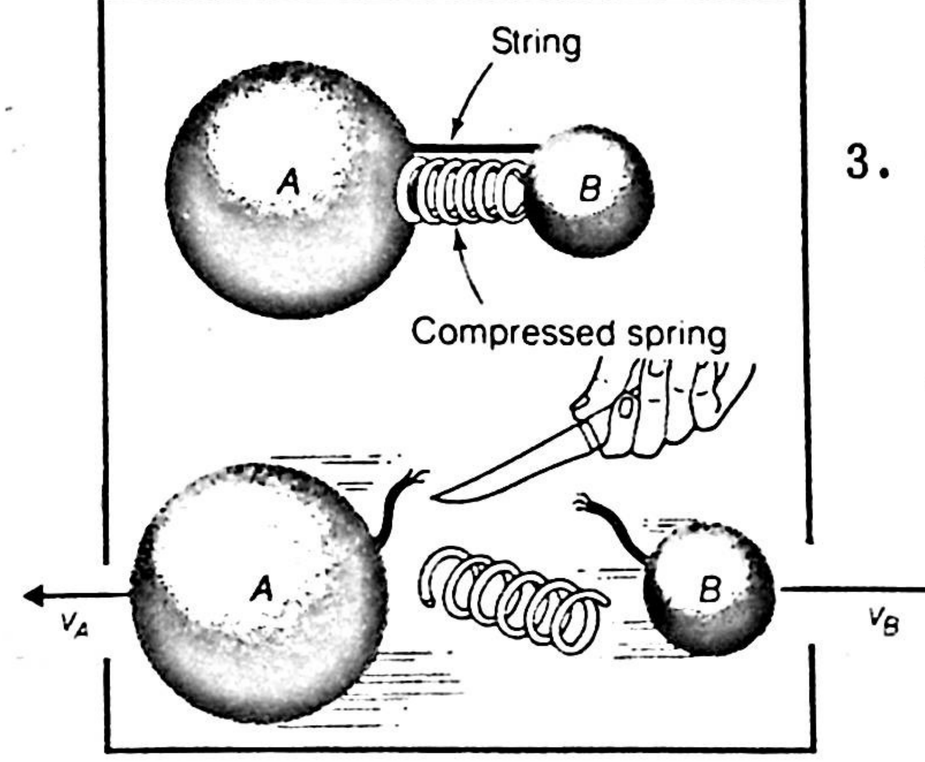
   2.2 กล่องที่มีการต้านมือมากจะมีมวลมากกว่า .....



2. สมมติ เมื่อออกแรงคงที่เตะวัตถุทรงกลมที่เป็นลูกบอลตะกั่ว และลูกบอลอลูมิเนียมขนาดเท่ากัน (ดังรูป)

   2.1 การเคลื่อนที่ของลูกบอลตะกั่วจะเคลื่อนที่ได้ยากกว่าลูกบอลอลูมิเนียม .....

   2.2 วัตถุที่มีมวลน้อยจะเคลื่อนที่ได้ดีกว่าวัตถุที่มีมวลมาก .....



3. เมื่อนำทรงกลม A (ก้อนใหญ่) และ B (ก้อนเล็ก) ซึ่งทำด้วยวัตถุชนิดเดียวกัน มาผูกติดกันมีสปริงอยู่ตรงกลาง (ดังรู)

   3.1 เมื่อตัดเชือกออก วัตถุ A จะเคลื่อนที่ ด้วย v_A ซึ่งน้อยกว่า v_B .....

   3.2 เมื่อตัดเชือกออก วัตถุมวลมากจะเคลื่อนที่ยากกว่าวัตถุมวลน้อย .....

เอกสารหมายเลข 3

ขั้นกำหนดสมมติฐาน

1. จากรูปภาพปัญหาในเอกสารหมายเลข 2 จะนำมาตั้งสมมติฐานนำไปสู่การทดลองได้อย่างไร

1.1 .....

1.2 .....

2. จากสมมติฐานในข้อ 1 ข้อที่จะสามารถนำไปทดลองได้คือ.....

2.1 ตัวแปรต้น คือ .....

2.2 ตัวแปรตาม คือ .....

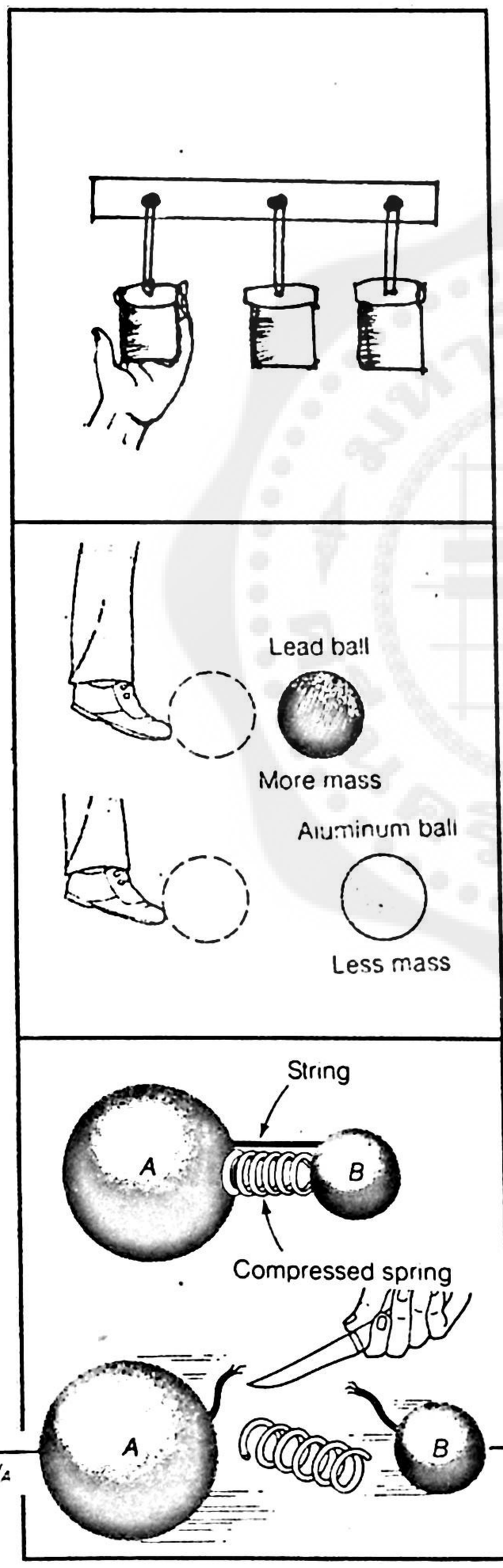
2.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ .....

เมื่อนักเรียนตอบคำถามในขั้นเสนอปัญหา และขั้นกำหนดสมมติฐานเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบคำตอบได้จาก เอกสารหมายเลข 4

เอกสารหมายเลข 4

<u>แนวคำตอบ</u> (ขั้นเสนอปัญหา)

จงพิจารณารูปภาพและข้อความที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามโดยการเติมเครื่องหมาย / (ถูก) หรือ X (ผิด) ด้านท้าย



1. เมื่อขยับกล่องฟิล์มทีละกล่องทั้ง 3 กล่อง

   1.1 ผลการสังเกตการขยับจะมีการต้านมืออย่างไร ...✓...

   2.2 กล่องที่มีการต้านมือมากจะมีมวลมากกว่า ...✓...

2. สมมติ เมื่อออกแรงคงที่เตะวัตถุทรงกลมที่เป็นลูกบอลตะกั่ว และลูกบอลอลูมิเนียมขนาดเท่ากัน (ดังรูป)

   2.1 การเคลื่อนที่ของลูกบอลตะกั่วจะเคลื่อนที่ได้ยากกว่าลูกบอลอลูมิเนียม ...✓...

   2.2 วัตถุที่มีมวลน้อยจะเคลื่อนที่ได้ดีกว่าวัตถุที่มีมวลมาก ...✓...

3. เมื่อนำทรงกลม A (ก้อนใหญ่) และ B (ก้อนเล็ก) ซึ่งทำด้วยวัตถุชนิดเดียวกัน มาผูกติดกันมีสปริงอยู่ตรงกลาง (ดังรู)

   3.1 เมื่อตัดเชือกออก วัตถุ A จะเคลื่อนที่ ด้วย V ซึ่งน้อยกว่า V_B ...✓...

   3.2 เมื่อตัดเชือกออก วัตถุมวลมากจะเคลื่อนที่ยากกว่าวัตถุมวลน้อย ...✓...

<u>แนวคำตอบ</u> (ขั้นกำหนดสมมติฐาน)

1. จากรูปภาพปัญหา ในเอกสารหมายเลข 2 จะนำมาตั้งเป็นสมมติฐานไปสู่การทดลองได้อย่างไร

1.1 วัตถุที่มีมวลมากจะต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่มาก

1.2 วัตถุที่มีมวลน้อยจะต้อนการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่น้อย

2. จากข้อที่ 1 สมมติฐานที่จะสามารถนำไปทดลองได้คือ 1.2

2.1 ตัวแปรต้น คือ มวล

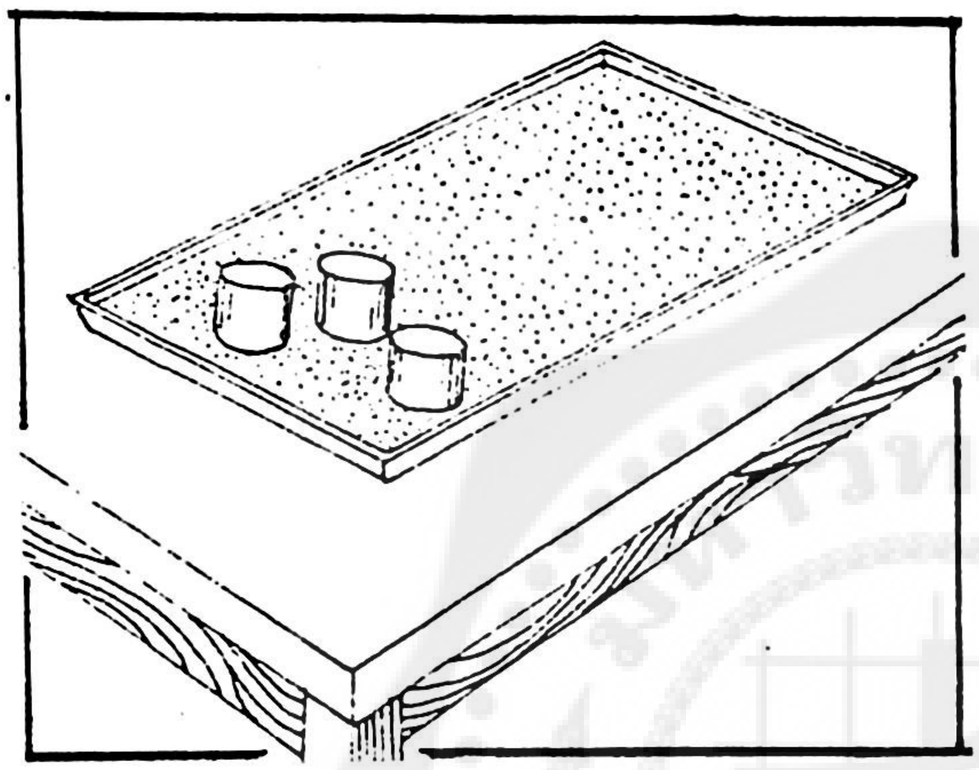
2.2 ตัวแปรตาม คือ การต้านการเปลี่ยนภาพการเคลื่อนที่

2.3 ตัวแปรต้องควบคุม คือ -

เอกสารหมายเลข 5

<u>ขั้นทดสอบสมมติฐาน</u>

1. ให้นักเรียนทำกิจกรรมเรื่อง มวล ในแบบเรียนเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
2. ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลอง (ให้เติม มาก น้อย หรือปานกลาง)



รูปแท่งไม้ 3 อัน วางในถานลดแรงเสียดทาน

<u>การต้านการเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่</u>

แท่งไม้อันที่ 1 .....

แท่งไม้อันที่ 2 .....

แท่งไม้อันที่ 3 .....

3. ให้นักเรียนพิจารณาผลการทดลอง และตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 แท่งไม้แต่ละอันต้านมือหรือไม่ อย่างไร

.....

3.2 ถ้านักเรียนรู้สึกถึง การต้านมือของวัตถุ ซึ่งจะต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ ของวัตถุนั้น แสดงว่า

.....

3.2.1 วัตถุที่อยู่นิ่ง จะต้านความพยายามที่จะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่หรือไม่

.....

3.2.2 วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ก็จะต้านความพยายามที่จะทำให้วัตถุหยุดนิ่งหรือไม่

.....

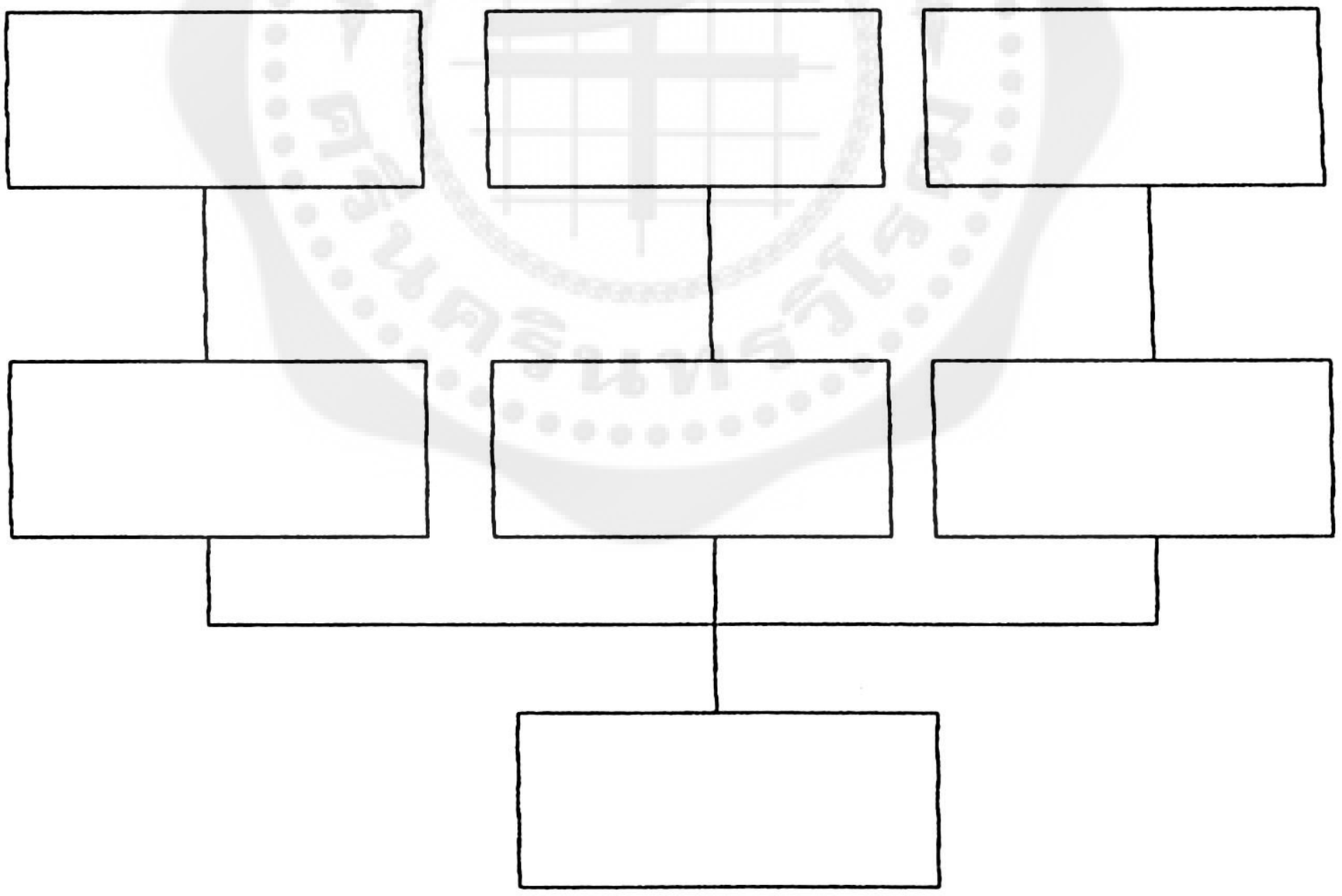
เอกสารหมายเลข 6

<u>ขั้นสรุป</u>

ให้นักเรียนนำสัญลักษณ์ และข้อความที่กำหนดให้เติมลงในกรอบของแผนภูมิต่อไปนี้

ข้อความที่กำหนดให้

1. m มาก
2. m ปานกลาง
3. m น้อย
4. ต้านมาก (จะต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่มาก)
5. ต้านปานกลาง (จะต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ปานกลาง)
6. ต้านน้อย (จะต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่น้อย)
7. ความเฉื่อย (Inertia)



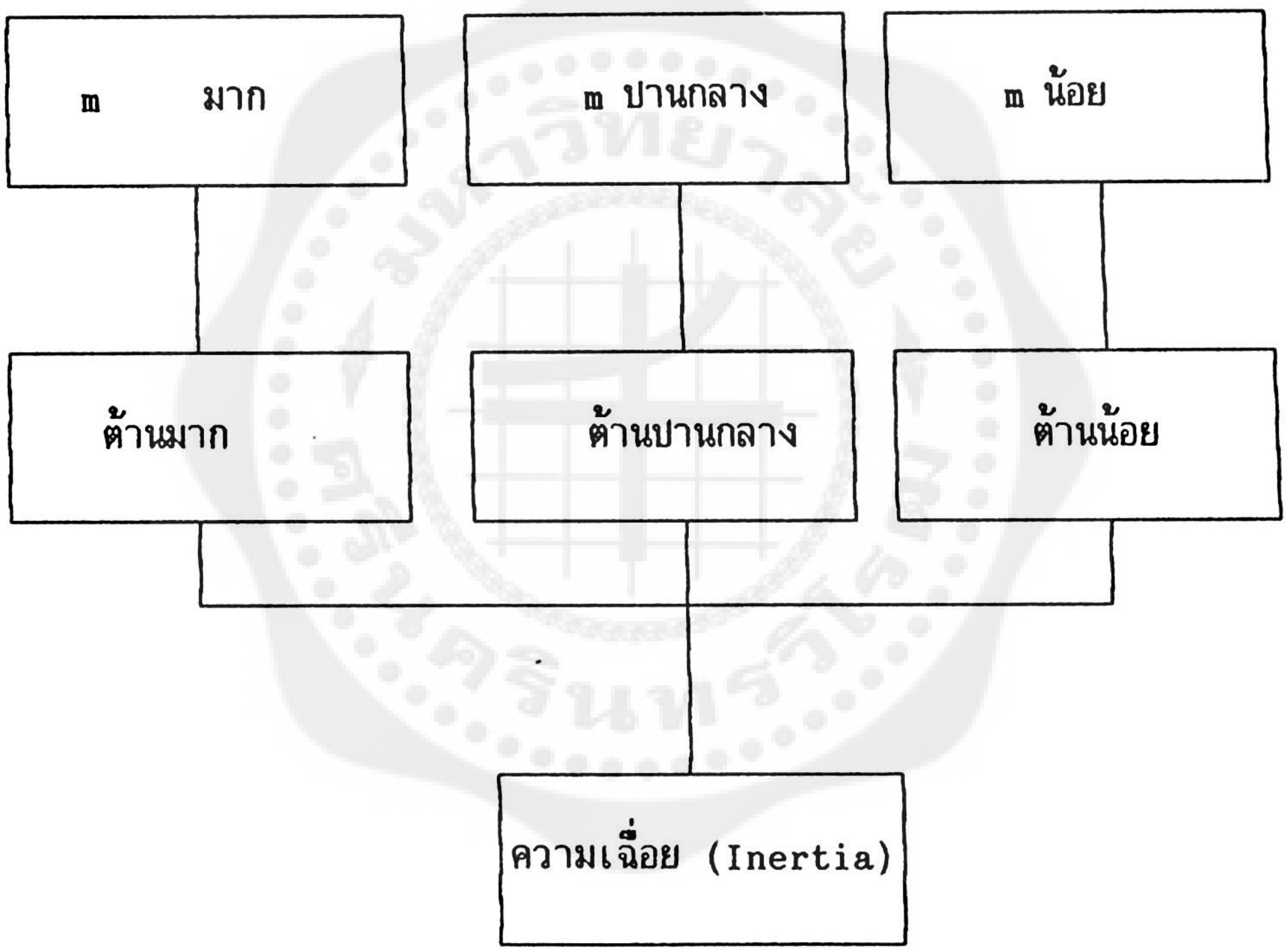
สรุปผลการทดลอง

.....

.....

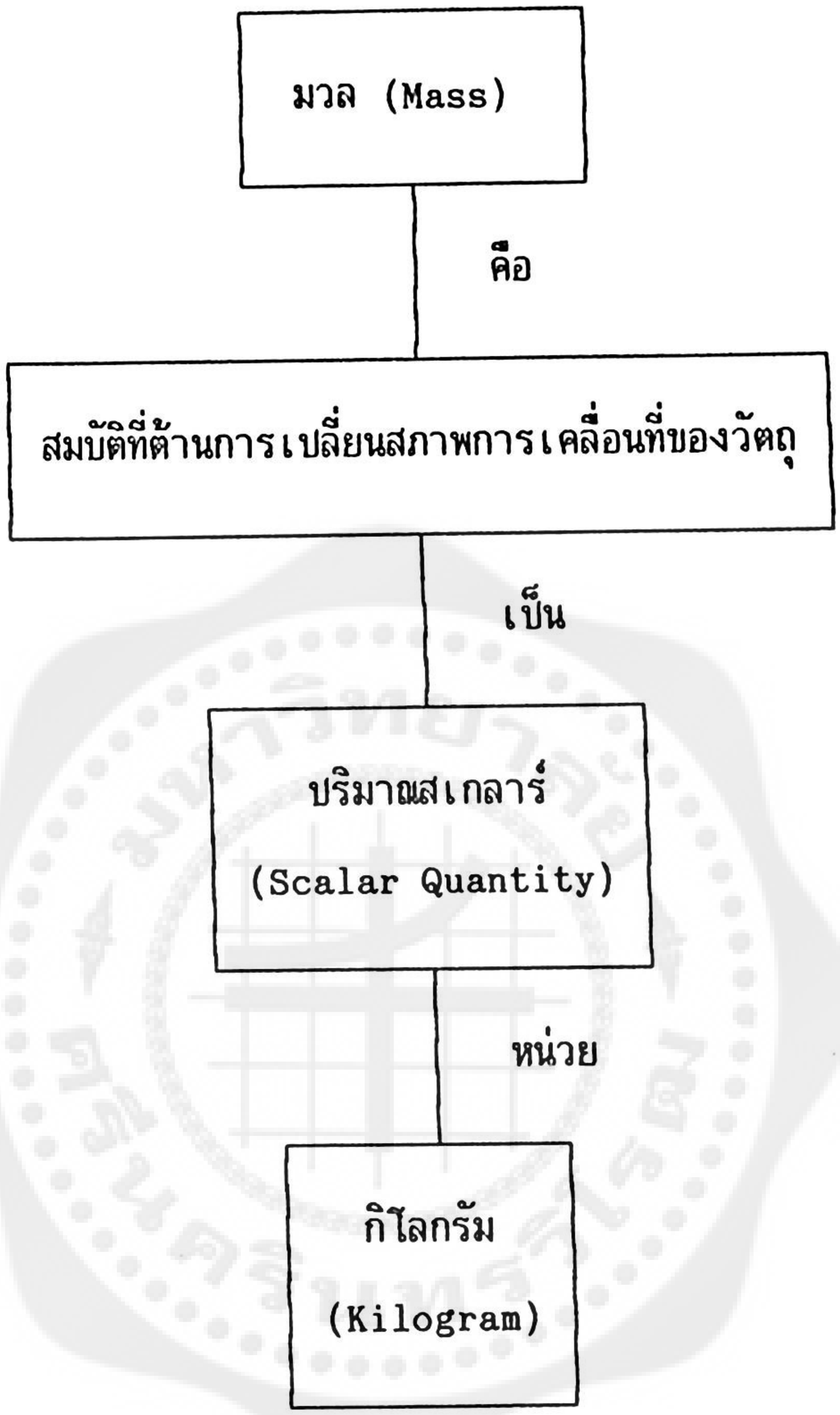
เอกสารหมายเลข 7

<u>ขั้นสรุป</u> (ขั้นสรุปผลการทดลอง และความรู้เพิ่มเติม)



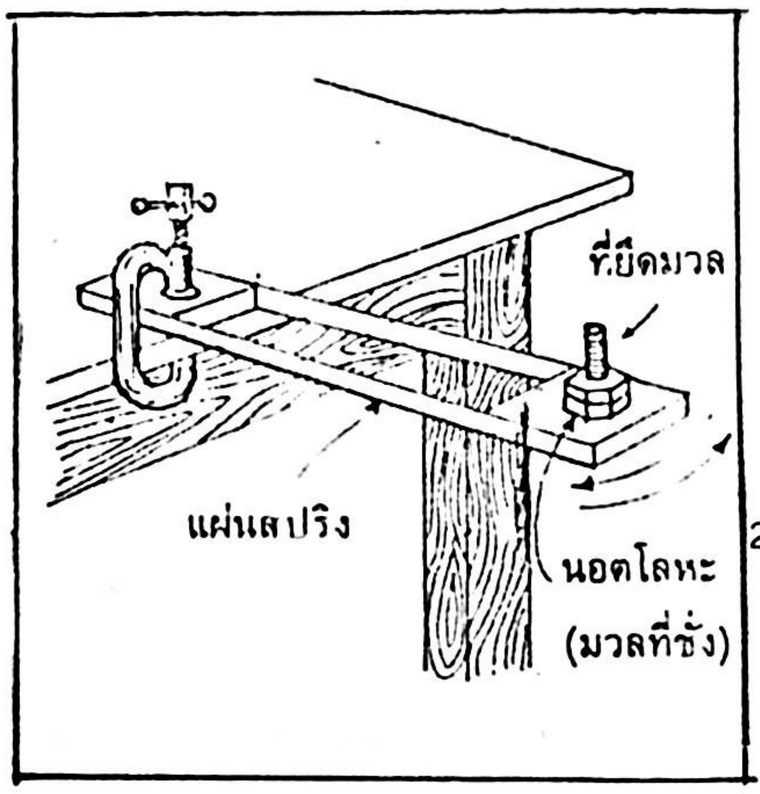
<u>สรุปผลการทดลอง</u>

ความเฉื่อย หมายถึง "สมบัติต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ" ปริมาณที่บอกว่าวัตถุใดมีความเฉื่อยมากหรือน้อย คือ "มวล" วัตถุที่มีมวลมากจะต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่มาก วัตถุที่มีมวลน้อยจะต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่น้อย มวลเป็นปริมาณ "สเการ์" มีหน่วยเป็น "กิโลกรัม"



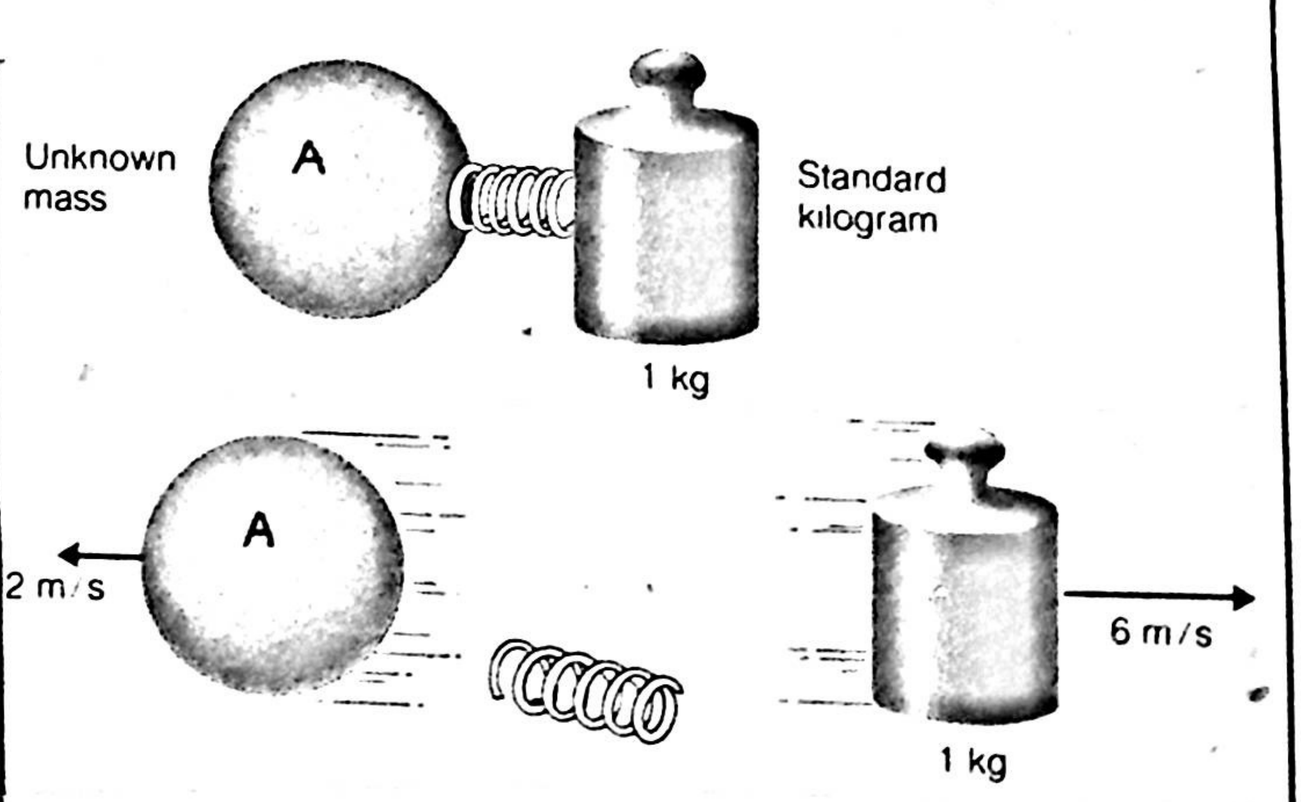
ตัวอย่าง การหามวล

1. ใช้เครื่องชั่งมวลความเฉื่อย



รูป การติดตั้งเครื่องชั่งมวลความเฉื่อย

2. การใช้ มวลมาตรฐาน (Standard mass) และคำนวณ



$$M_A = (1kg)(\frac{6\ m/s}{2\ m/s}) = 3\ kg$$

แบบฝึกชุดที่ 4
เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน
(Newton's Second Law of Motion)

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบฝึกชุดนี้ประสงค์ที่จะฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
2. ให้นักเรียนศึกษาแบบฝึก และตอบคำถามตามเอกสาร ตามลำดับดังนี้
   - 2.1 เอกสารหมายเลข 1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (5 นาที)
   - 2.2 เอกสารหมายเลข 2 ขั้นเสนอปัญหา (10 นาที)
   - 2.3 เอกสารหมายเลข 3 ขั้นกำหนดสมมติฐาน (5 นาที)
   - 2.4 เอกสารหมายเลข 4 แนวคำตอบ (5 นาที)
   - 2.5 เอกสารหมายเลข 5 ขั้นทดสอบสมมติฐาน (40 นาที)
   - 2.6 เอกสารหมายเลข 6 ขั้นสรุป (10 นาที)
   - 2.7 เอกสารหมายเลข 7 แนวคำตอบและความรู้เพิ่มเติม (5 นาที)
3. แบบฝึกชุดนี้ใช้เวลารวม 80 นาที



เอกสารหมายเลข 1

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u>

1. ทำการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง แรง และความเร่ง เมื่อมวลคงตัวได้

2. เขียนกราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา จากการทดลองเพื่อหาความเร่งของการเคลื่อนที่ได้

3. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรง กับความเร่ง เมื่อมวลคงตัวได้

4. แปรความหมายจากกราฟ ความเร่งแปรผันตรงกับแรง เมื่อมวลคงตัวได้

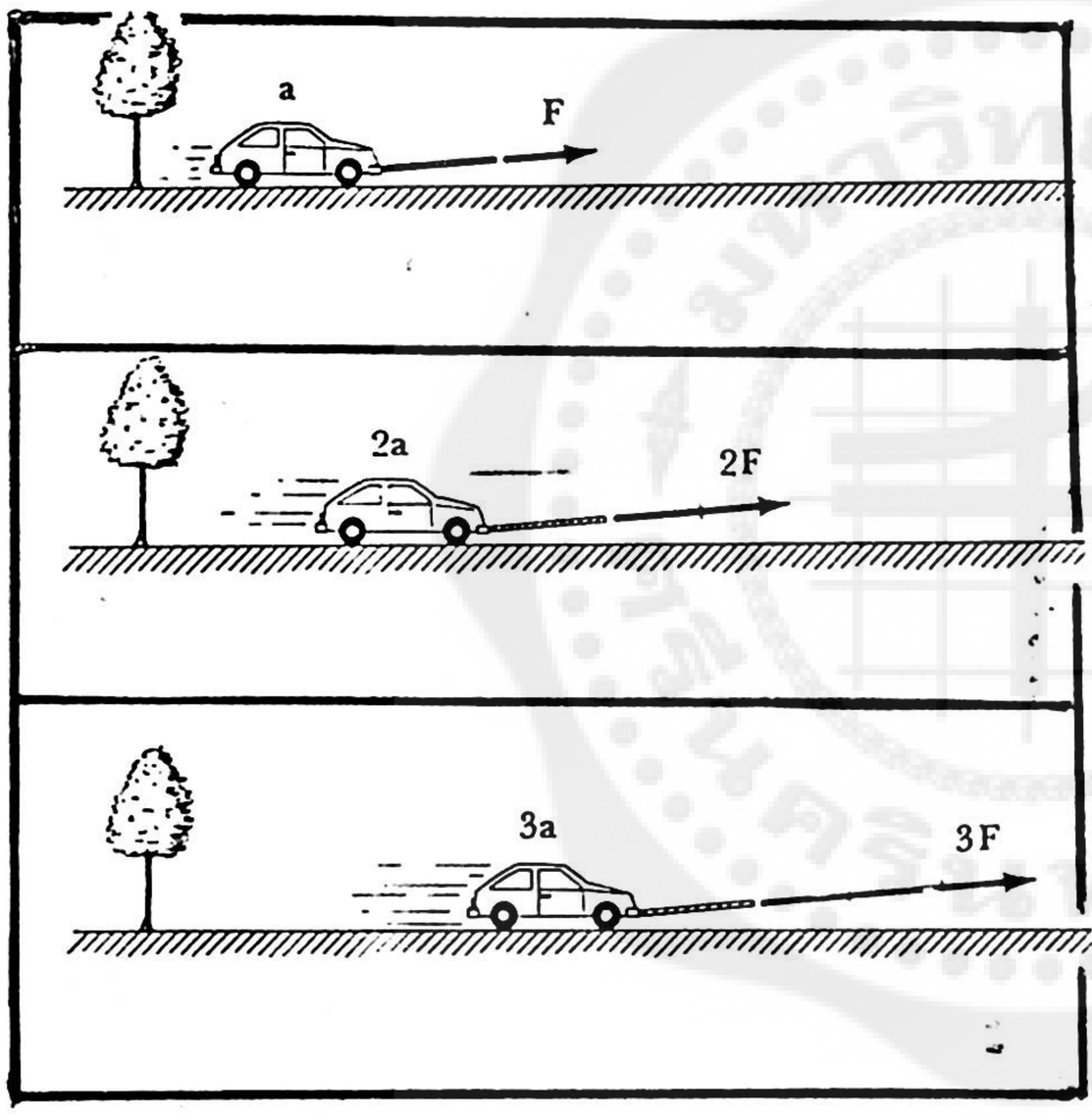
5. นำกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันไปแก้ปัญหา เมื่อกำหนดสถานการณ์จริงได้

เอกสารหมายเลข 2

<u>ขั้นเสนอปัญหา</u>

จงพิจารณารูปภาพและข้อความที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามโดยการเติม

เครื่องหมาย / (ถูก) หรือ X (ผิด) ด้านท้าย



1. เมื่อออกแรง F กระทำต่อรถ ดังรูป (a) รถจะเกิดความเร่งเท่ากับ a .....

2. เมื่อออกแรง 2F กระทำต่อรถ ดังรูป (b) รถจะเกิดความเร่งเท่ากับ 2a ....

3. เมื่อออกแรง 3F กระทำต่อรถ ดังรูป (c) รถจะเกิดความเร่งเท่ากับ .....

เอกสารหมายเลข 3

ขั้นกำหนดสมมติฐาน

1. จากรูปภาพปัญหาในเอกสารหมายเลข 2 จะนำมาตั้งสมมติฐานนำไปสู่การทดลองได้อย่างไร

1.1 .....

1.2 .....

2. จากสมมติฐานในข้อ 1 ข้อที่จะสามารถนำไปทดลองได้คือ.....

2.1 ตัวแปรต้น คือ .....

2.2 ตัวแปรตาม คือ .....

2.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ .....

เมื่อนักเรียนตอบคำถามในขั้นเสนอปัญหา และขั้นกำหนดสมมติฐานเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบคำตอบได้จาก เอกสารหมายเลข 4

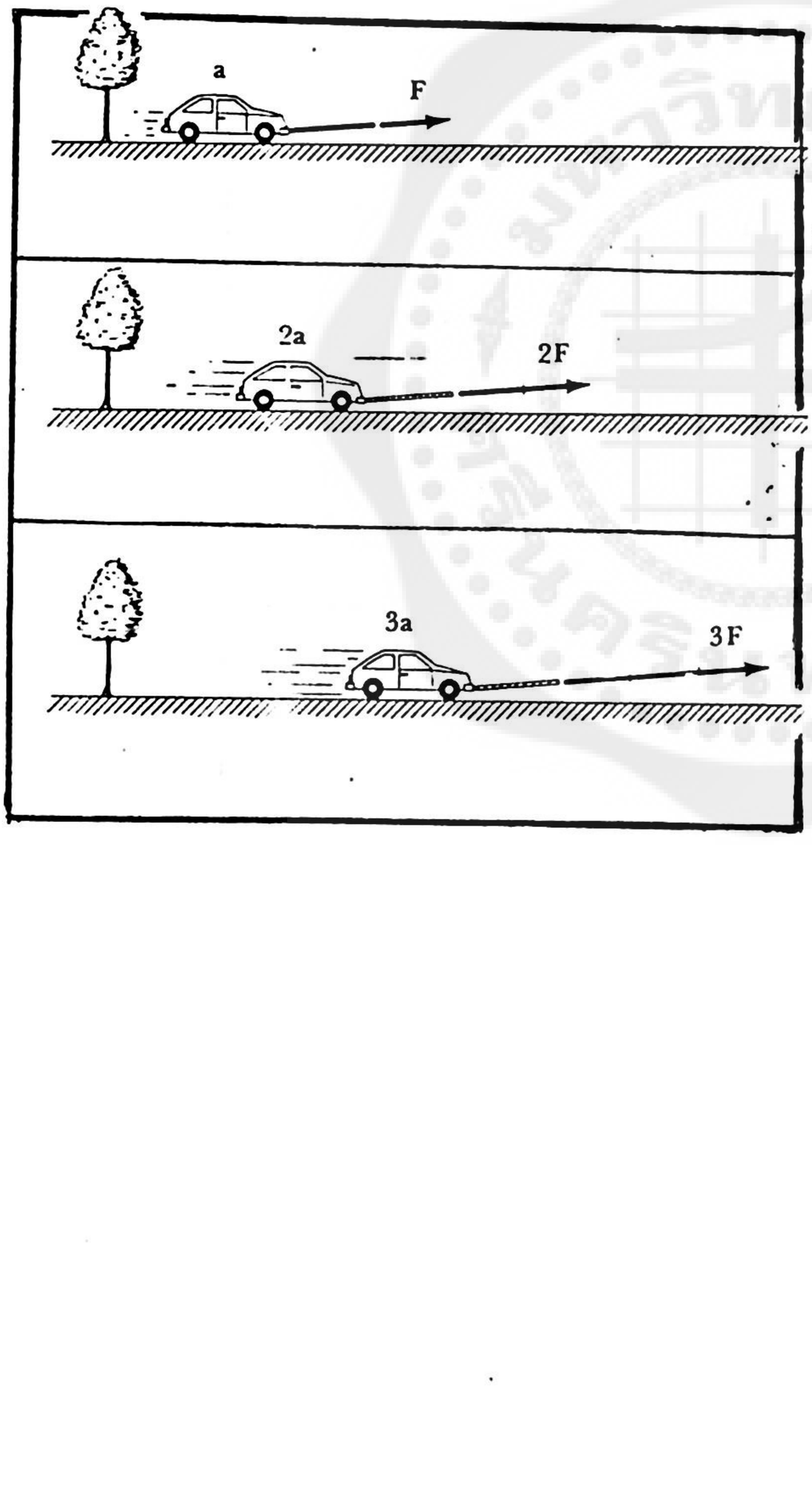
เอกสารหมายเลข 4

<u>แนวคำตอบ</u> (ขั้นเสนอปัญหา)

จงพิจารณารูปภาพและข้อความที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามโดยการเติม

เครื่องหมาย / (ถูก) หรือ X (ผิด) ด้านท้าย

1. เมื่อออกแรง F กระทำต่อรถ ดังรูป (a) รถจะเกิดความเร่งเท่ากับ a ...✓...



2. เมื่อออกแรง 2F กระทำต่อรถ ดังรูป (b) รถจะเกิดความเร่งเท่ากับ 2a ...✓...

3. เมื่อออกแรง 3F กระทำต่อรถ ดังรูป (c) รถจะเกิดความเร่งเท่ากับ ...✓...

<u>แนวคำตอบ</u> (ขั้นกำหนดสมมติฐาน)

1. จากรูปภาพปัญหา ในเอกสารหมายเลข 2 จะนำมาตั้งเป็นสมมติฐานไปสู่การทดลองได้อย่างไร

1.1 ความเร่งของวัตถุที่จะแปรผันตรงกับแรง เมื่อมวลคงตัว

1.2 แรงมากจะทำให้เกิดความเร่งมาก เมื่อมวลคงที่

2. จากสมมติฐานในข้อที่ 3 ที่จะสามารถนำไปทดลองได้คือ 1

2.1 ตัวแปรต้น คือ แรง (Force)

2.2 ตัวแปรตาม คือ ความเร่ง (Accelertion)

2.3 ตัวแปรต้องควบคุม คือ มวล (Mass)

เอกสารหมายเลข 5

ขั้นทดสอบสมมติฐาน

1. ให้นักเรียนทำการทดลอง 7.1 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร่งเมื่อมวลคงตัว ในแบบเรียนเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

2. ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลอง

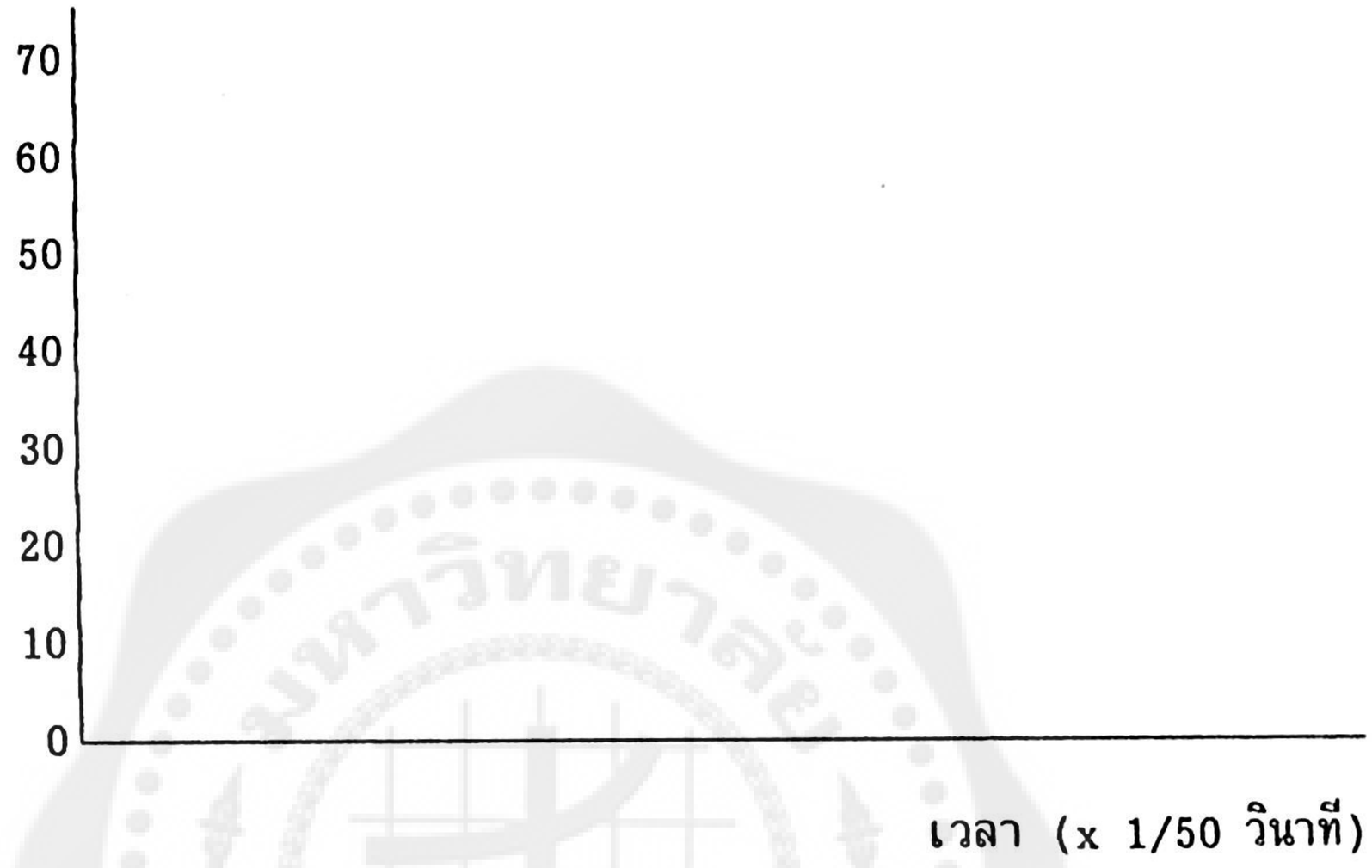
ตาราง 7.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง

เวลา x 1/50 S	ความเร็วเป็นเซนติเมตร/4 ช่วงจุด			
	แรง 1F	แรง 2F	แรง 4F	แรง 4F
2				
6				
10				
14				
18				
22				
26				
30				
34				
38				
42				

3. ให้นักเรียนเขียนกราฟระหว่างความเร็วกับเวลาจากตาราง 7.1

ขาดความเร็ว

(เซนติเมตร : 4 ช่วงจุด)



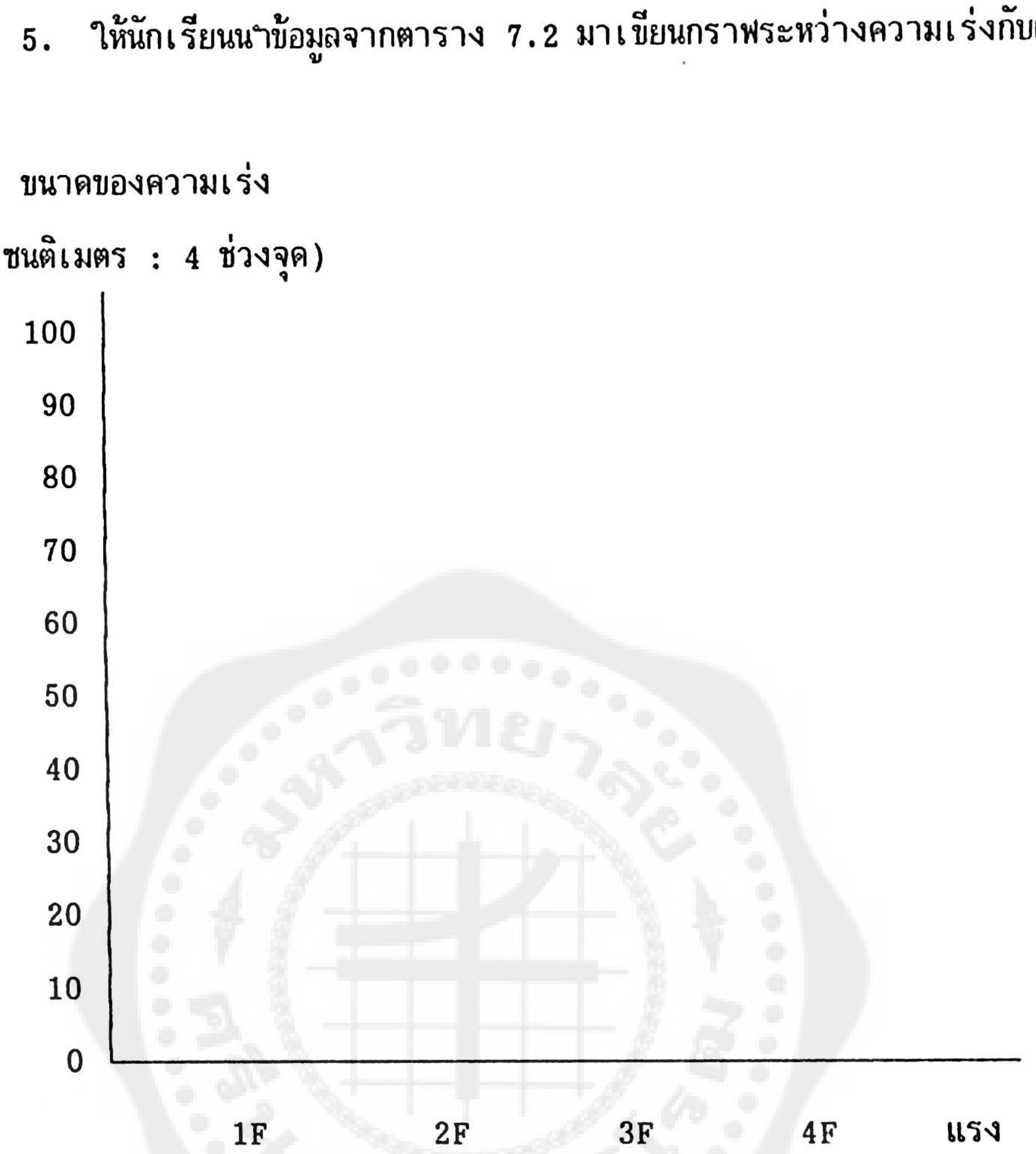
รูปภาพระหว่างความเร็วกับเวลา

4. ให้นักเรียนคำนวณหาความชัด จากกราฟ รูป 7.1 ของเส้นกราฟแต่ละเส้น ซึ่งความชันนี้คือ ความเร่ง (a) ของรถทดลอง และนำไปบันทึกผลในตาราง 7.2

ตาราง 7.12 ตารางบันทึกความเร่งกับแรง

แรง	1F	2F	3F	4F
ความเร่ง (เซนติเมตร/วินาที^{2})				

5. ให้นักเรียนนำข้อมูลจากตาราง 7.2 มาเขียนกราฟระหว่างความเร่งกับแรง



6. ให้นักเรียนพิจารณากราฟรูป 7.2 และตอบคำถามต่อไปนี้

6.1 เมื่อพิจารณาที่ตำแหน่ง แรง 2F จะมีความเร่งเท่าไร

.....

6.2 เมื่อพิจารณาที่ตำแหน่งแรง 2F, 3F, 4F จะมีความเร่งเท่าไร

.....

6.3 ให้นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง แรง กับความเร่ง

.....

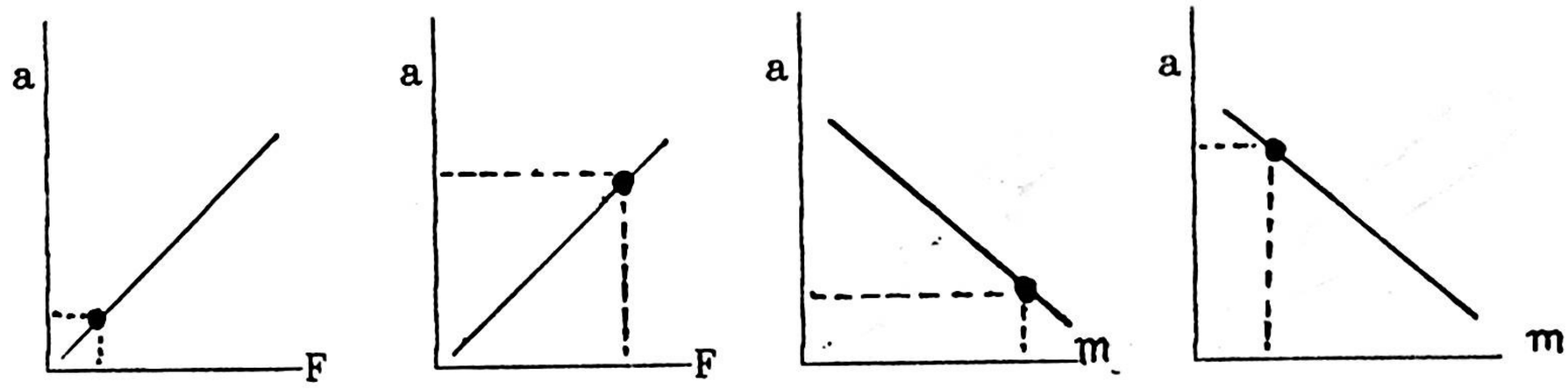
เอกสารหมายเลข 6

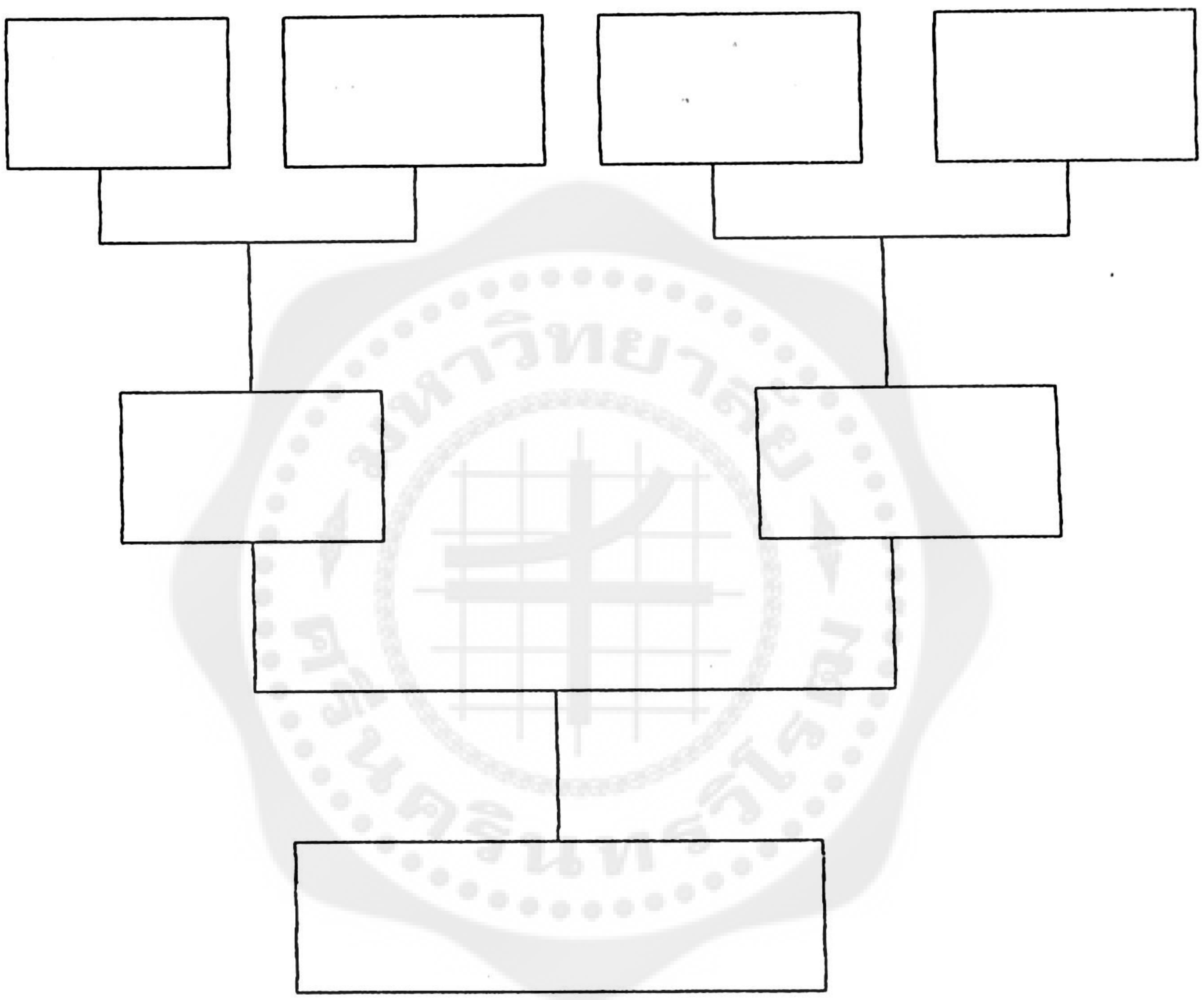
ขั้นสรุป

ให้นักเรียนนำสัญลักษณ์ และข้อความที่กำหนดให้เติมลงในกรอบของแผนภูมิต่อไปนี้

สัญลักษณ์ของข้อความที่กำหนดให้

1. a น้อย F น้อย
2. a มาก F มาก
3. a มาก m น้อย
4. a น้อย m น้อย
5. $a \propto F$
6. $a \propto 1/m$
7. F = ma





<u>สรุปผลการทดลอง</u>

.....

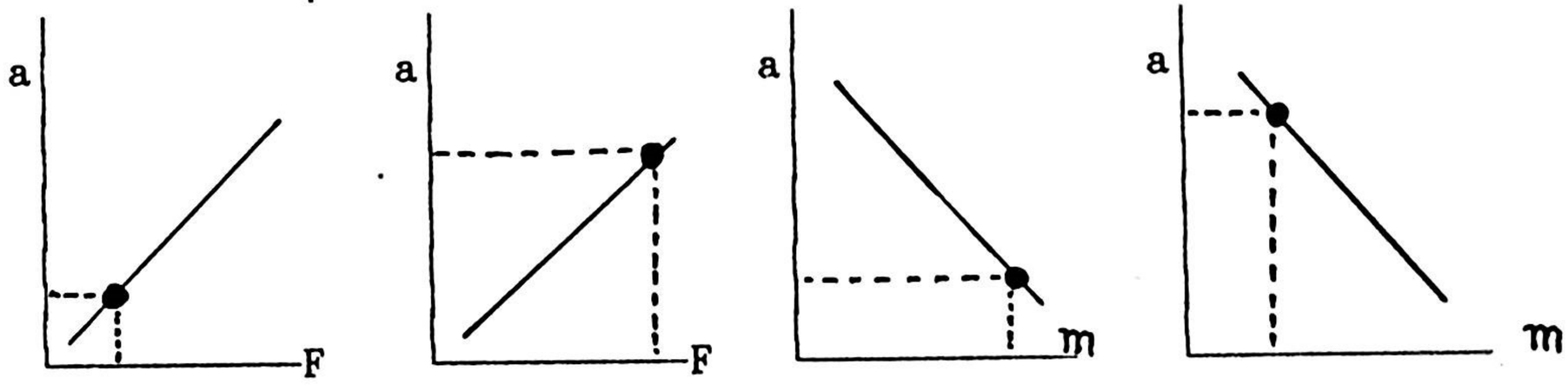
.....

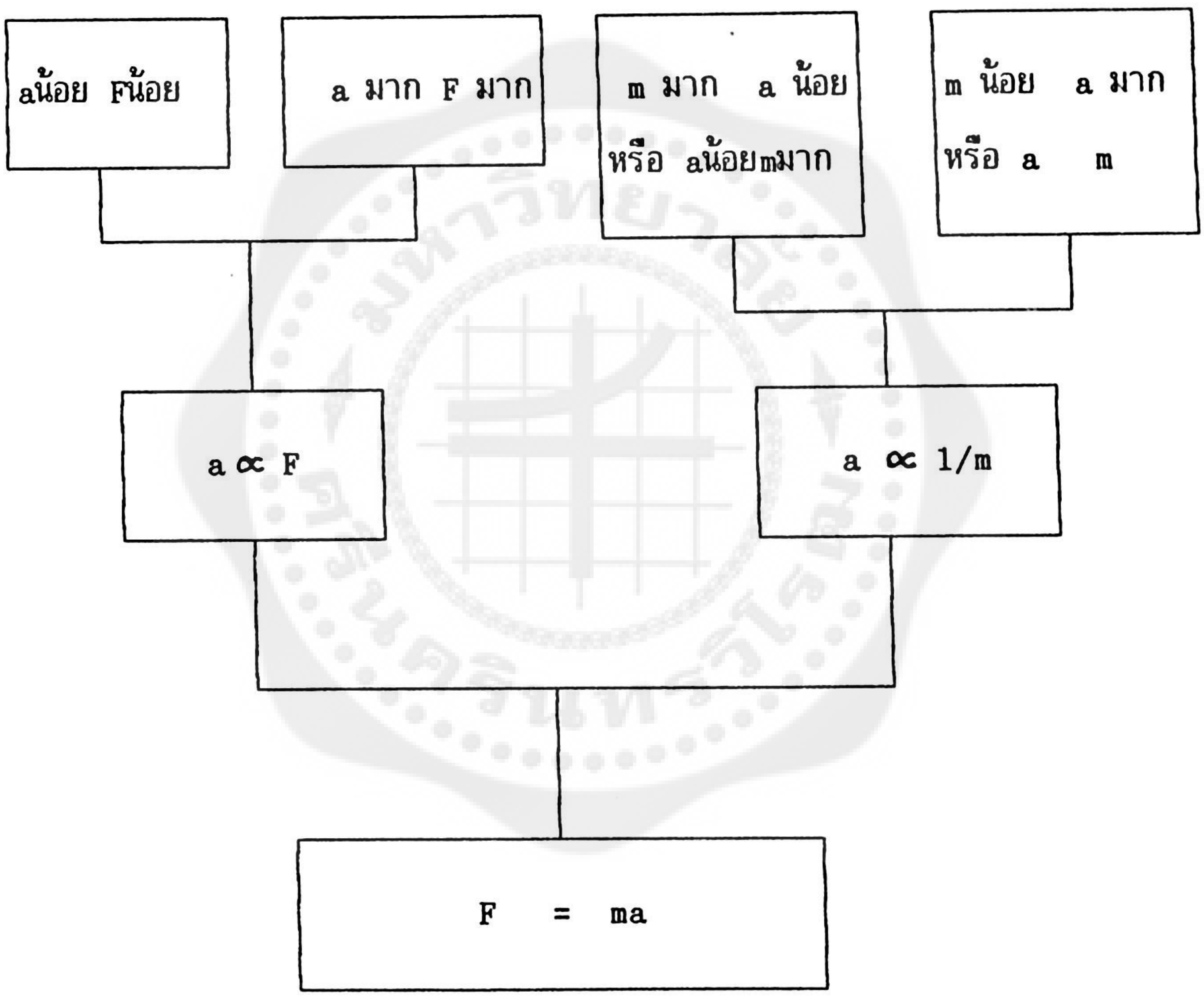
.....

.....

เอกสารหมายเลข 7

<u>แนวคำตอบ</u> (การสรุปผลการทดลอง)





<u>สรุปผลการทดลอง</u>

"เมื่อมีแรงลัพธ์ ซึ่งมีขนาดไม่เป็นศูนย์ มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ และขนาดของความเร่งจะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ และจะแปรผันกับมวลของวัตถุ

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

(Newton's Second Law of Motion)

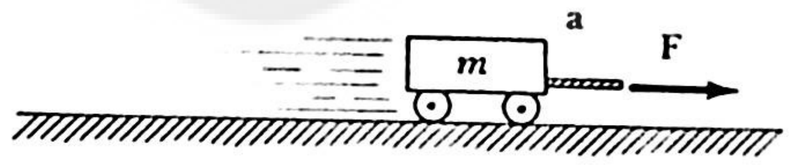
สรุปผลการทดลอง

"เมื่อมีแรงลัพธ์ ซึ่งมีขนาดไม่เป็นศูนย์ มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ และขนาดของความเร่งจะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ และจะแปรผันกับมวลของวัตถุ

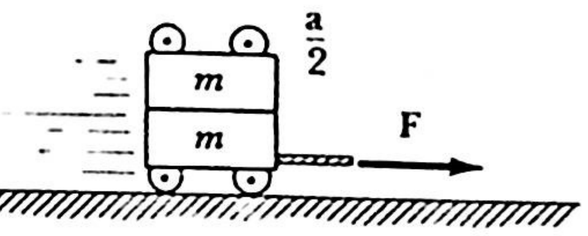
(The acceleration of an object is directly proportional to, and in the same derection as, the unbalanced force on it, and inversely proportional to the mass of the object)

$$\Sigma F = ma$$

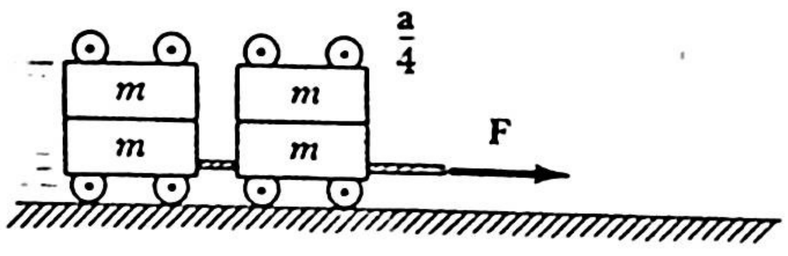
ตัวอย่าง



(a)



(b)

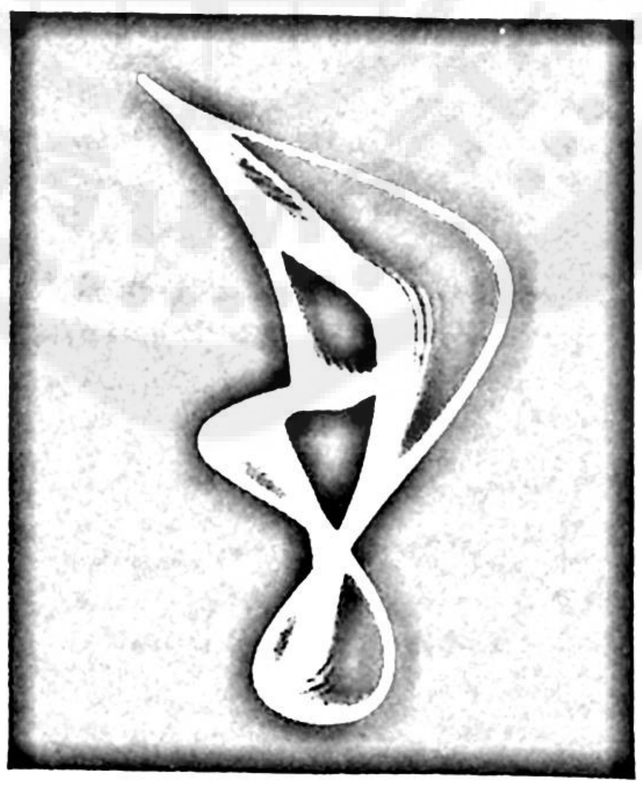


(c)

แบบฝึกชุดที่ 5
เรื่อง น้ำหนัก (Weight)

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบฝึกชุดนี้ประสงค์ที่จะฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
2. ให้นักเรียนศึกษาแบบฝึก และตอบคำถามตามเอกสาร ตามลำดับดังนี้
   - 2.1 เอกสารหมายเลข 1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (5 นาที)
   - 2.2 เอกสารหมายเลข 2 ขั้นเสนอปัญหา (10 นาที)
   - 2.3 เอกสารหมายเลข 3 ขั้นกำหนดสมมติฐาน (5 นาที)
   - 2.4 เอกสารหมายเลข 4 แนวคำตอบ (5 นาที)
   - 2.5 เอกสารหมายเลข 5 ขั้นทดสอบสมมติฐาน (40 นาที)
   - 2.6 เอกสารหมายเลข 6 ขั้นสรุป (10 นาที)
   - 2.7 เอกสารหมายเลข 7 แนวคำตอบและความรู้เพิ่มเติม (5 นาที)
3. แบบฝึกชุดนี้ใช้เวลารวม 80 นาที



เอกสารหมายเลข 1

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u>

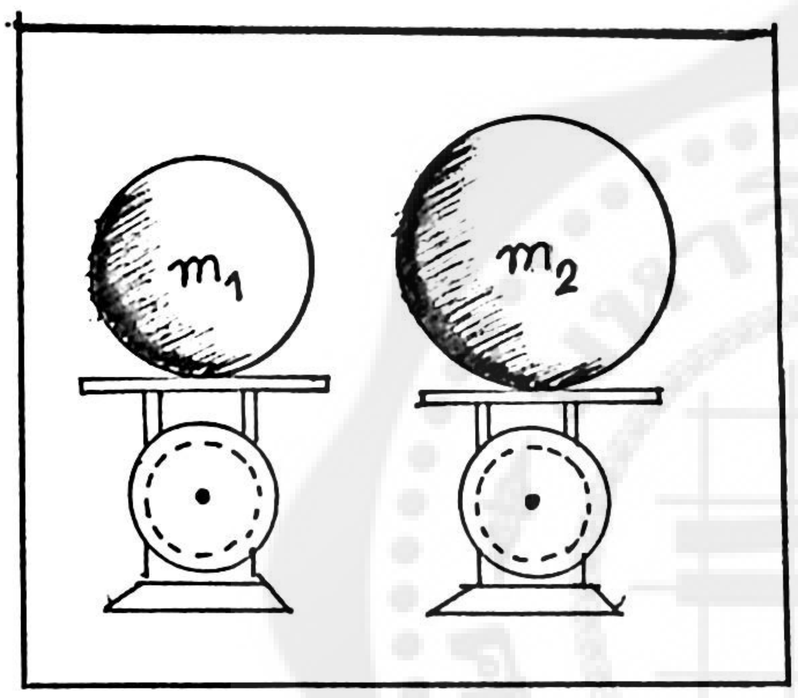
เมื่อจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. บอกได้ว่า แรงที่โลกดึงดูดวัตถุ คือ น้ำหนัก (Weight) ของวัตถุ
2. บอกได้ว่า น้ำหนักเป็นปริมาณเวกเตอร์ (Vector Quantity)
3. บอกได้ว่า วัตถุก้อนเดียวกัน เมื่อชั่ง ณ บริเวณต่างกัน น้ำหนักของวัตถุจะเปลี่ยนไปตามค่า g

เอกสารหมายเลข 2

<u>ขั้นเสนอปัญหา</u>

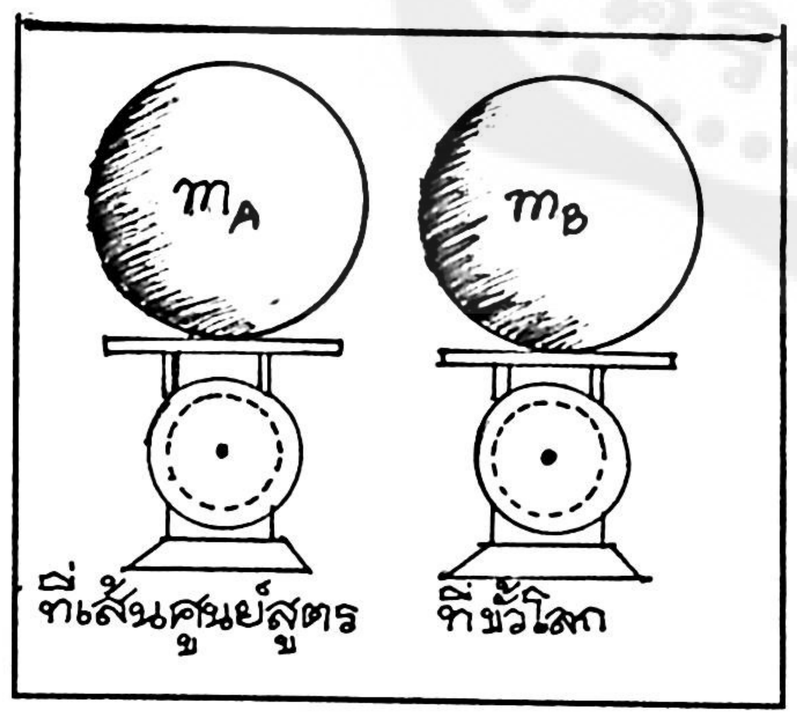
จงพิจารณารูปภาพและข้อความที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามโดยการเติม เครื่องหมาย / (ถูก) หรือ X (ผิด) ด้านท้าย



1. กำหนดให้ มวล m_1 และมวล m_2 มีขนาดไม่เท่ากัน มวล m_1 มากกว่ามวล m_2)

1.1 สามารถนำมวล m_1 และ m_2 มาหาค่าน้ำหนักได้ .....

2.2 น้ำหนัก (w) ของมวล m_2 มากกว่ามวล m_1 .....



2. กำหนดให้มวลของวัตถุ A และวัตถุ B มีขนาดเท่ากัน

2.1 นำวัตถุทั้ง A และ B ไปชั่ง ณ สถานที่ต่างกัน (ที่เส้นศูนย์สูตร และที่ขั้วโลก) น้ำหนักของวัตถุจะต่างกัน .....

2.2 น้ำหนัก A ชั่งที่เส้นศูนย์สูตร จะมากกว่าน้ำหนักมวล B ชั่งที่ขั้วโลก .....

เอกสารหมายเลข 3

<u>ขั้นกำหนดสมมติฐาน</u>

1. จากรูปภาพปัญหาในเอกสารหมายเลข 2 จะนำมาตั้งสมมติฐานนำไปสู่การทดลองได้อย่างไร

1.1 .....

1.2 .....

2. จากสมมติฐานในข้อ 1 ข้อที่จะสามารถนำไปทดลองได้คือ.....

2.1 ตัวแปรต้น คือ .....

2.2 ตัวแปรตาม คือ .....

2.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ .....

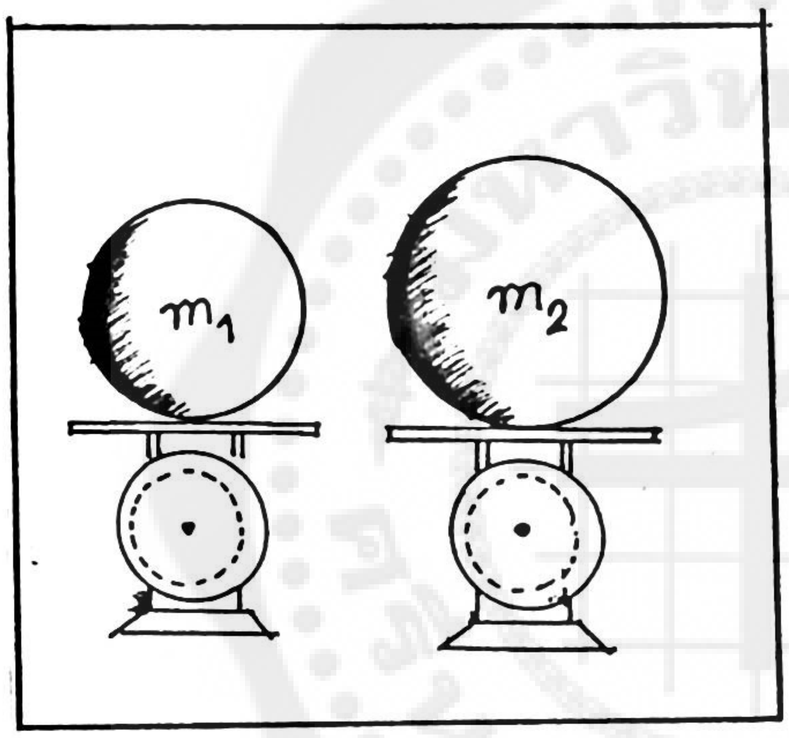
เมื่อนักเรียนตอบคำถามในขั้นเสนอปัญหา และขั้นกำหนดสมมติฐานเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบคำตอบได้จาก เอกสารหมายเลข 4

เอกสารหมายเลข 4

<u>แนวคำตอบ</u> (ขั้นเสนอปัญหา)

จงพิจารณารูปภาพและข้อความที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามโดยการเติม เครื่องหมาย / (ถูก) หรือ X (ผิด) ด้านท้าย

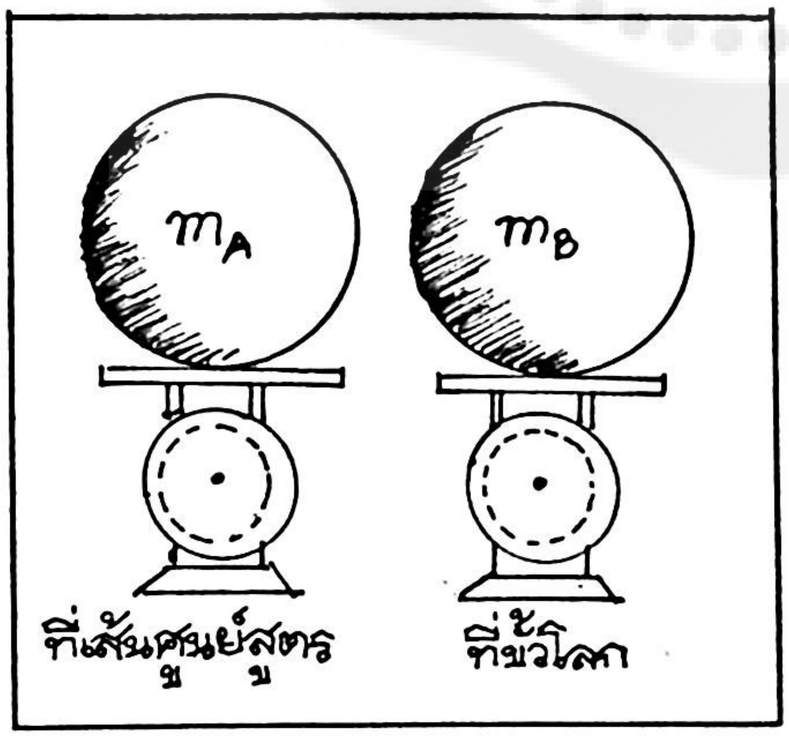
1. กำหนดให้ มวล m_1 และมวล m_2 มีขนาดไม่เท่ากัน มวล m_1 มากกว่ามวล m_2)



1.1 สามารถนำมวล m_1 และ m_2 มาหาค่าน้ำหนักได้ ....✓.....

2.2 น้ำหนัก (W) ของมวล m มากกว่ามวล m_1 ....✓.....

2. กำหนดให้มวลของวัตถุ A และวัตถุ B มีขนาดเท่ากัน



2.1 นำวัตถุทั้ง A และ B ไปชั่ง ณ สถานที่ต่างกัน (ที่เส้นศูนย์สูตร และที่ขั้วโลก) น้ำหนักของวัตถุจะต่างกัน ....✓....

2.2 น้ำหนัก A ชั่งที่เส้นศูนย์สูตร จะมากกว่าน้ำหนักมวล B ชั่งที่ขั้วโลก ....✓.....

<u>แนวคำตอบ</u> (ขั้นกำหนดสมมติฐาน)

1. จากรูปภาพปัญหา ในเอกสารหมายเลข 2 จะนำมาตั้งเป็นสมมติฐานไปสู่การทดลองได้อย่างไร

1.1 วัตถุที่มีมวลมากกว่าจะมีน้ำหนักมากกว่า

1.2 น้ำหนักจะแปรผันกับมวล (เมื่อ g คงที่)

2. จากสมมติฐานในข้อที่ 3 ที่จะสามารถนำไปทดลองได้คือ 1

2.1 ตัวแปรต้น คือ มวล

2.2 ตัวแปรตาม คือ น้ำหนัก

2.3 ตัวแปรต้องควบคุม คือ g

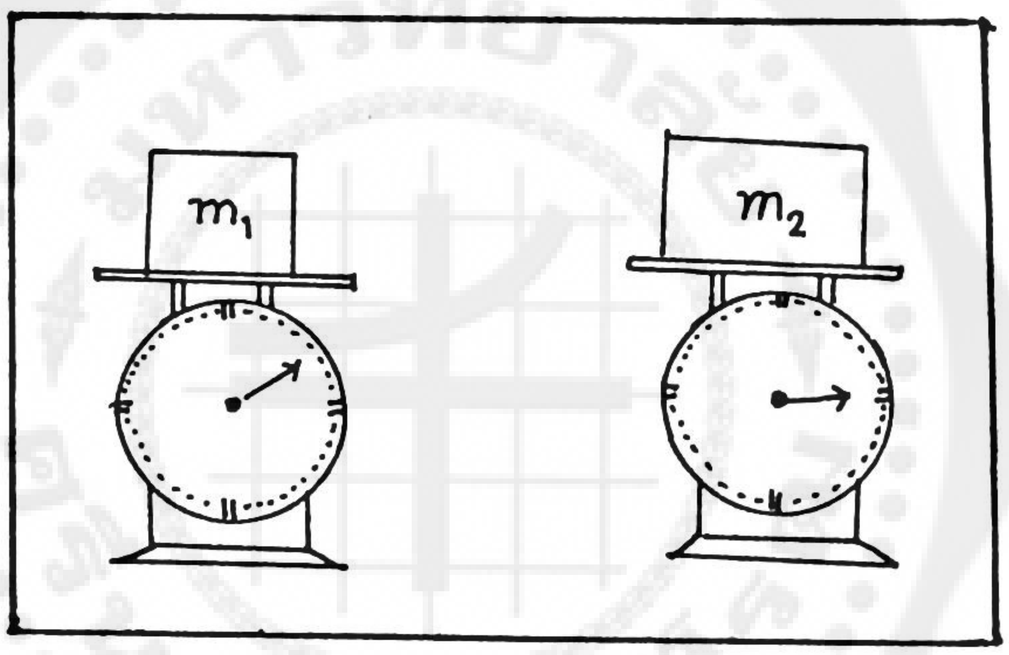
เอกสารหมายเลข 5

<u>ขั้นทดสอบสมมติฐาน</u>

1. ให้นักเรียนทำกิจกรรม เรื่องน้ำหนัก เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

2. ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลอง

โดยนำมวล m_1 มวล m_2 ขนาดไม่เท่ากัน มาชั่งแล้วคำนวณหาค่าน้ำหนัก (W) ของมวลทั้งสอง จากสูตร $W = mg$



$W_1 = m_1 g$ $W_2 = m_2 g$

$W_1 = (\ldots \times 9.8\ m/S^2)$ $W_2 = (\ldots \times 9.8\ m/S^2)$

3. ให้นักเรียนพิจารณาผลการทดลองและตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 จากการคำนวณหาค่าน้ำหนักของมวล m_1 และ m_2 เท่ากันหรือไม่ อย่างไร

.....

3.2 สมมติถ้าใช้เครื่องชั่งสองแขนเครื่องเดียวกัน ซึ่งวัตถุก้อนเดียวกันเส้น เส้นศูนย์สูตร และที่ขั้วโลก น้ำหนักของวัตถุที่อ่านได้จากเครื่องชั่งนี้จะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

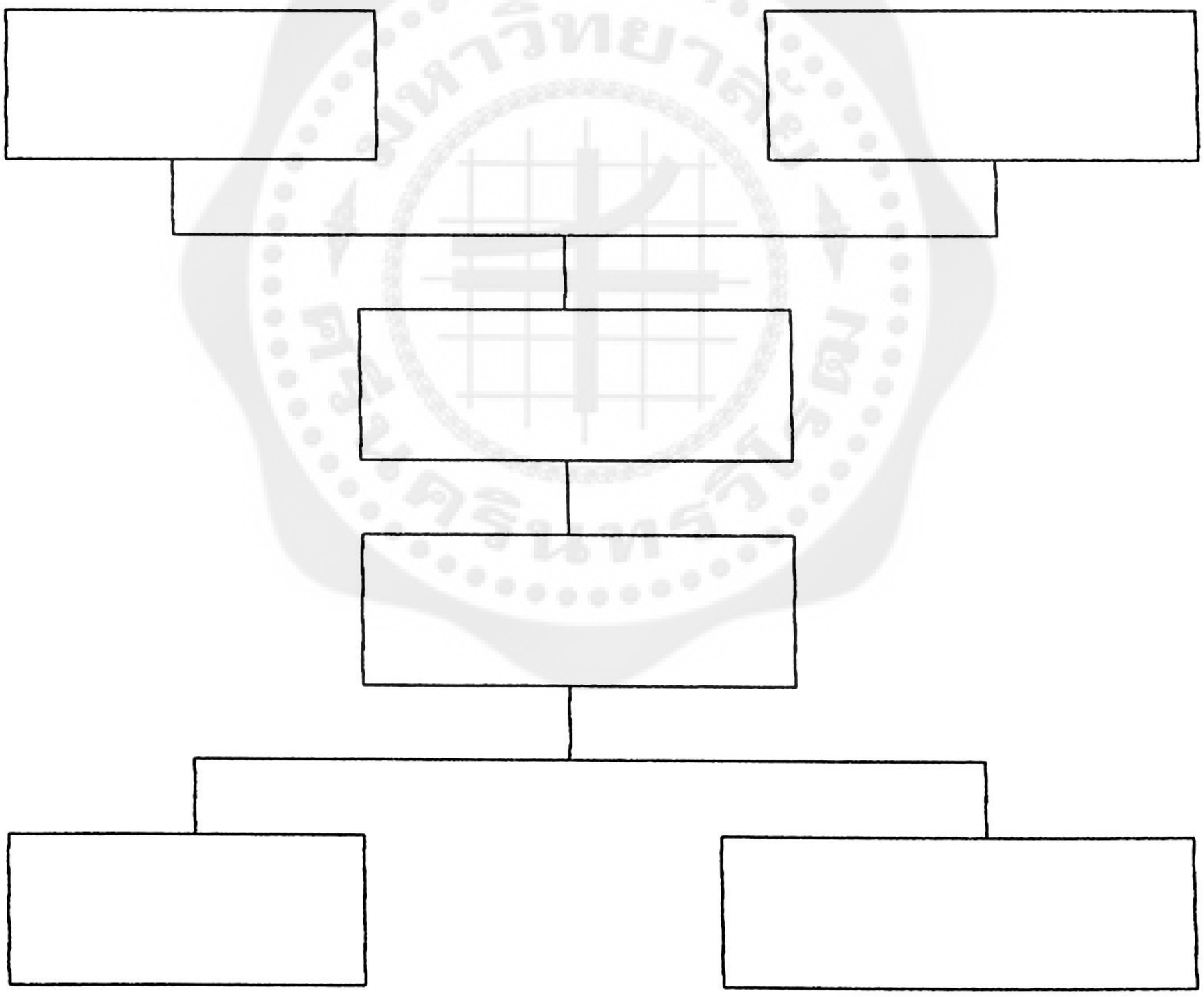
เอกสารหมายเลข 6

<u>ขั้นสรุป</u>

ให้นักเรียนนำสัญลักษณ์ และข้อความที่กำหนดให้เติมลงในกรอบของแผนภูมิต่อไปนี้

สัญลักษณ์ของข้อความที่กำหนดให้

1. m_1 มาก W_2 มาก (เมื่อ g คงที่)
2. m_2 น้อย W_2 น้อย (เมื่อ g คงที่)
3. $W \propto m$ (เมื่อ g คงที่)
4. $W = mg$
5. $W_1 = m_2 g$



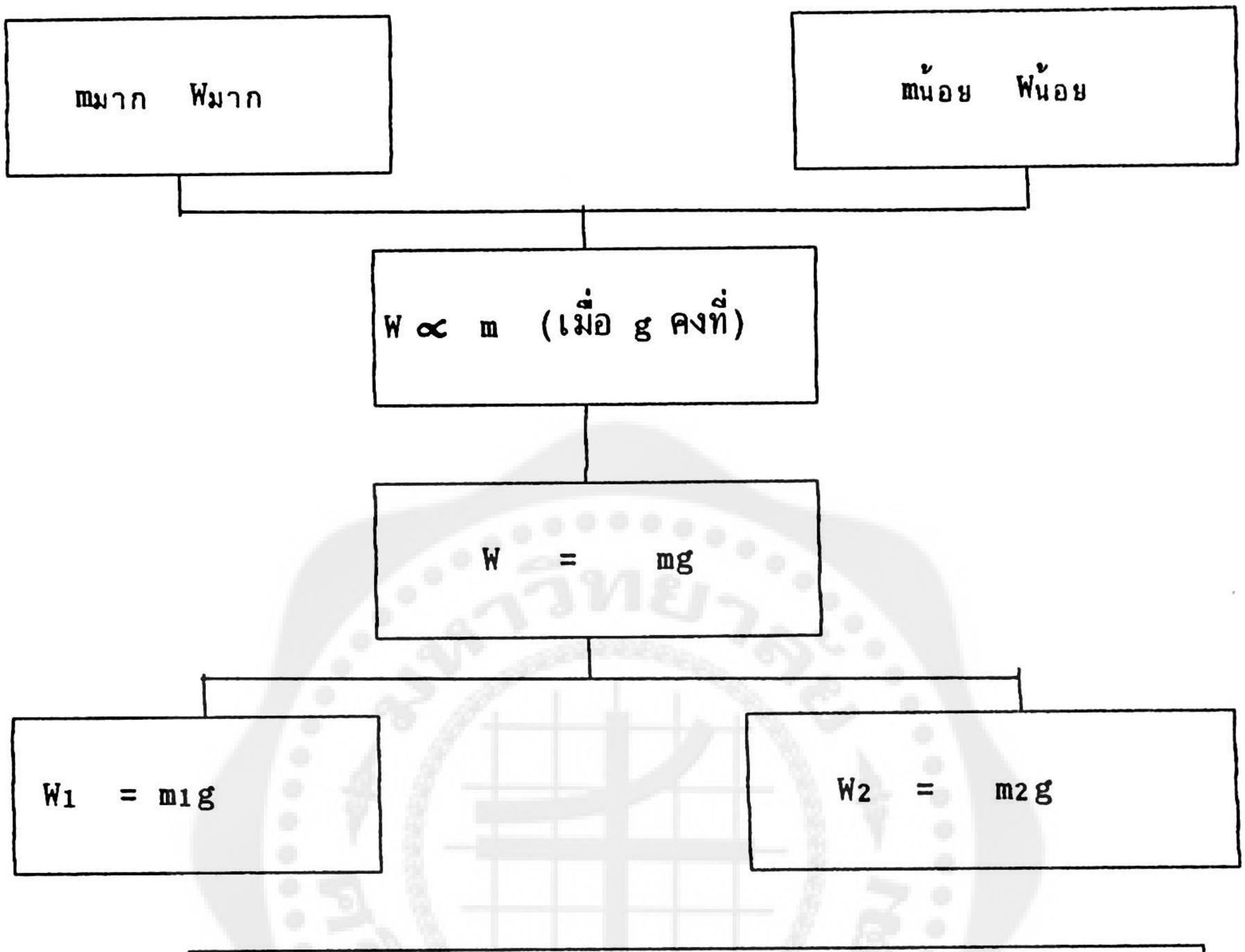
<u>สรุปผลการทดลอง</u>

.....

.....

.....

เอกสารหมายเลข 7



สรุปผลการทดลอง

"น้ำหนักเป็นแรงดึงดูดของโลกที่ดึงดูดวัตถุ น้ำหนัก เป็นปริมาณเวกเตอร์ ซึ่งมีทิศทางเดียวกับความเร่ง g หาได้จากสูตร W = mg มีหน่วยเป็น นิวตัน"

ข้อสังเกต ขนาดของน้ำหนักวัตถุ m_1 หาได้จาก $W_1 = m_1 g$

ขนาดของน้ำหนักวัตถุ m_2 หาได้จาก $W_2 = m_2 g$

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{m_1 g}{m_2 g}$$

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{m_1}{m_2}$$

"อัตราส่วนระหว่าง มวลของวัตถุสองก้อนจะเท่ากับอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของวัตถุทั้งสอง เมื่ออยู่ในบริเวณเดียวกัน"

น้ำหนัก (Weight)

แรงดึงดูดของโลกที่ดึงดูดวัตถุ (W = mg)

ปริมาณเวกเตอร์
(Vector Quantity)

นิวตัน
(Newton)

ตัวอย่าง

ALTITUDE (km)	g (m/s^2)
0	9.80
1 000	7.33
2 000	5.68
3 000	4.53
4 000	3.70
5 000	3.08
6 000	2.60
7 000	2.23
8 000	1.93
9 000	1.69
10 000	1.49

แบบฝึกชุดที่ 6
เรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบฝึกชุดนี้ประสงค์ที่จะฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
2. ให้นักเรียนศึกษาแบบฝึก และตอบคำถามตามเอกสาร ตามลำดับดังนี้
   - 2.1 เอกสารหมายเลข 1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (5 นาที)
   - 2.2 เอกสารหมายเลข 2 ขั้นเสนอปัญหา (10 นาที)
   - 2.3 เอกสารหมายเลข 3 ขั้นกำหนดสมมติฐาน (5 นาที)
   - 2.4 เอกสารหมายเลข 4 แนวคำตอบ (5 นาที)
   - 2.5 เอกสารหมายเลข 5 ขั้นทดสอบสมมติฐาน (40 นาที)
   - 2.6 เอกสารหมายเลข 6 ขั้นสรุป (10 นาที)
   - 2.7 เอกสารหมายเลข 7 แนวคำตอบและความรู้เพิ่มเติม (5 นาที)
3. แบบฝึกชุดนี้ใช้เวลารวม 80 นาที



เอกสารหมายเลข 1

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u>

เมื่อจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. บอกกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันได้

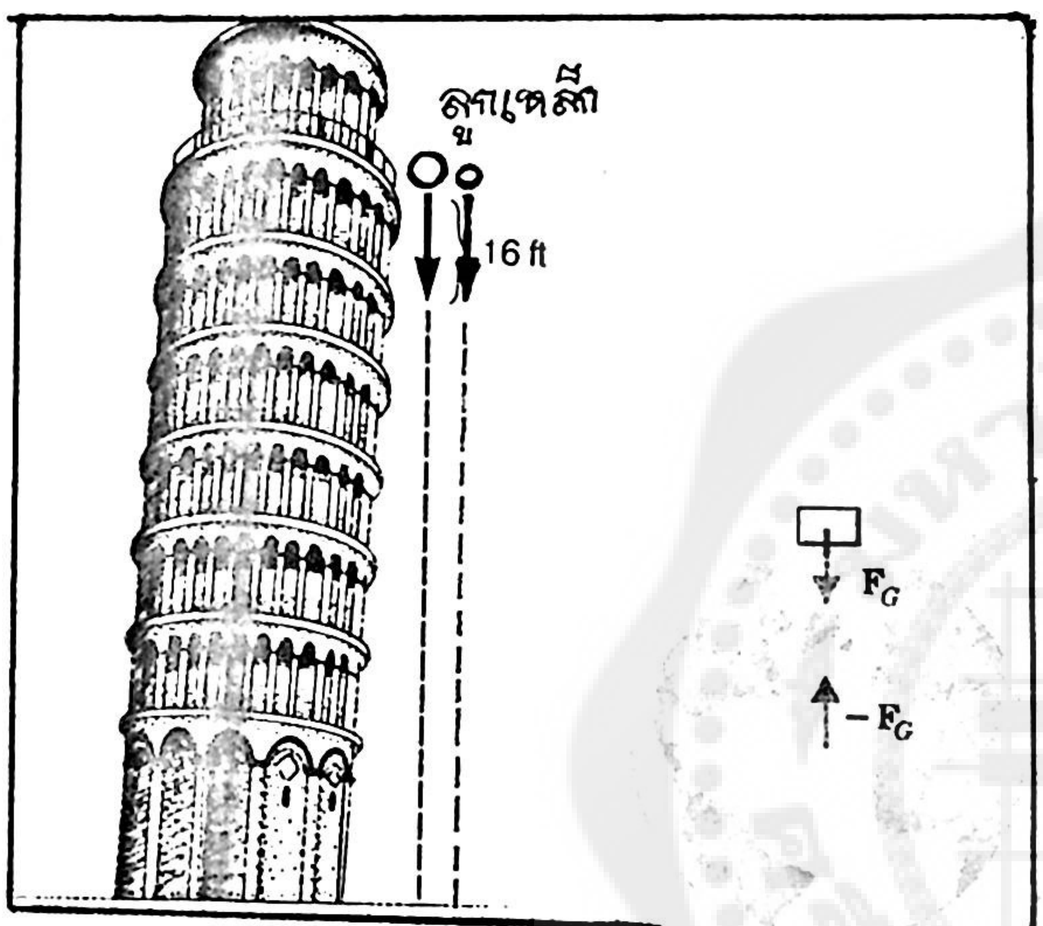
2. ใช้กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน หาปริมาณที่เกี่ยวข้อง เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

3. บอกได้ว่า G เป็นค่าคงตัว สำหรับทุกชนิดในเอกภพ เรียกว่า ค่าคงตัวความโน้มถ่วงสากล (Universal Gravitional Constant)

เอกสารหมายเลข 2

ขั้นเสนอปัญหา

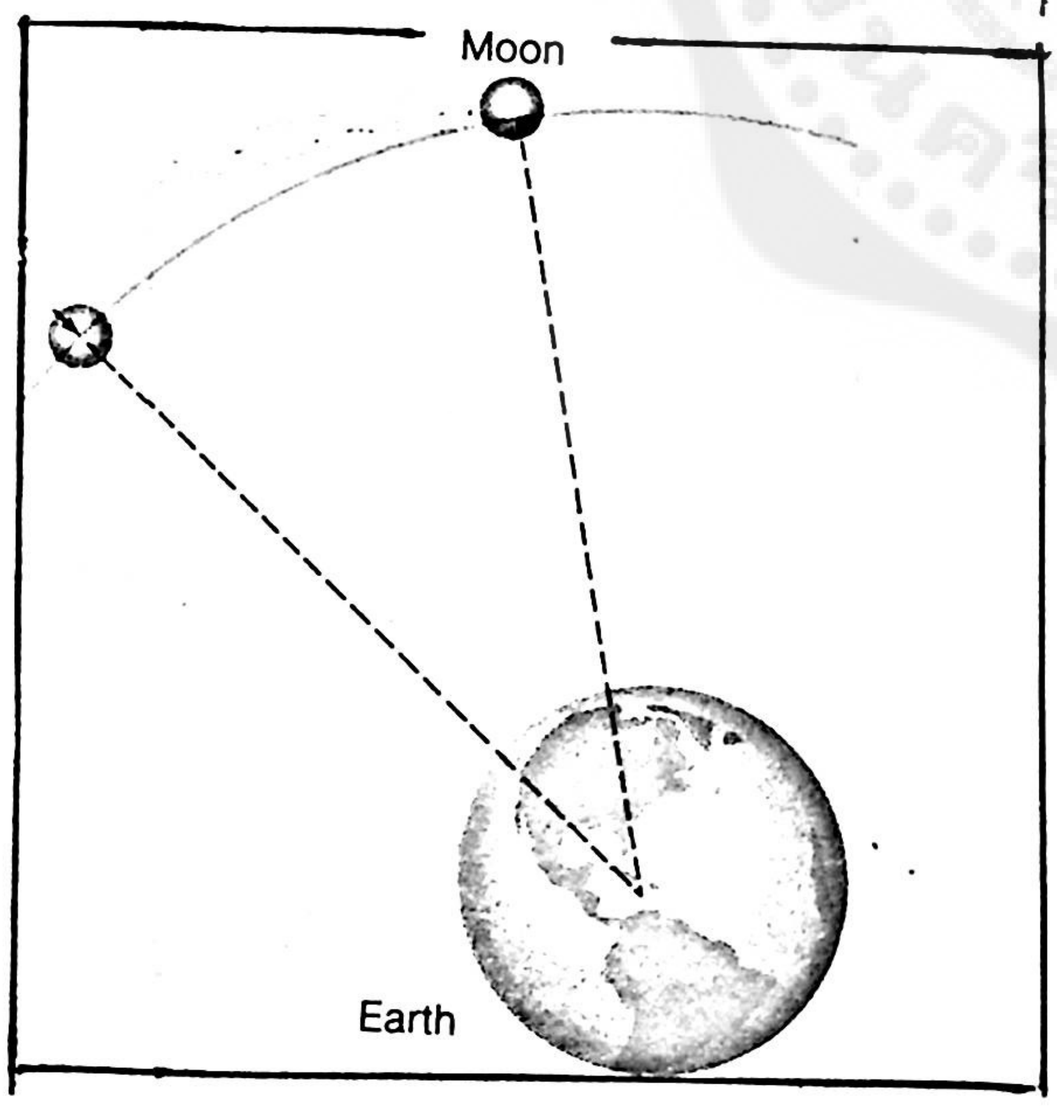
จงพิจารณารูปภาพและข้อความที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามโดยการเติม เครื่องหมาย / (ถูก) หรือ X (ผิด) ด้านท้าย



1. เมื่อปล่อยวัตถุ (ลูกเหล็ก) 2 ลูก จากที่สูงลงสู่พื้นโลก

   1.1 วัตถุทั้งสองจะตกลงในแนวดิ่งแบบการตกเสรี .....

   1.2 โลกมีแรงดึงดูดวัตถุ (หรืออาจกล่าวได้ว่า วัตถุมีแรงดึงดูดโลกด้วย) .....



2. เมื่อพิจารณาภาพการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ และภาพดวงจันทร์โคจรรอบโลก แสดงว่า ...

   2.1 โลกมีแรงดึงดูดดวงจันทร์และดวงจันทร์จะมีแรงดึงดูดโลกด้วย .....

   2.2 ดวงอาทิตย์มีแรงดึงดูดโลกและโลกจะมีแรงดึงดูดดวงอาทิตย์ . .....

เอกสารหมายเลข 3

<u>ขั้นกำหนดสมมติฐาน</u>

1. จากรูปภาพปัญหาในเอกสารหมายเลข 2 จะนำมาตั้งสมมติฐานนำไปสู่การทดลองได้อย่างไร

1.1 .....

1.2 .....

2. จากสมมติฐานในข้อ 1 ข้อที่จะสามารถนำไปทดลองได้คือ.....

2.1 ตัวแปรต้น คือ .....

2.2 ตัวแปรตาม คือ .....

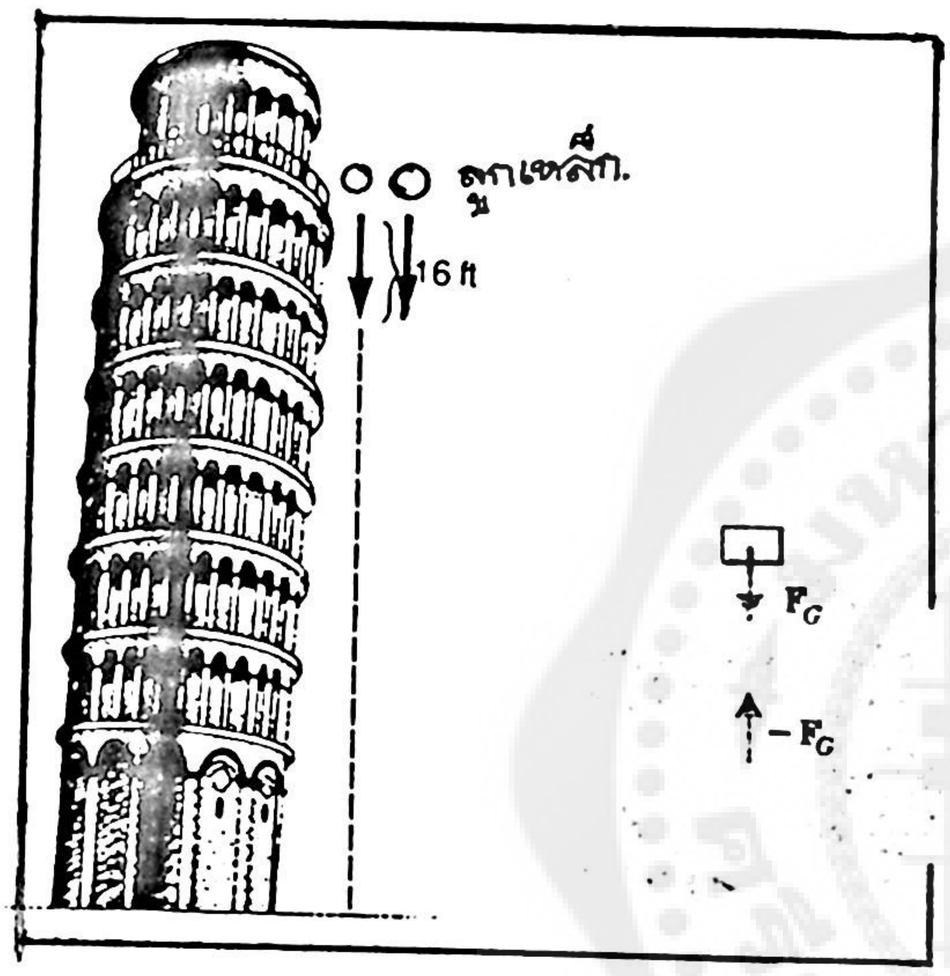
2.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ .....

เมื่อนักเรียนตอบคำถามในขั้นเสนอปัญหา และขั้นกำหนดสมมติฐานเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบคำตอบได้จาก เอกสารหมายเลข 4

เอกสารหมายเลข 4

<u>แนวคำตอบ</u> (ขั้นเสนอปัญหา)

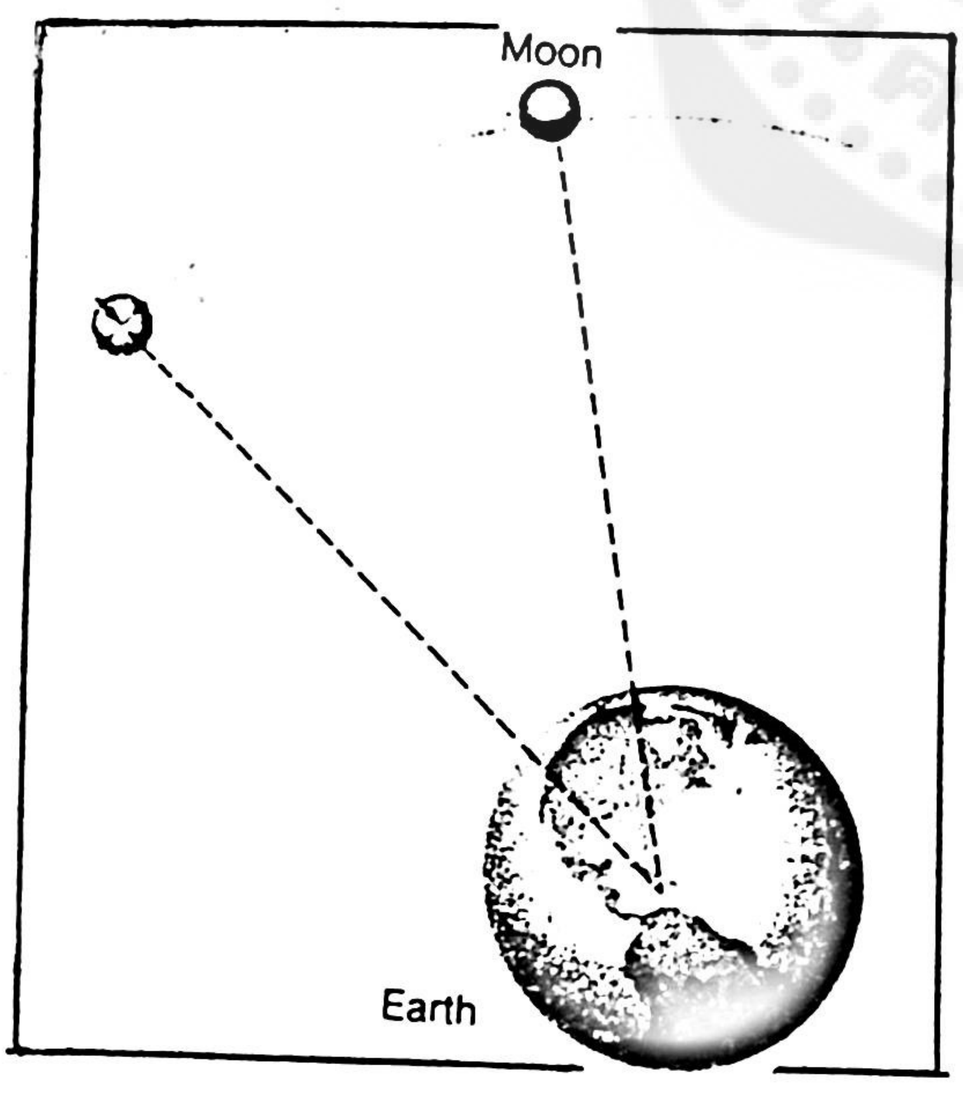
จงพิจารณารูปภาพและข้อความที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามโดยการเติม เครื่องหมาย / (ถูก) หรือ X (ผิด) ด้านท้าย



1. เมื่อปล่อยวัตถุ (ลูกเหล็ก) 2 ลูก จากที่สูงลงสู่พื้นโลก

   1.1 วัตถุทั้งสองจะตกลงในแนวดิ่งแบบการตกเสรี ...✓....

   1.2 โลกมีแรงดึงดูดวัตถุ (หรืออาจกล่าวได้ว่า วัตถุมีแรงดึงดูดโลกด้วย) ...✓....



2. เมื่อพิจารณาภาพการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ และภาพดวงจันทร์โคจรรอบโลก แสดงว่า ...

   2.1 โลกมีแรงดึงดูดดวงจันทร์และดวงจันทร์จะมีแรงดึงดูดโลกด้วย ...✓....

   2.2 ดวงอาทิตย์มีแรงดึงดูดโลกและโลกจะมีแรงดึงดูดดวงอาทิตย์ ...✓....

<u>แนวคำตอบ</u> (ขั้นกำหนดสมมติฐาน)

1. จากรูปภาพปัญหา ในเอกสารหมายเลข 2 จะนำมาตั้งเป็นสมมติฐานไปสู่การทดลองได้อย่างไร

1.1 โลกจะมีแรงดึงดูดวัตถุ

1.2 วัตถุจะมีแรงดึงดูดระหว่างมวล

2. จากสมมติฐานข้อที่ 1. ข้อที่จะสามารถนำไปทดลองได้คือ 1.2

2.1 ตัวแปรต้น คือ มวล

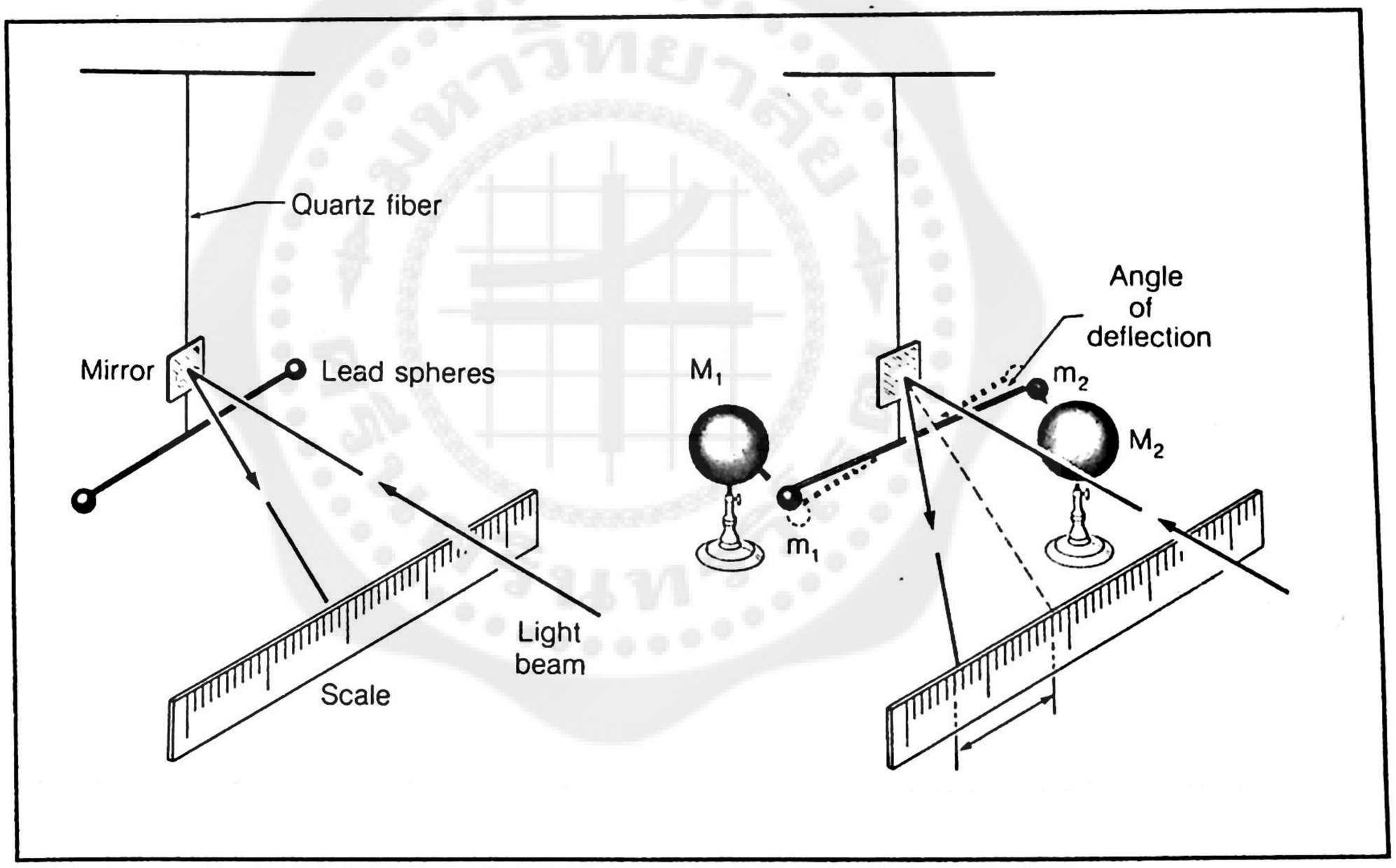
2.2 ตัวแปรตาม คือ แรงดึงดูดระหว่างมวล

2.3 ตัวแปรต้องควบคุม คือ -

เอกสารหมายเลข 5

ขั้นทดสอบสมมติฐาน

1. ให้นักเรียนอธิบายผลการสาธิต เครื่องมือคาเวนนิช ที่ใช้แสดงการเกิดแรงดึงดูดระหว่างมวล



นักเรียนบันทึกผลการสาธิต

1. .....

2. .....

3. .....

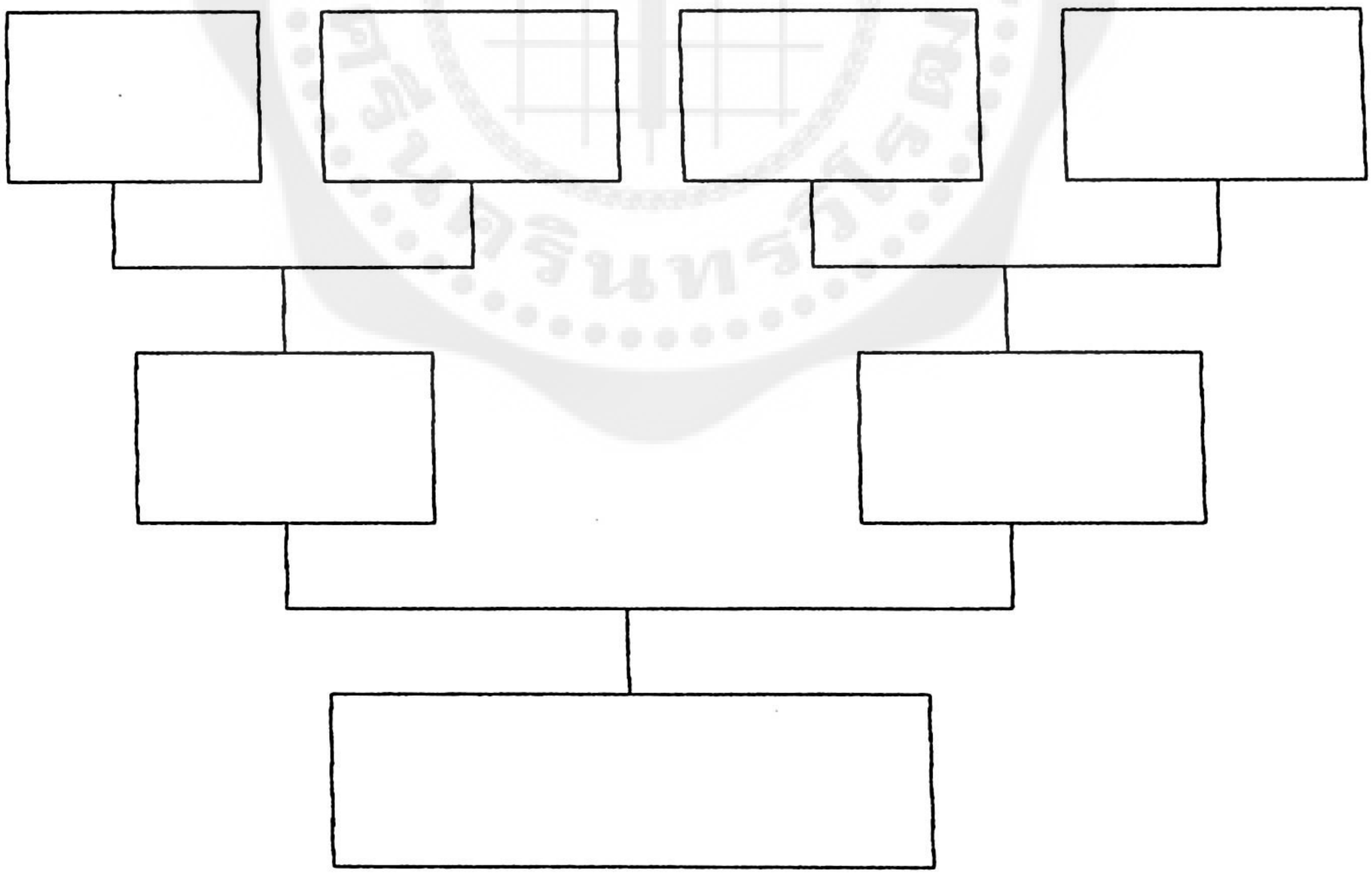
เอกสารหมายเลข 6

<u>ขั้นสรุป</u>

ให้นักเรียนนำสัญลักษณ์ และข้อความที่กำหนดให้เติมลงในกรอบของแผนภูมิต่อไปนี้

สัญลักษณ์ของข้อความที่กำหนดให้

1. m_1 m_2 มาก F_G มาก
2. m_2 m_2 น้อย F_G น้อย
3. $F_G \propto m_1 m_2$
4. R^2 มาก F_G น้อย
5. R^2 น้อย F_g มาก
6. $F_G = 1/R^2$
7. $F_G = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$

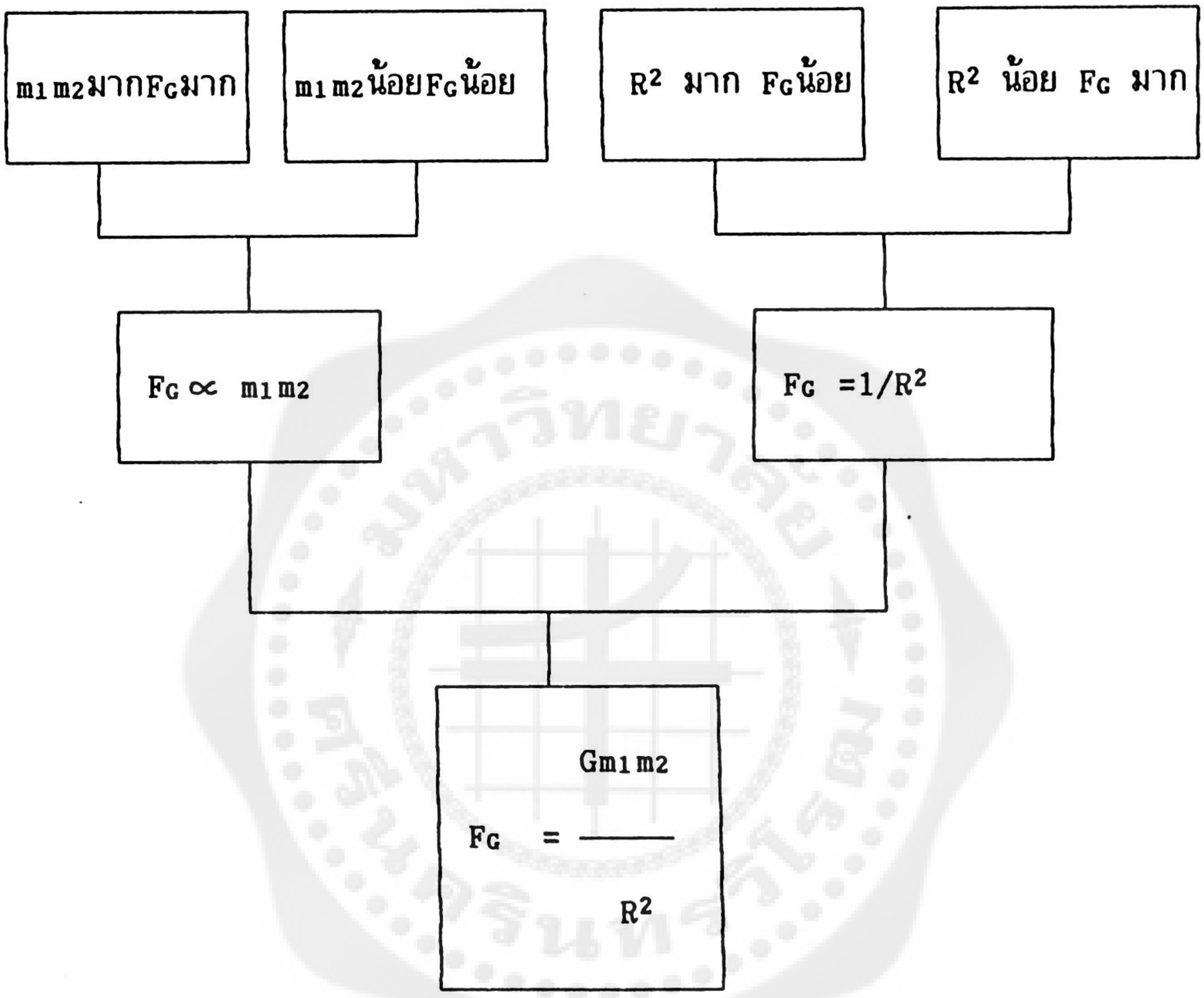


<u>สรุปผลการทดลอง</u>

.....

เอกสารหมายเลข 7

<u>แนวคำตอบ</u> (การสรุปผลการทดลอง)



<u>สรุปผลการทดลอง</u>

วัตถุทั้งหลายในเอกภพจะออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน โดยขนาดของแรงดึงดูดระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ จะแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองและจะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทางระหว่างวัตถุทั้งสองนั้น.....

**โดยที่ G เป็นค่าคงตัวของแรงดึงดูดระหว่างมวล และเป็นค่าเดียว ไม่ว่าวัตถุที่ดึงดูดกันจะเป็นวัตถุใด ๆ ก็ตามในเอกภพ Gเรียกว่า "ค่าคงตัวความโน้มเถ่วงสากล"

แบบฝึกชุดที่ 7
เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน
(Newton's Third Law of Motion)

คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้ประสงค์ที่จะฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
2. ให้นักเรียนศึกษาแบบฝึก และตอบคำถามตามเอกสาร ตามลำดับดังนี้
   - 2.1 เอกสารหมายเลข 1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (5 นาที)
   - 2.2 เอกสารหมายเลข 2 ขั้นเสนอปัญหา (10 นาที)
   - 2.3 เอกสารหมายเลข 3 ขั้นกำหนดสมมติฐาน (5 นาที)
   - 2.4 เอกสารหมายเลข 4 แนวคำตอบ (5 นาที)
   - 2.5 เอกสารหมายเลข 5 ขั้นทดสอบสมมติฐาน (40 นาที)
   - 2.6 เอกสารหมายเลข 6 ขั้นสรุป (10 นาที)
   - 2.7 เอกสารหมายเลข 7 แนวคำตอบและความรู้เพิ่มเติม (5 นาที)
3. แบบฝึกชุดนี้ใช้เวลารวม 80 นาที



เอกสารหมายเลข 1

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u>

เมื่อจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของแรงกิริยา และแรงปฏิกิริยา พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของแรงทั้งสองได้

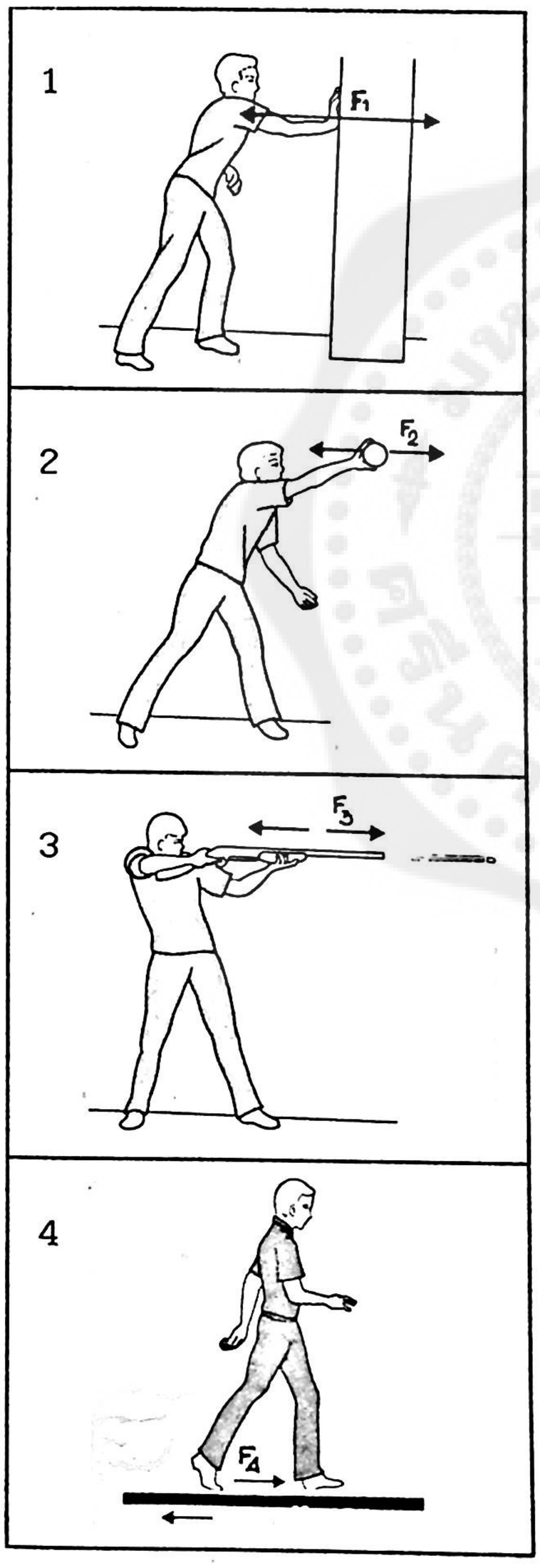
2. บอกได้ว่าแรงคู่ใดเป็นแรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยา เป็นกำหนดสถานการณ์ให้

3. นำกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันไปแก้ปัญหาได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์จริงได้

เอกสารหมายเลข 2

ขั้นเสนอปัญหา

จงพิจารณารูปภาพและข้อความที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามโดยการเติมเครื่องหมาย / (ถูก) หรือ X (ผิด) ด้านท้าย



1. ชายผู้หนึ่งออกแรงกระทำต่อฝาเท่ากับ F_1

   1.1 ฝาจะออกแรงกระทำต่อมือ .....

   1.2 ฝาออกแรงกระทำต่อมือขนาดเท่ากับ .....

2. ชายผู้หนึ่งออกแรงขว้างลูกบอล แรงที่มือเขากระทำต่อลูกบอลเท่ากับ F_2

   2.1 ลูกบอลจะออกแรงกระทำต่อมือ .....

   2.2 ลูกบอลออกแรงกระทำต่อมือมีขนาดเท่ากับ F_1 .....

3. ชายผู้หนึ่งยิงปืนลักษณะดังรูปกำหนดให้ แรงที่ปืนกระทำต่อมือเขาเท่ากับ F_3

   3.1 จะมีแรงที่มือกระทำต่อปืน .....

   3.2 แรงที่มือกระทำต่อปืนมีขนาดเท่ากับF_3.....

4. ขณะที่ชายผู้หนึ่งเดินไปข้างหน้า ดังรูป แรงที่ปลายเท้าขวากระทำต่อพื้น เท่ากับ F_4

   4.1 จะมีแรงที่พื้นกระทำต่อปลายเท้าขวา .....

   4.2 แรงที่พื้นกระทำต่อปลายเท้าขวามีมีขนาดเท่ากับ F_4 .....

เอกสารหมายเลข 3

<u>ขั้นกำหนดสมมติฐาน</u>

1. จากรูปภาพปัญหาในเอกสารหมายเลข 2 จะนำมาตั้งสมมติฐานนำไปสู่การทดลองได้อย่างไร

1.1 .....

1.2 .....

2. จากสมมติฐานในข้อ 1 ข้อที่จะสามารถนำไปทดลองได้คือ.....

2.1 ตัวแปรต้น คือ .....

2.2 ตัวแปรตาม คือ .....

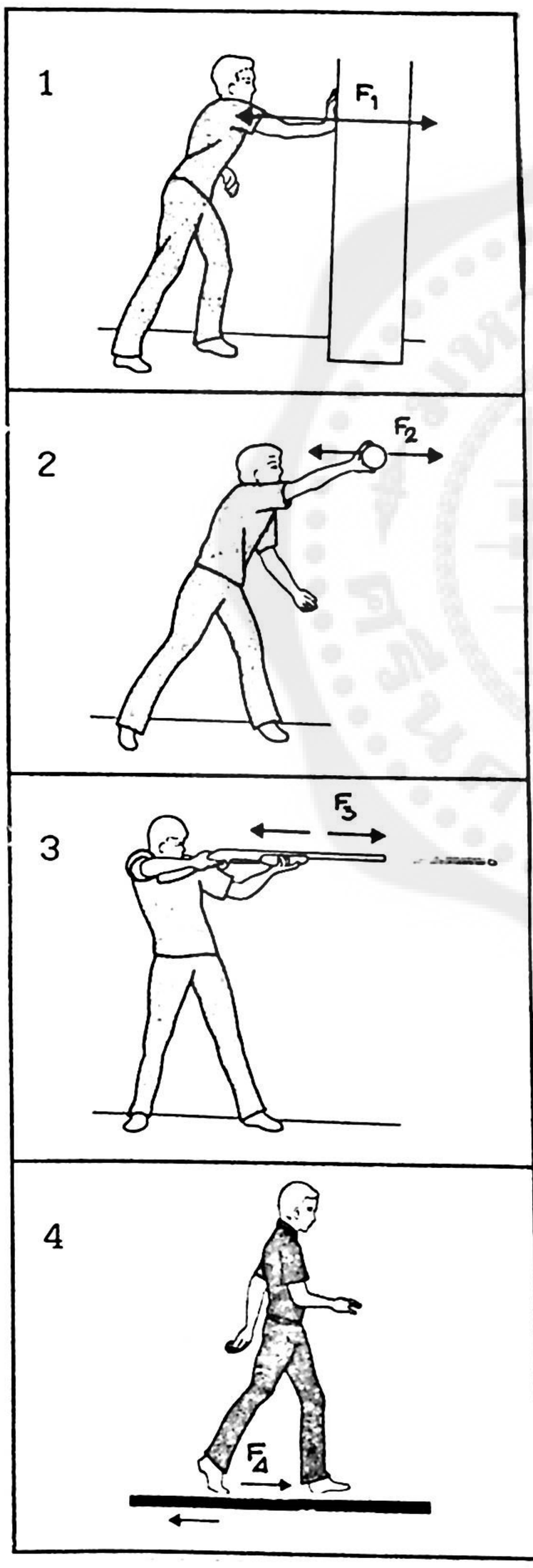
2.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ .....

เมื่อนักเรียนตอบคำถามในขั้นเสนอปัญหา และขั้นกำหนดสมมติฐานเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบคำตอบได้จาก เอกสารหมายเลข 4

เอกสารหมายเลข 4

แนวคำตอบ (ขั้นเสนอปัญหา)

จงพิจารณารูปภาพและข้อความที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามโดยการเติมเครื่องหมาย / (ถูก) หรือ X (ผิด) ด้านท้าย



1. ชายผู้หนึ่งออกแรงกระทำต่อฝาเท่ากับ F_1

   1.1 ฝาจะออกแรงกระทำต่อมือ ...✓...

   1.2 ฝาออกแรงกระทำต่อมือขนาดเท่ากับ ...✓...

2. ชายผู้หนึ่งออกแรงขว้างลูกบอล แรงที่มือเขากระทำต่อลูกบอลเท่ากับ F_2

   2.1 ลูกบอลจะออกแรงกระทำต่อมือ ...✓...

   2.2 ลูกบอลออกแรงกระทำต่อมือมีขนาดเท่ากับ F_1 ...✓...

3. ชายผู้หนึ่งยิงปืนลักษณะดังรูปกำหนดให้ แรงที่ปืนกระทำต่อมือเขาเท่ากับ F_3

   3.1 จะมีแรงที่มือกระทำต่อปืน ...✓...

   3.2 แรงที่มือกระทำต่อปืนมีขนาดเท่ากับ F_3 ...✓...

4. ขณะที่ชายผู้หนึ่งเดินไปข้างหน้า ดังรูป แรงที่ปลายเท้าขวากระทำต่อพื้น เท่ากับ F_4

   4.1 จะมีแรงที่พื้นกระทำต่อปลายเท้าขวา ...✓...

   4.2 แรงที่พื้นกระทำต่อปลายเท้าขวามีมีขนาดเท่ากับ F_4 ...✓...

<u>ขั้นกำหนดสมมติฐาน</u>

1. จากรูปภาพปัญหาในเอกสารหมายเลข 2 จะนำมาตั้งสมมติฐานนำไปสู่การทดลองได้อย่างไร

1.1 เมื่อออกแรงกิริยา จะมีแรงปฏิกิริยาเกิดขึ้นขนาดเท่ากันและทิศทางตรงกันข้าม

1.2 .....

2. จากสมมติฐานในข้อ 1 ข้อที่จะสามารถนำไปทดลองได้คือ.....

2.1 ตัวแปรต้น คือ แรงปฏิกิริยา

2.2 ตัวแปรตาม คือ แรงปฏิกิริยา

2.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ -

เมื่อนักเรียนตอบคำถามในขั้นเสนอปัญหา และขั้นกำหนดสมมติฐานเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบคำตอบได้จาก เอกสารหมายเลข 4

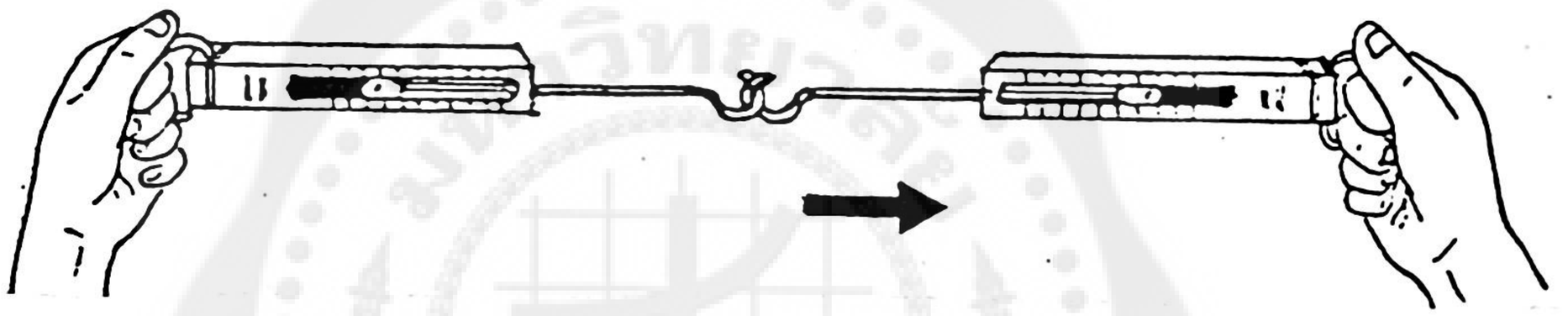
เอกสารหมายเลข 5

ขั้นทดสอบสมมติฐาน

1. ให้นักเรียนทำกิจกรรม 7.1 เรื่อง แรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยา ในแบบเรียนเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

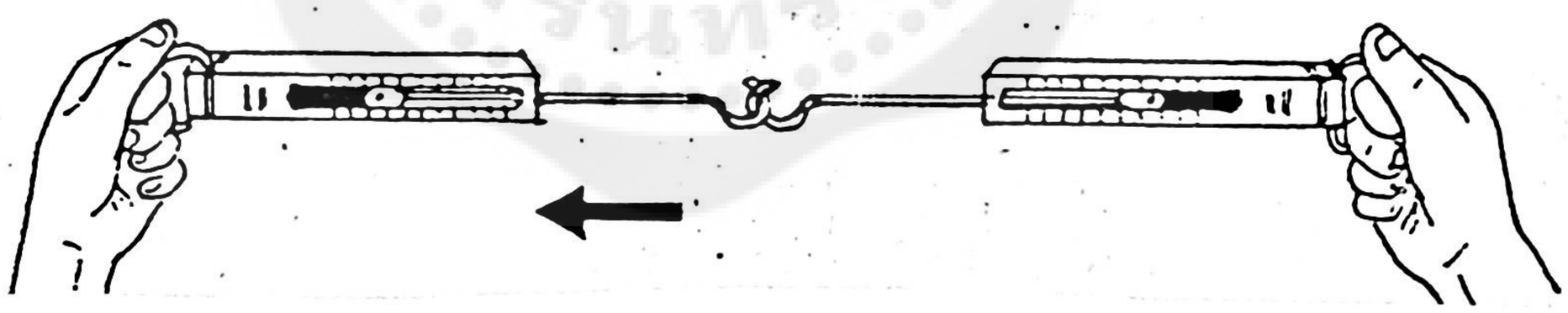
2. ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลอง

.....นิวตัน .....นิวตัน



รูป ก มือขวาดึงเครื่องชั่งสปริงมือซ้ายจับเครื่องชั่งสปริงให้อยู่นิ่ง

.....นิวตัน .....นิวตัน



รูป ข. มือซ้ายดึงเครื่องชั้งสปริงมือขวาจับเครื่องชั่งสปริงให้อยู่นิ่ง

3. ให้นักเรียนพิจารณาผลการทดลอง และตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 การดึงเครื่องชั่งสปริงแต่ละครั้ง เครื่องชั้งสปิงที่อยู่นิ่งต้องออกแรงด้วยหรือไม่ .....

3.2 การดึงเครื่องชั่งสปริงแต่ละครั้ง ขนาดของแรงที่อ่านจากเครื่องชั่งทั้งสองเท่ากันหรือไม่ .....

3.3 ให้นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ของแรงที่อ่านจากเครื่องชั่งสปริงทั้งสอง

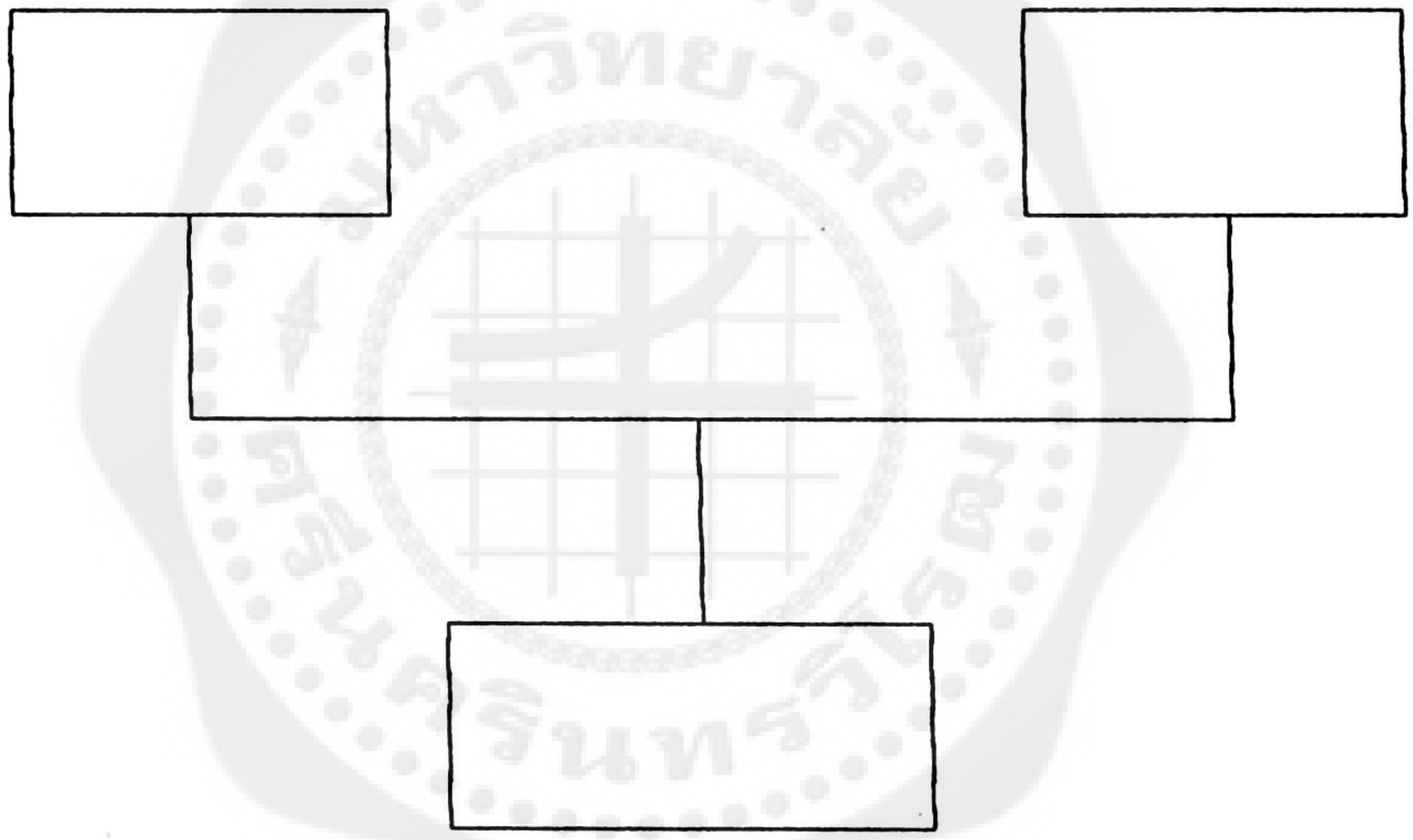
.....

เอกสารหมายเลข 6

ให้นักเรียนนำสัญลักษณ์ และข้อความที่กำหนดให้เติมลงกรอบของแผนภูมิต่อไปนี้

<u>สัญลักษณ์ของข้อความที่กำหนดให้</u>

1. ขนาดเท่ากัน
2. ทิศทางตรงกันข้าม
3. แรงคู่ปฏิกิริยา - ปฏิกิริยา



<u>สรุปผลการทดลอง</u>

.....

.....

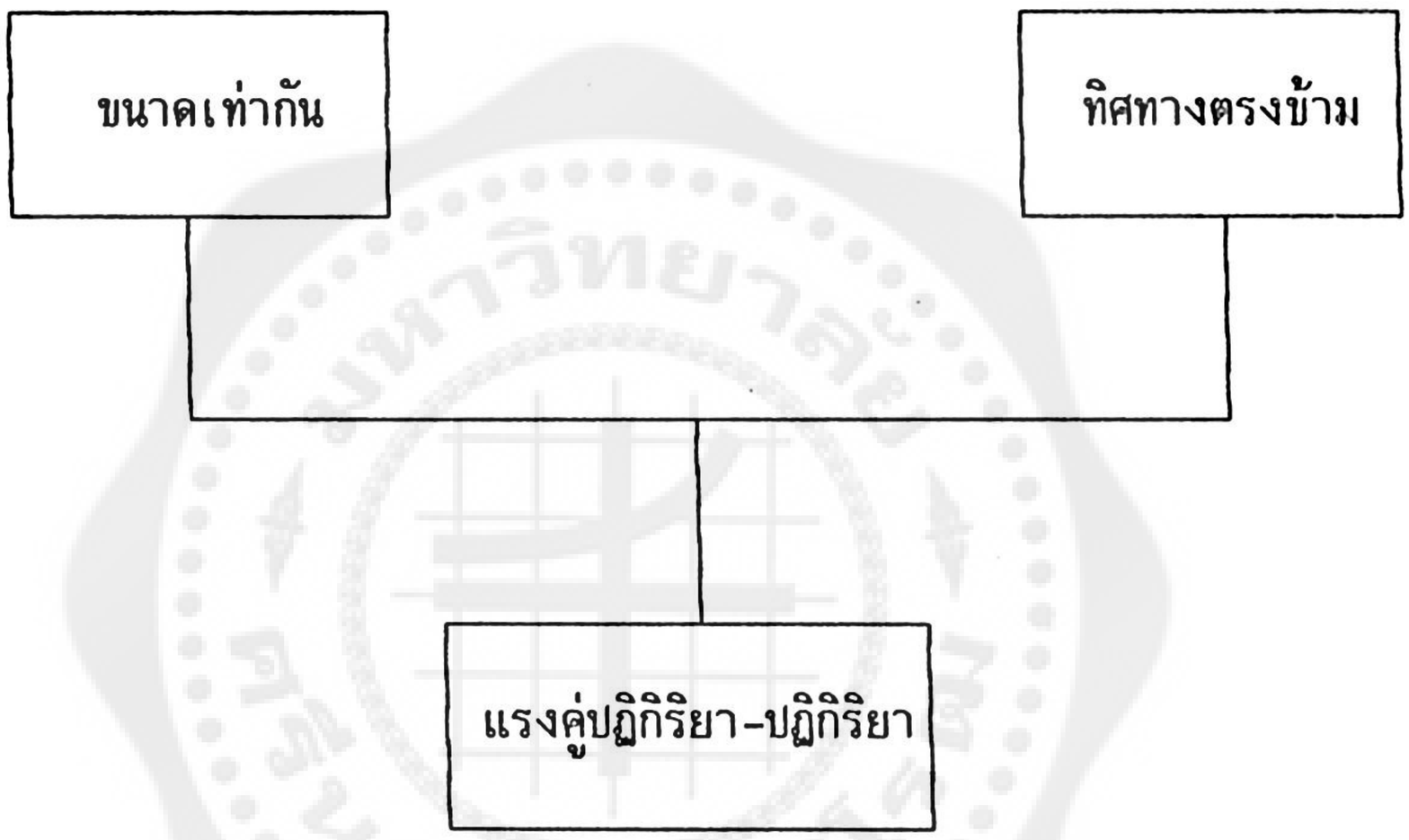
.....

.....

.....

เอกสารหมายเลข 7

<u>แนวคำตอบ</u> (การสรุปผลการทดลอง)



<u>กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน</u>

"ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยา ที่มีขนาดเท่ากัน และทิศทางตรงข้ามเลย"

<u>ข้อสังเกต</u>

1. แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา <u>กระทำต่อวัตถุคนละก้อน</u>
2. แรงกิริยาและปฏิกิริยา มีขนาดเท่ากันและทิศทางตรงข้ามเสมอ <u>ไม่ว่าระบบจะอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ก็ตาม</u>

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน

แรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยา

(Action - Reaction)

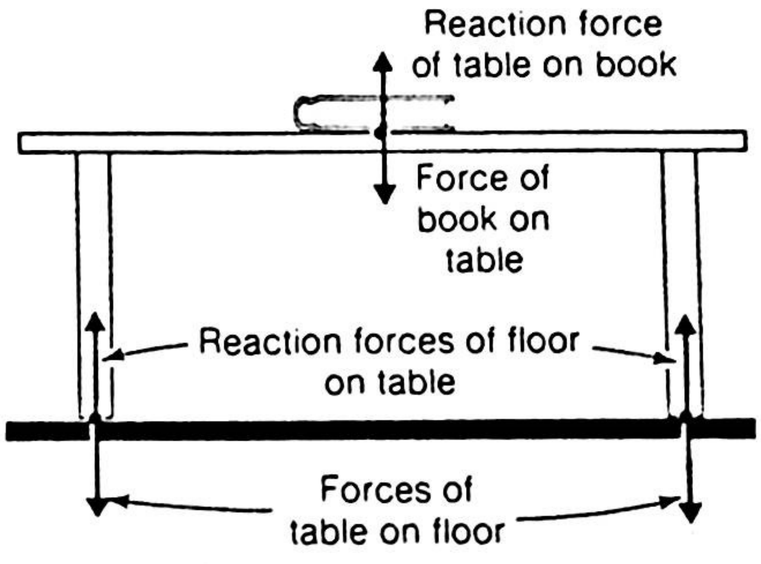
ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยา ที่มีขนาดเท่ากันและทิศทางตรงกันข้าม

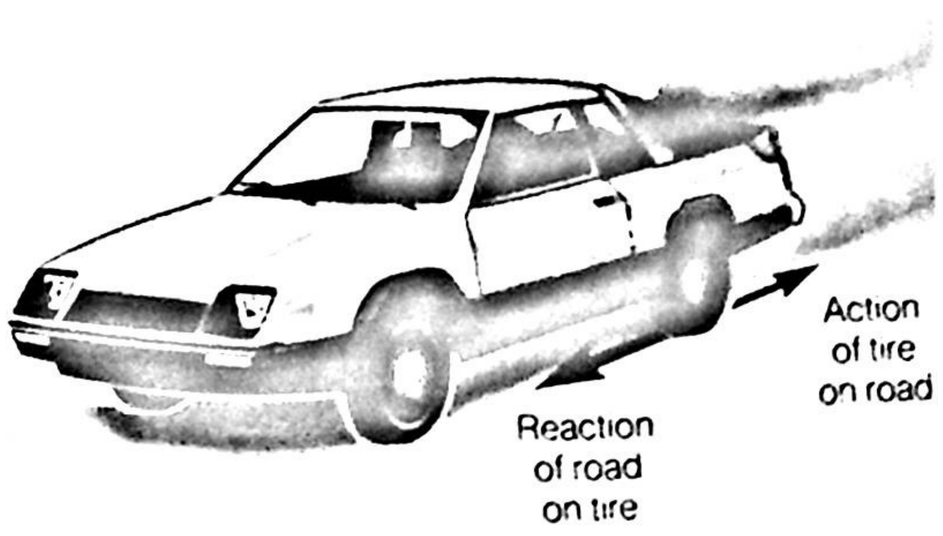
กระทำต่อวัตถุคนละก้อน

ไม่ว่าระบบจะอยู่นิ่ง

หรือเคลื่อนที่

ตัวอย่าง





แบบฝึกชุดที่ 8
เรื่อง การใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบฝึกชุดนี้ประสงค์ที่จะฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
2. ให้นักเรียนศึกษาแบบฝึก และตอบคำถามตามเอกสาร ตามลำดับดังนี้
   - 2.1 เอกสารหมายเลข 1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (5 นาที)
   - 2.2 เอกสารหมายเลข 2 ขั้นเสนอปัญหา (10 นาที)
   - 2.3 เอกสารหมายเลข 3 ขั้นกำหนดสมมติฐาน (5 นาที)
   - 2.4 เอกสารหมายเลข 4 แนวคำตอบ (5 นาที)
   - 2.5 เอกสารหมายเลข 5 ขั้นทดสอบสมมติฐาน (40 นาที)
   - 2.6 เอกสารหมายเลข 6 ขั้นสรุป (10 นาที)
   - 2.7 เอกสารหมายเลข 7 แนวคำตอบและความรู้เพิ่มเติม (5 นาที)
3. แบบฝึกชุดนี้ใช้เวลารวม 80 นาที



Isaac Newton (1642–1727)

เอกสารหมายเลข 1

<u>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</u>

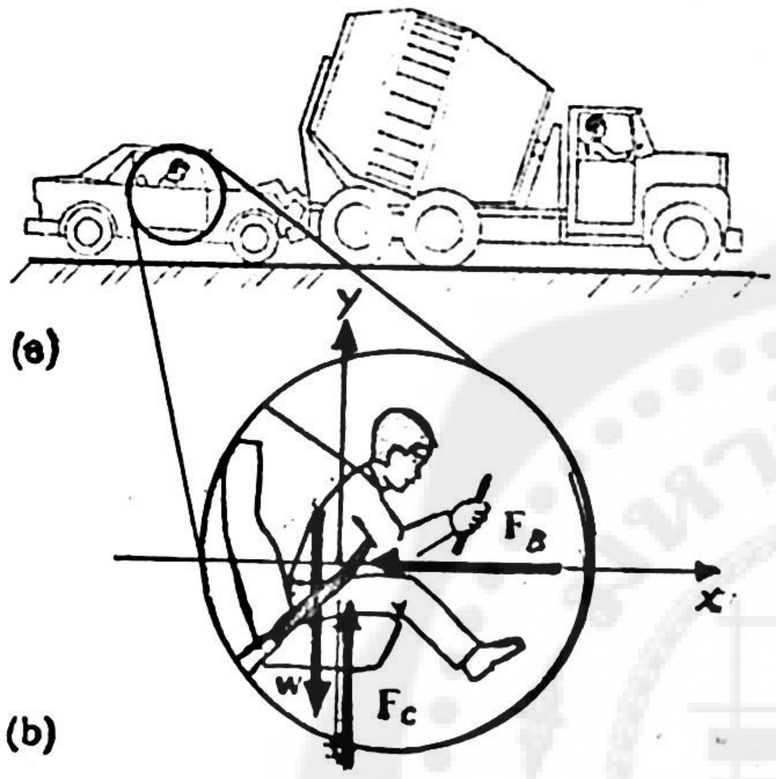
เมื่อจบหัวข้อนี้ นักเรียนจะสามารถ

1. ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน หาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้
2. นำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปแก้ปัญหาได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์จริงให้

เอกสารหมายเลข 2

ขั้นเสนอปัญหา

จงพิจารณารูปภาพและข้อความที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามโดยการเติม เครื่องหมาย / (ถูก) หรือ X (ผิด) ด้านท้าย

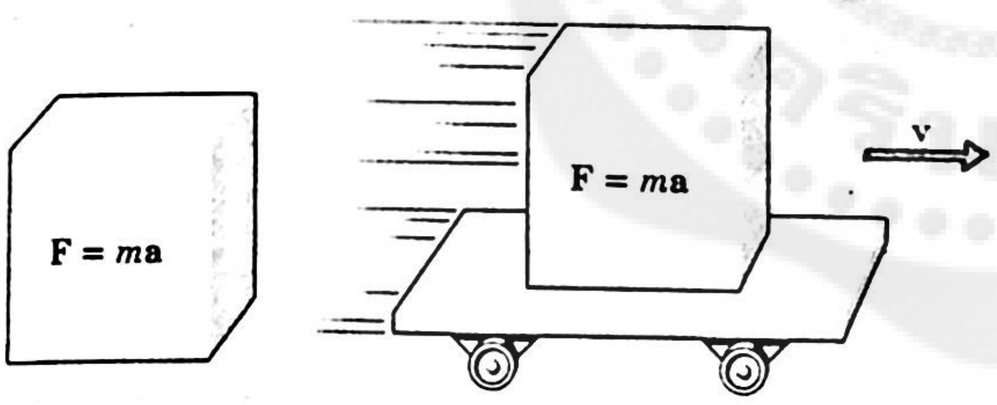


1. เมื่อคนขับรถเก๋งขับรถมาชนรถสิบล้อซึ่งจอดอยู่นิ่ง ๆ ในกรณีที่คนขับรถเก๋งรัดเข็มขัดกนิรภัย จะไม่ทำให้หน้ากระแทกกับพวงมาลัย เราสามารถใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อใดมาอธิบายได้

ข้อ 1 .....

ข้อ 2 .....

ข้อ 3 .....



2. จากรูป เมื่อนำกล่องวางอยู่นิ่ง ๆ และนำกล่องในเคลื่อนที่โดยมีความเร็วดังรูป เราสามารถใช้กฎการได้

ข้อ 1 .....

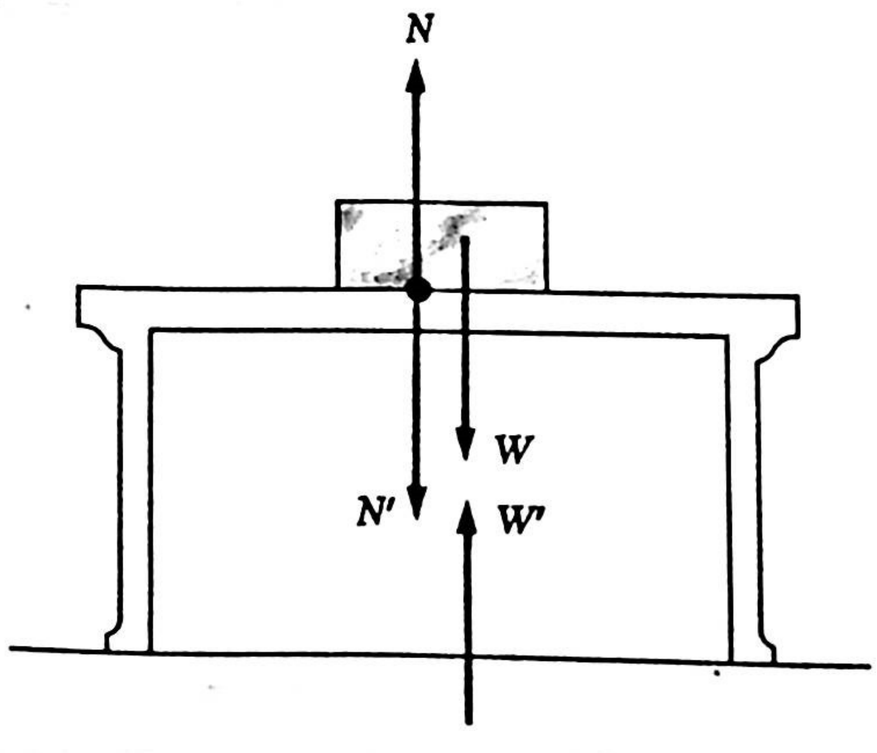
ข้อ 2 .....

ข้อ 3 .....

3. เมื่อนำวัตถุมาวางบนโต๊ะ ดังรูป จงพิจารณา

3.1 แรง N เท่ากับ N′ .....

3.2 แรง N เท่ากับ W .....



เอกสารหมายเลข 3

ขั้นกำหนดสมมติฐาน

1. จากรูปภาพปัญหาในเอกสารหมายเลข 2 จะนำมาตั้งสมมติฐานนำไปสู่การทดลองได้อย่างไร

1.1 .....

1.2 .....

2. จากสมมติฐานในข้อ 1 ข้อที่จะสามารถนำไปทดลองได้คือ.....

2.1 ตัวแปรต้น คือ .....

2.2 ตัวแปรตาม คือ .....

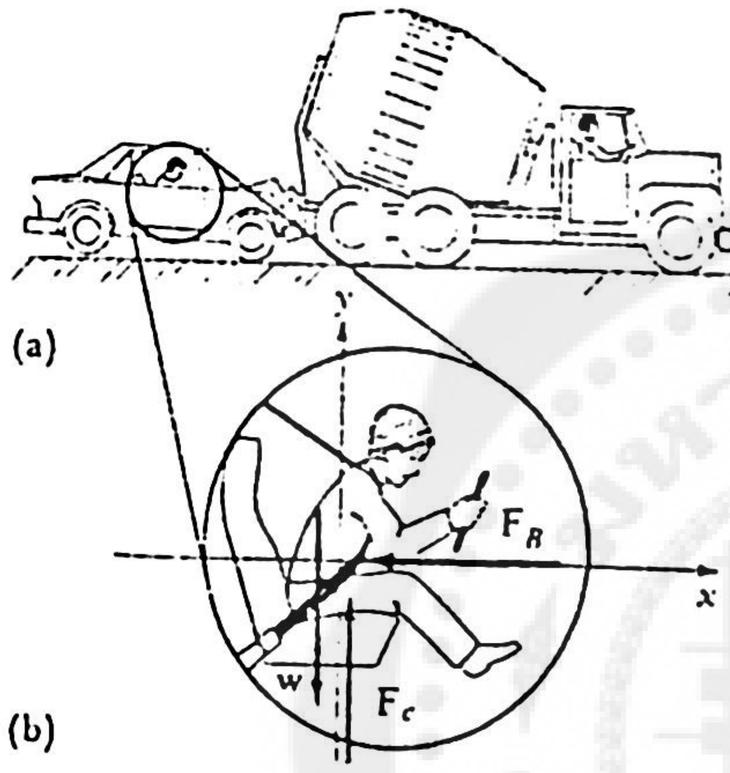
2.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ .....

เมื่อนักเรียนตอบคำถามในขั้นเสนอปัญหา และขั้นกำหนดสมมติฐานเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบคำตอบได้จาก เอกสารหมายเลข 4

เอกสารหมายเลข 4

ขั้นเสนอปัญหา

จงพิจารณารูปภาพและข้อความที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามโดยการเติมเครื่องหมาย / (ถูก) หรือ X (ผิด) ด้านท้าย

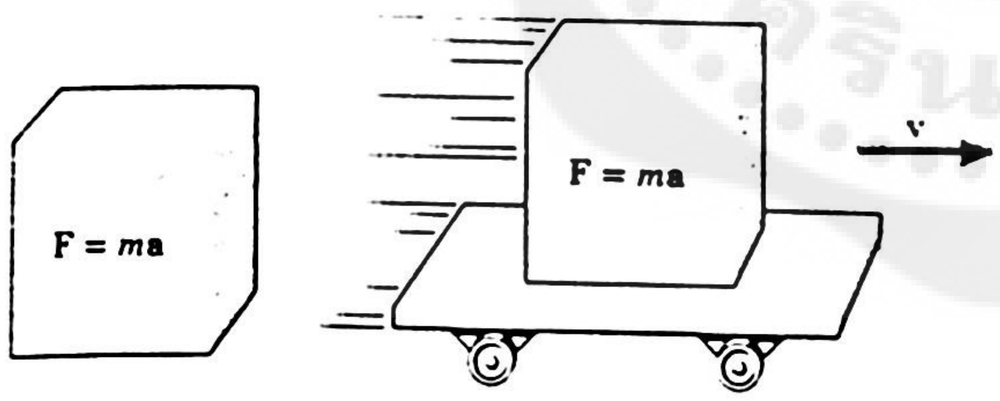


1. เมื่อคนขับรถเก๋งขับรถมาชนรถสิบล้อซึ่งจอดอยู่นิ่ง ๆ ในกรณีที่คนขับรถเก๋งรัดเข็มขัดกนิรภัย จะไม่ทำให้หน้ากระแทกกับพวงมาลัย เราสามารถใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อใดมาอธิบายได้

ข้อ 1 .....✓

ข้อ 2 ..✓....

ข้อ 3 ..✓....

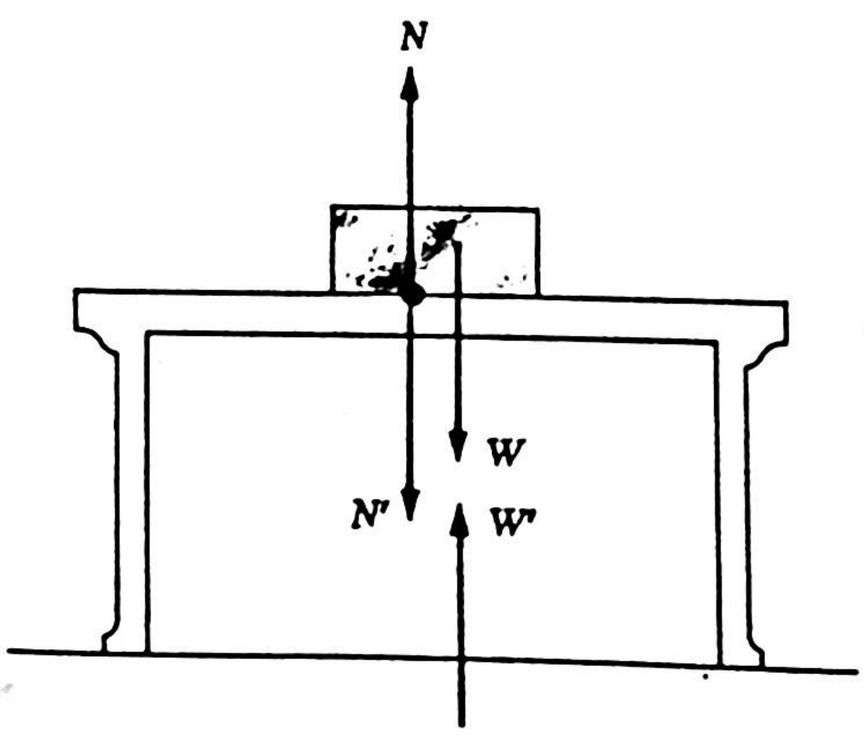


2. จากรูป เมื่อกล่องวางอยู่นิ่ง ๆ และกล่องในเคลื่อนที่ไปโดยมีความเร็วดังรูป เราสามารถใช้กฎการ

ได้ ข้อ 1 ...✓....

ข้อ 2 ...✓....

ข้อ 3 ...✓....



3. เมื่อนำวัตถุมาวางบนโต๊ะ ดังรูป จงพิจารณา

3.1 แรง N เท่ากับ N' ...✓....

3.2 แรง N เท่ากับ W ...✓....

<u>ขั้นกำหนดสมมติฐาน</u>

1. จากรูปภาพปัญหาในเอกสารหมายเลข 2 จะนำมาตั้งสมมติฐานนำไปสู่การทดลองได้อย่างไร

1.1 สถานการณ์ต่าง ๆ สามารถใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้

1.2 สถานการณ์การเคลื้อนที่ต่าง ๆไ จะใช้กฎการเคบื่อนที่ของนิวตันแต่ละข้อเข้ามาธิบายใหม่

2. จากสมมติฐานในข้อ 1 ข้อที่จะสามารถนำไปทดลองได้คือ.....

2.1 ตัวแปรต้น คือ .สถานการณ์

2.2 ตัวแปรตาม คือ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

2.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ -

เอกสารหมายเลข 5

ขั้นทดสอบสมมติฐาน

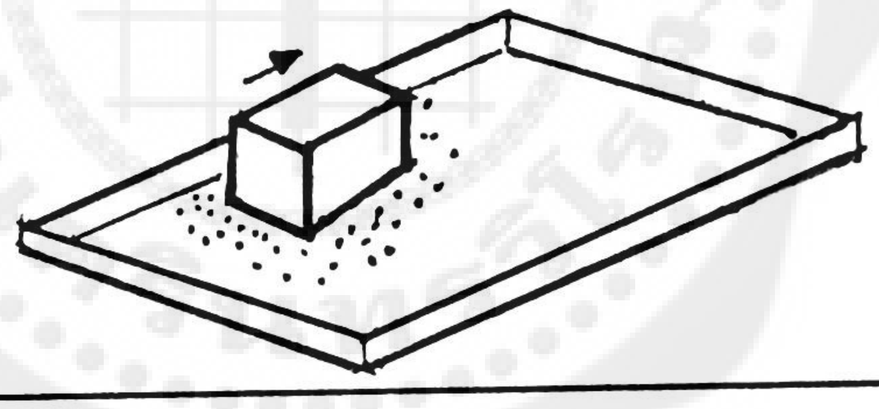
1. ให้นักเรียนทำกิจกรรม เรื่องการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

1.1 นำกล่องที่มีมวล 1 กิโลกรัม มาวางยนถาดลดแรงเสียดทาน และให้เคลื่อนที่ (ดังรูป)

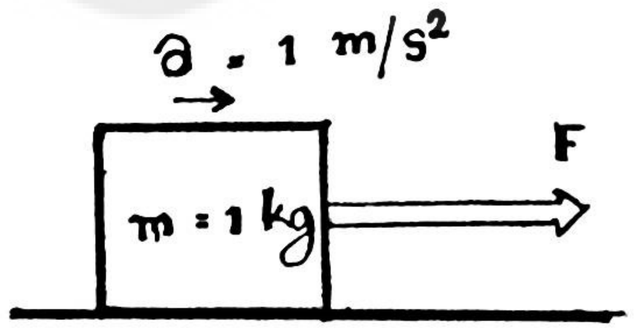
1.2 นำเชือกมาดึงกล่องที่มีมวล 1 กิโลกรัม ด้วยความเร่ง 1 เมตร/วินาที (ดังรูป 2)

1.3 นำเชือกมาดึงกล่อง (ดังรูป 3) แล้วพิจารณาแรงที่เชือกกระทำต่อมือและมือกระทำต่อเชือก

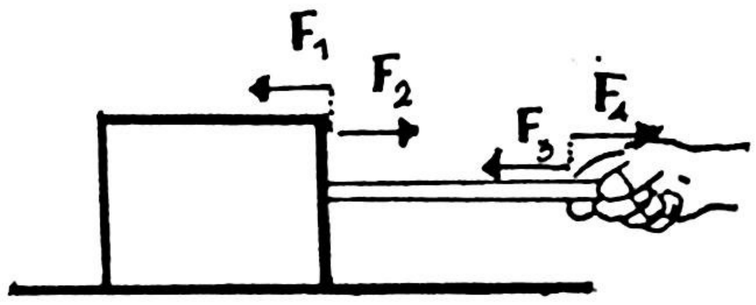
(1)



(2)



(3)



2. ให้นักเรียนตอบคำถาม

2.1 จากกิจกรรมตามรูปที่ 1 เป็นการทดลองเกี่ยวกับกากรเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันใช่หรือไม่ อย่างไร.....

2.2 จากกิจกรรมตามรูปที่ 2 เป็นการทดลองเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันใช่หรือไม่ อย่างไร.....

2.3 จากกิจกรรม ตามรูปที่ 3 เป็นการทดลองเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันใช่หรือไม่ และแรง F_1 จะเท่ากับ F_2 แรง F_3 จะเท่ากับ F_4 หรือไม่.....

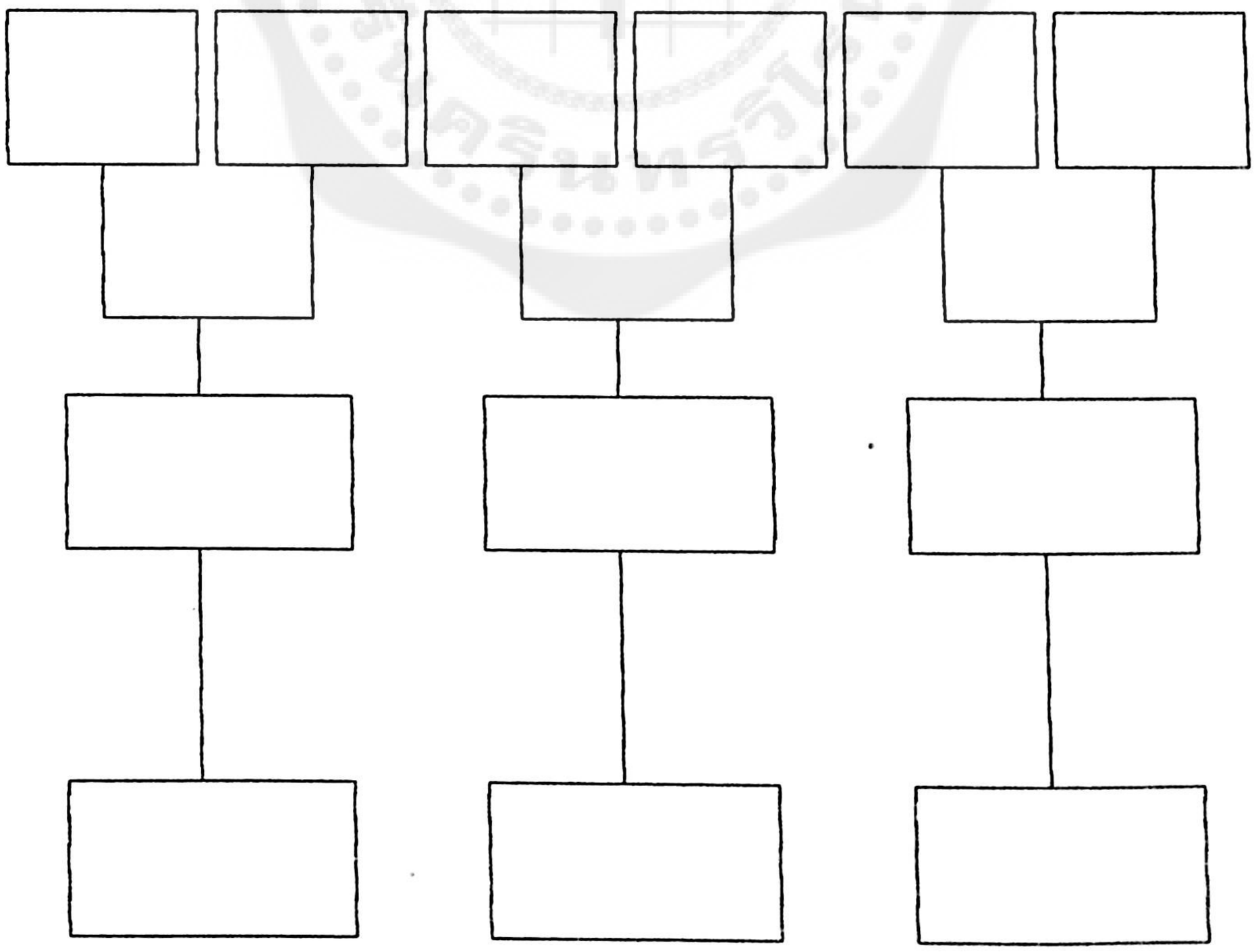
.....

เอกสารหมายเลข 6

ขั้นสรุปผลการทดลอง

ให้นักเรียนนำสัญลักษณ์และข้อความที่กำหนดให้เติมลงในกรอบของแผนภูมิต่อไปนี้

1. a = 0
2. นิ่งหรือ v คงที่
3. F = 0
4. a = 0
5. F ∝ a
6. F = ma
7. A = -A
8. W = -W
9. แรงกิริยา = แรงปฏิกิริยา
10. กฎข้อ 1 (กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่ 1)
11. กฎข้อ 2 (กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่ 2)
12. กฎข้อ 3 (กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่ 3)



สรุปผลการทดลอง

1. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน.....

.....

2. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน.....

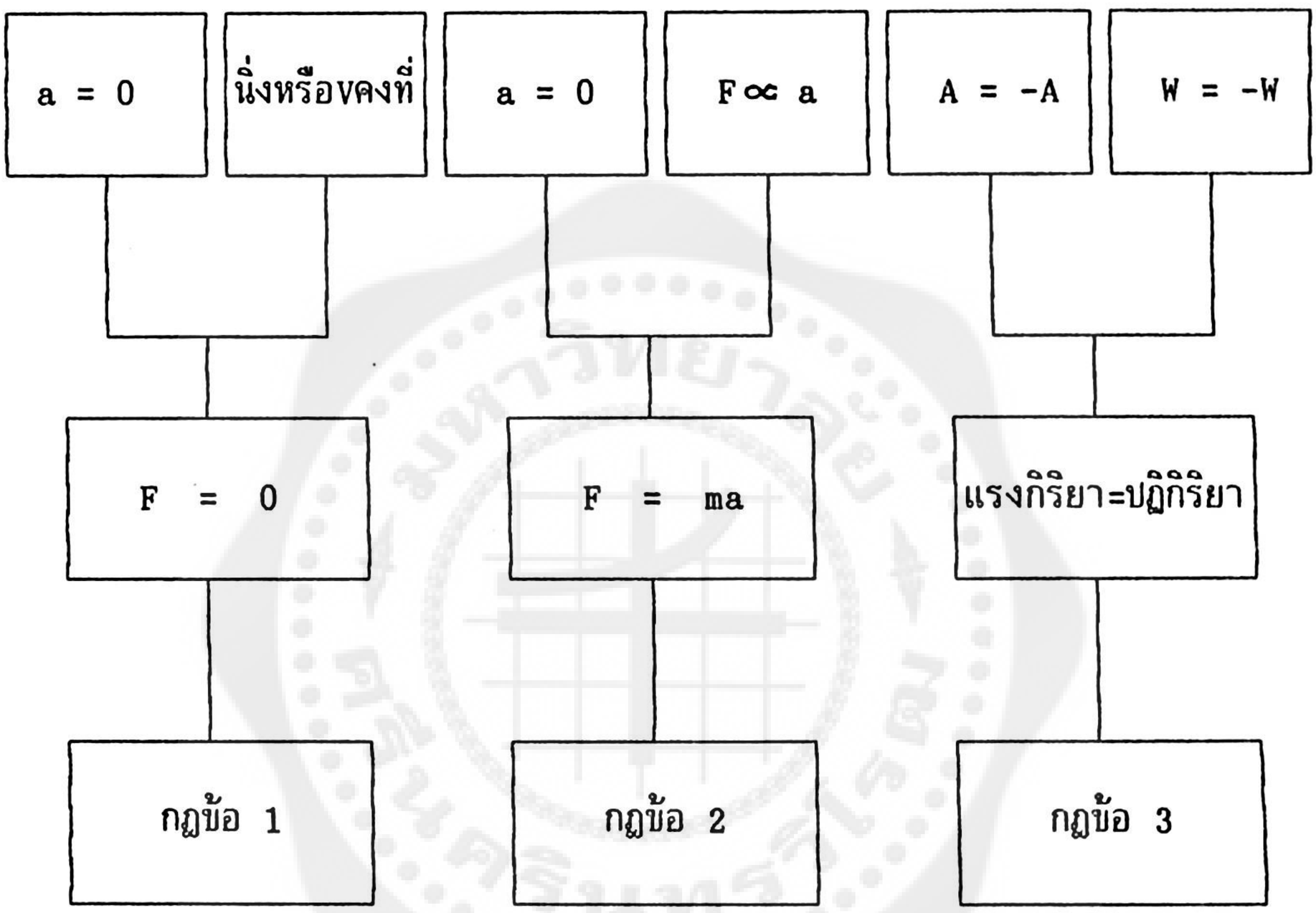
.....

3. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน.....

.....

เอกสารหมายเลข 7

<u>แนวคำตอบ</u> (ขั้นสรุปผลการทดลอง)

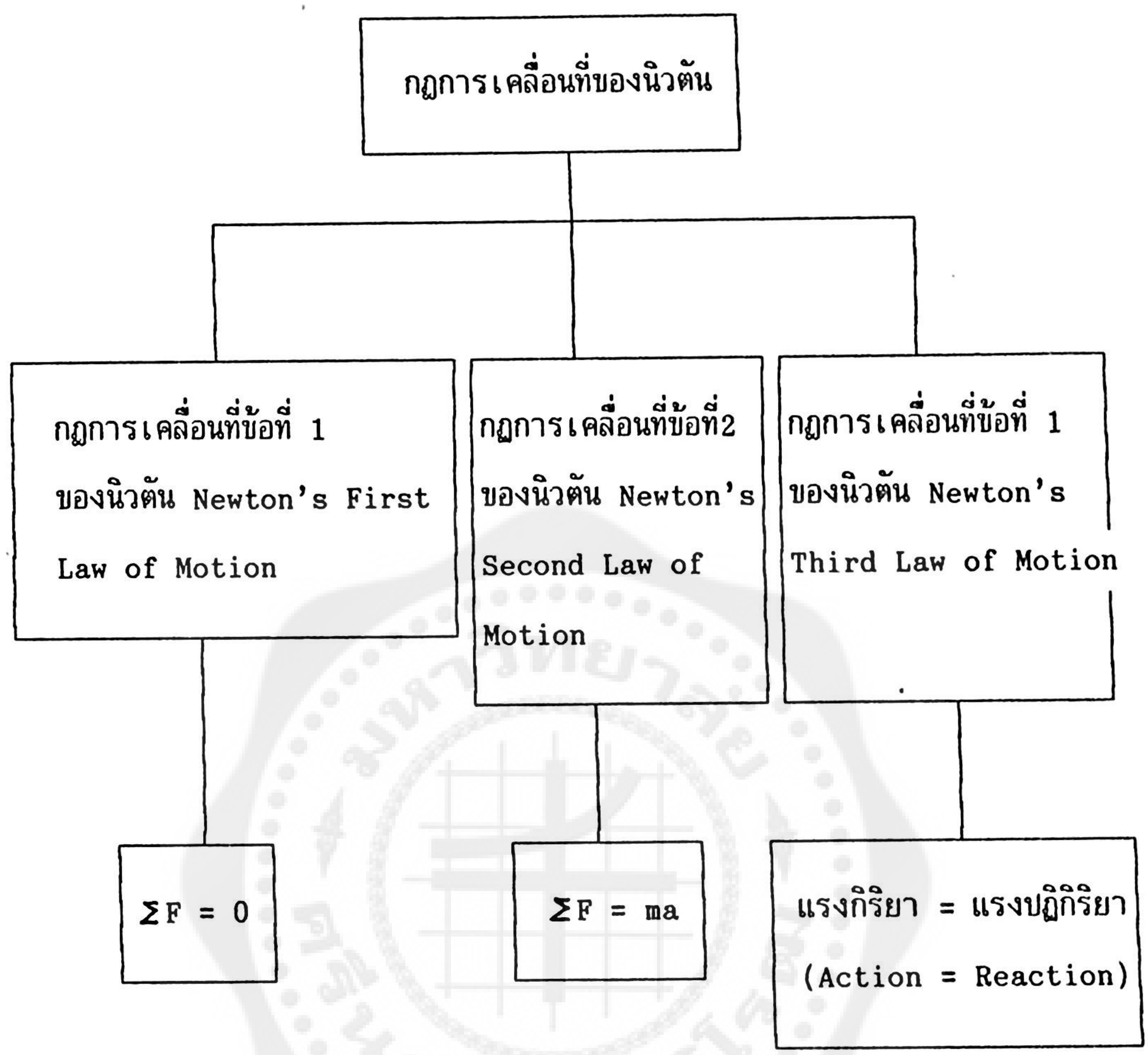


<u>สรุผลการทดลอง</u>

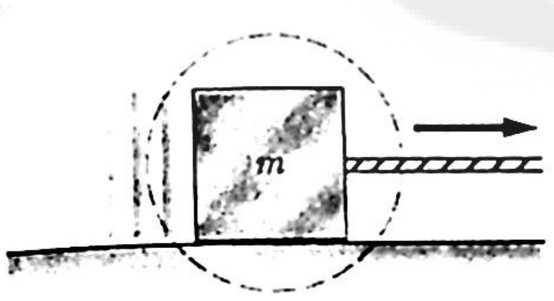
<u>กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่ง</u> "วัตถุจะคงสภาพอยู่นิ่งหรือสภาพการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวในแนวตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ"

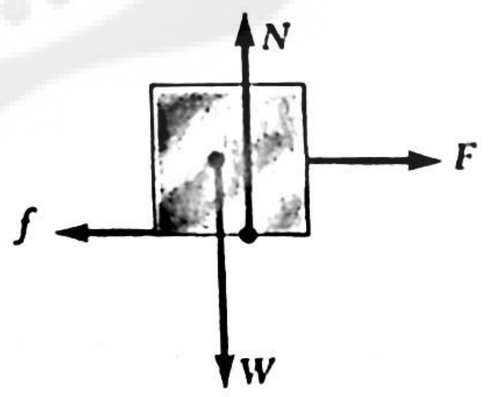
<u>กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สอง</u> "เมื่อมีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ วัตถุนั้นจะมีความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ และขนาดของความเร่งนี้จะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ"

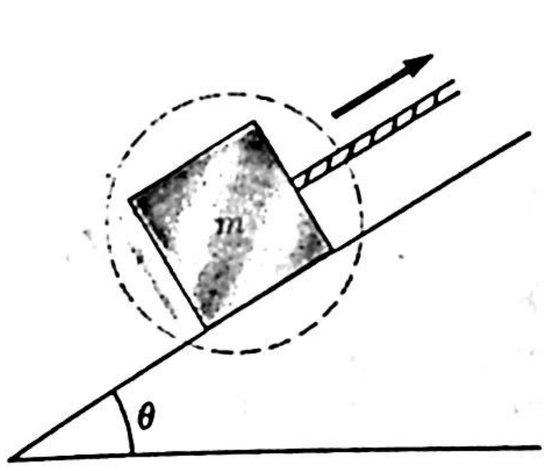
<u>กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สาม</u> "ทุกแรงกิริยา ย่อมมีแรงปฏิกิริยาซึ่งมีขนาดเท่ากันและทิศทางตรงข้าม"

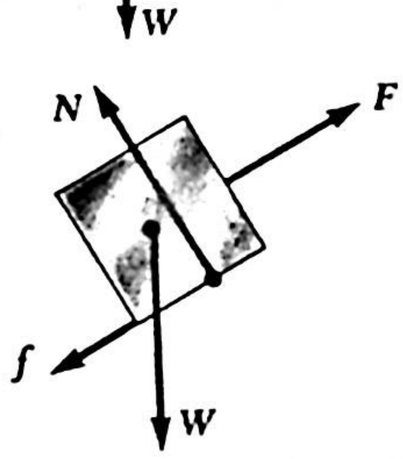

กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน Newton's First Law of Motion
กฎการเคลื่อนที่ข้อที่2 ของนิวตัน Newton's Second Law of Motion
กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน Newton's Third Law of Motion
ΣF = 0
ΣF = ma
แรงกิริยา = แรงปฏิกิริยา (Action = Reaction)

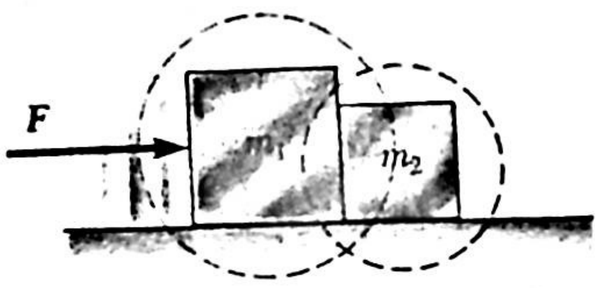
<u>ตัวอย่าง</u>

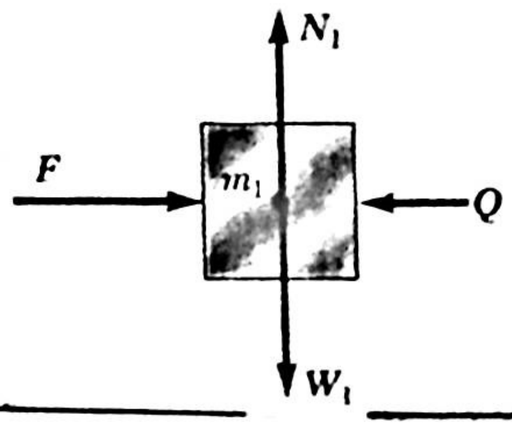

m

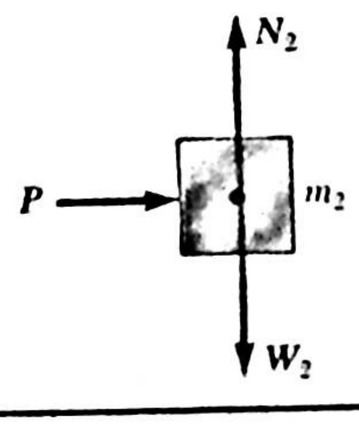

N
F
f
W


m
θ


N
F
f
W


F
m1
m2


N1
F
m1
Q
W1


N2
P
m2
W2

ภาคผนวก ค

- ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้าน ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่

ตารางวิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่

เนื้อเรื่อง	ความคิดรวบยอด			รวม	อันดับ
	เกี่ยวกับการจำแนก	เกี่ยวกับความสัมพันธ์	ทางทฤษฎี		
1. แรง	2	1	1	4	2
2. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน	1	-	6	7	1
3. มวล	3	-	-	3	3
4. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน	-	4	-	4	2
5. น้ำหนัก	2	-	-	2	4
6. กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล	2	1	-	3	3
7. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน	-	1	3	4	2
8. การใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	-	3	-	3	3
รวม	10	10	10	30	
อันดับ	1	1	1		

จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการจำแนกประเภท 10 ข้อ คือ ข้อที่ 3, 4, 9, 13, 14, 15, 20, 21, 22, 23

2. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ 10 ข้อ คือข้อที่ 2 16, 17, 18, 19, 26, 27, 28, 29, 30

3. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎี 10 ข้อ คือ ข้อที่ 1, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 24, 25

แบบทดสอบ
ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น ห้อง และโรงเรียน ในกระดาษคำตอบ
2. ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
3. ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย X บนตัวเลือกที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ เพียงตัวเลือกเดียว

---

1. ข้อใดให้ความหมายของคำว่าแรงดีที่สุด
   ก. พลังงานรูปหนึ่งที่มองไม่เห็น
   ข. อำนาจอย่างหนึ่งที่ไม่มีตัวตน
   ค. สิ่งที่พยายามทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่
   ง. ปริมาณอย่างหนึ่งของวัตถุ
   จ. กำลังอย่างหนึ่งในเครื่องยนต์

2. แรงย่อยขนาด 2 นิวตัน และ 5 นิวตันกระทำต่อวัตถุก้อนเดียวกัน แรงลัพธ์มีค่าเท่าใด
   ก. ระหว่าง 1 ถึง 10 นิวตัน
   ข. ระหว่าง 2 ถึง 8 นิวตัน
   ค. ระหว่าง 3 ถึง 7 นิวตัน
   ง. ระหว่าง 4 ถึง 8 นิวตัน
   จ. ระหว่าง 0 ถึง 5 นิวตัน

3. แรงลัพธ์สอดคล้องกับข้อใด

ก. แรงหนึ่งแรงแทนแรงย่อยได้

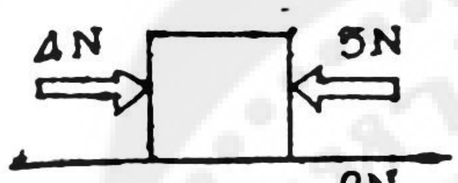
ข. แรงสองแรงแทนแรงย่อยได้

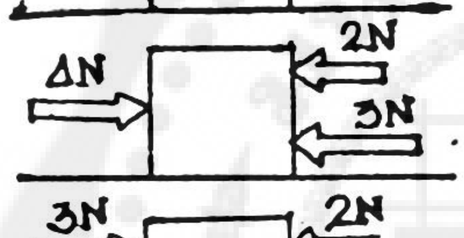
ค. แรงที่มีสองเท่าของแรงย่อย

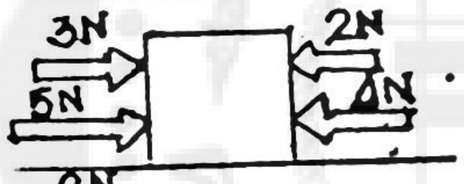
ง. แรงหลายแรงแทนแรงย่อยได้

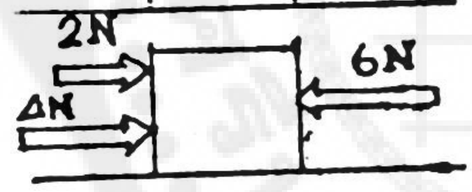
จ. แรงหลายแรงแทนหลายแรงได้

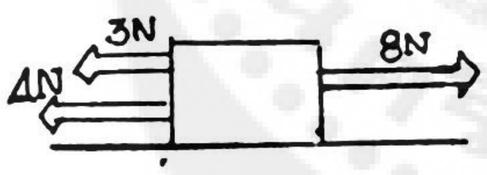
4. ภาพใดมีแรงลัพธ์เท่ากับศูนย์

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

5. สถานการณ์ใดที่แสดงถึงการรักษาสภาวะการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ก. มาราโดน่าเตะลูกฟุตบอลยิงเข้าประตู

ข. ลูกแอปเปิ้ลหล่นจากต้นไม้

ค. จรวจมุ่งหน้าไปดวงจันทร์ด้วยความเร็วคงที่

ง. ทหารขับรถจี๊ปด้วยความเร่งเพิ่มขึ้น

จ. ลูกระเบิดถูกทิ้งจากเครื่องบิน

6. การที่เราดึงผ้าปูโต๊ะออกไปโดยที่ของที่วางอยู่บนโต๊ะอยู่ในสภาพเดิม (ขวดไม่ล้ม) ปรากฏการณ์นี้สามารถอธิบายได้โดย...

ก. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน

ข. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน

ค. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน

ง. กฎแรงดึงดูดของโลก

7. เมื่อคนขับรถหยุดรถทันที ผู้โดยสารจะคะมำไปข้าง หน้าปรากฏการณ์นี้สามารถอธิบายได้โดย...

ก. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน

ข. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน

ค. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน

ง. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1, 2 ของนิวตัน

จ. ไม่สามารถใช้กฎการเคลื่อนที่อธิบายได้

8. เมื่อขี่จักรยานยนต์มาด้วยความเร็วสูง ภาพใด เป็นภาพการเคลื่อนที่ที่ถูกต้อง

ก.



ข.



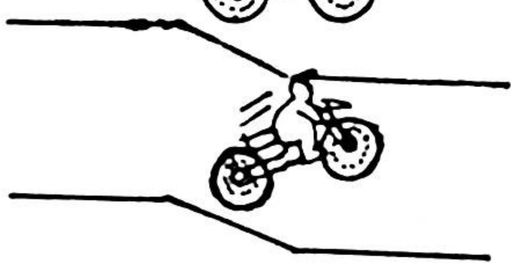
ค.



ง.



จ.



9. ในการใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน ใช้ได้ในกรณีใด

ก. ผู้สังเกตอยู่นิ่ง ๆ

ข. ผู้สังเกตเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

ค. ผู้สังเกตนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

ง. ผู้สังเกตอยู่ในสภาพใดก็ได้

จ. ผู้สังเกตจะต้องเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา

10. ในการใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตันจะเป็นจริงก็ต่อเมื่อมีเงื่อนไขที่สำคัญที่สุดคือ

ก. ไม่มีแรงภายนอก

ข. ไม่มีแรงลัพธ์

ค. มีแรงลัพธ์เป็นศูนย์

ง. ไม่มีความเร่ง

จ. มีแรงลัพธ์ไม่เป็นศูนย์

11. ข้อใดเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 นิวตัน

1. วัตถุจะรักษาสภาพหยุดนิ่งหรือการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

2. วัตถุอยู่ในสภาพไม่มีความเร่ง

ก. ข้อ 1 ถูก

ข. ข้อ 2 ถูก

ค. ข้อ 1 ถูก และ 2 ถูก

ง. ข้อ 1 และ 2 ผิด

จ. ข้อ 2 เป็นเหตุผลของข้อ 1

12. พ่อค้าขายหมูขายเนื้อหมู ตาชั่งอ่านค่าได้ 5 กิโลกรัม ค่าที่อ่านได้หมายถึงข้อใด

ก. เนื้อหมูมีน้ำหนัก 5 กิโลกรัม

ข. เนื้อหมูมีมวล 5 กิโลกรัม

ค. เนื้อหมูมีปริมาตร 5 กิโลกรัม

ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข

จ. ถูกทั้งข้อ ก, ข, และ ค

13. ปริมาณใดของวัตถุจะคงที่อยู่เสมอไม่ว่าจะอยู่ในสถานที่ใด ๆ ก็ตาม

ก. มวล

ข. น้ำหนัก

ค. ปริมาตร

ง. ความหนาแน่น

จ. แรง

14. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกที่สุด

1. มวลเป็นปริมาณสเกล่าร์

2. มวลหมายถึงปริมาณที่ใช้บอกสมบัติในการด้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ก. ข้อ 1

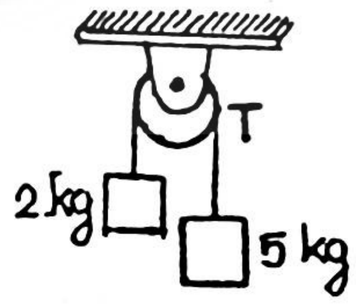
ข. ข้อ 2

ค. ข้อ 1 และ 2

ง. ผิดทั้งข้อ 1 และ 2

จ. ข้อ 2 เป็นเหตุผลของข้อ 1

จากรูปที่กำหนดให้ใช้ตอบคำถามข้อ 15 - 16



เมื่อปล่อยให้มีการเคลื่อนที่จาก สภาพที่อยู่นิ่ง

($g = 10 m/S^2$)

15. จงหาความเร่งของมวลทั้งสองมีค่าเท่าใด

ก. 2.2 เมตร/วินาที^{2}

ข. 3.2 เมตร/วินาที^{2}

ค. 4.2 เมตร/วินาที^{2}

ง. 5.2 เมตร/วินาที^{2}

จ. 6.2 เมตร/วินาที^{2}

16. จงหาแรงดึงเชือก (T)

ก. 28.4 นิวตัน

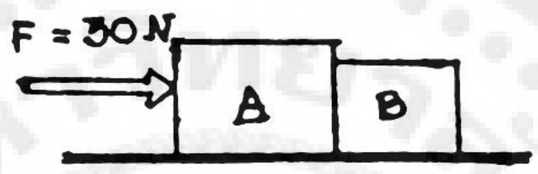
ข. 38.4 นิวตัน

ค. 48.4 นิวตัน

ง. 58.4 นิวตัน

จ. 68.4 นิวตัน

จากรูปที่กำหนดให้ใช้ตอบคำถามข้อ 17 - 18



ถ้ากล่อง A มีมวล 5 กิโลกรัม กล่อง B มีมวล 3 กิโลกรัม ซึ่งกล่องทั้งสองวางนพื้นเกลี้ยง (ไม่คิดแรงเสียดทาน) และแรงที่กระทำต่อกล่อง F = 30 นิวตัน

17. จงหาความเร่ง (a) ที่กล่องทั้งสองเคลื่อนที่

ก. 2.00 เมตร/วินาที^{2}

ข. 2.50 เมตร/วินาที^{2}

ค. 3.25 เมตร/วินาที^{2}

ง. 3.75 เมตร/วินาที^{2}

จ. 4.00 เมตร/วินาที^{2}

18. จงหาแรงที่กล่อง A ดันกล่อง B

ก. 10.25 นิวตัน

ข. 11.25 นิวตัน

ค. 12.25 นิวตัน

ง. 15.25 นิวตัน

จ. 17.25 นิวตัน

19. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกที่สุด

1. น้ำหนักเป็นปริมาณเวกเตอร์
2. น้ำหนักมีหน่วยที่ใช้วัดคือ นิวตัน

ก. ข้อ 1

ข. ข้อ 2

ค. ข้อ 1 และ 2 ถูก

ง. ข้อ 1 และ 2 ผิด

จ. ข้อ 1 เป็นเหตุผลของข้อที่ 2

20. จงพิจารณาข้อความที่ให้แล้วเลือกข้อที่ถูกที่สุด

1. น้ำหนักของวัตถุจะมีทิศลงในแนวดิ่งเสมอ
2. น้ำหนักของวัตถุจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ มวล กล่าวคือ วัตถุที่มีมวลมาก น้ำหนักจะมาก

ก. ข้อ 1

ข. ข้อ 2

ค. ข้อ 1 และ 2

ง. ข้อ 1 และ 2 ผิด

จ. ข้อ 2 เป็นเหตุผลของข้อ 1

21. มวลสองก้อนห่างกันระยะ 4 หน่วย มวลทั้งสองจะดูดกันด้วยแรง F ถ้ามวลทั้งสองก้อนนี้ห่างกันเป็นระยะ 2 หน่วย มวลสองลูกจะดูดกันด้วยแรงเท่าใด

ก. 1F

ข. 2F

ค. 3F

ง. 4F

จ. 5F

22. โลกจะถึงดูดวัตถุบนผิวโลก ด้วยแรงเท่าใด

ก. $F = \frac{GM_{โลก}\ M_{วัตถุ}}{R_{โลก}}$

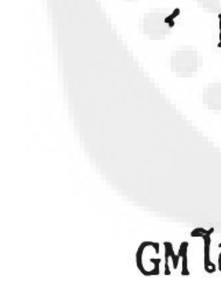
ข. $F = \frac{GM_{โลก}\ M_{วัตถุ}}{R^2_{โลก}}$

ค. $F = \frac{GM_{โลก}\ M_{วัตถุ}}{R^3_{โลก}}$

ง. $F = \frac{GM_{โลก}\ M_{วัตถุ}}{R^4_{โลก}}$

จ. $F = \frac{GM_{โลก}\ M_{วัตถุ}}{R^5_{โลก}}$

23. ถ้าแขวนวัตถุก้อนหนึ่ง หนัก mg กับเชือกดังรูป แรงปฏิกิริยาของน้ำหนักของวัตถุคือ



ก. แรงดึงเชือก

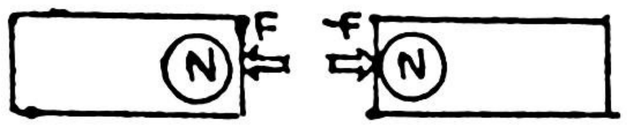
ข. แรงที่วัตถุดึงดูดโลก

ค. แรงที่เชือกดึงวัตถุ

ง. แรงที่พื้นดึงเชือก

จ. แรงที่เชือกดึงพื้น

24. จากรูปเป็นการดึงดูดของแม่เหล็ก



สามารถนำกฎการเคลื่อนที่ข้อใดมาอธิบายได้

ก. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน

ข. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน

ค. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน

ง. ทั้งข้อ ก ข และ ค

จ. ไม่มีข้อใดมาอธิบายได้

25. จงพิจารณาสถานการณ์ใดที่สามารถนำกฎข้อที่ 3 ของนิวตันมาอธิบายได้

1. เมื่อแรงดึงสปริงและรู้สึกว่าสปริงดึงเราไปทิศทางตรงข้าม
2. เมื่อเราต้องการเอามือผลักฝาจะรู้สึกว่าฝาจะผลักเราในทิศทางตรงกันข้าม

ก. ข้อ 1

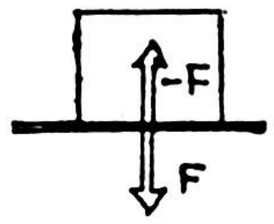
ข. ข้อ 2

ค. ข้อ 1 และ 2

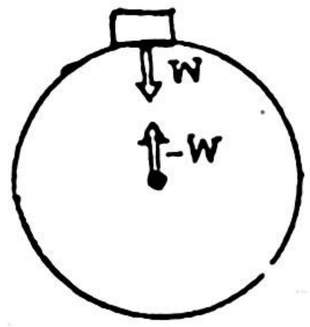
ง. จ้อ 1 และ 2 ผิด

จ. ข้อมูลไม่เพียงพอ

26. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่าข่อใดถูกต้อง



1. แรงกิริยา - ปฏิกิริยา อาจเกิดจากที่ห่างกันก็ได้ ที่จุดเดียวกันเช่นการวางวัตถุ
2. แรงกริยา - ปฏิกิริยา อาจเกิดจากที่ห่างกันก็ได้เช่นโลดดึงดูดวัตถุหรือวัตถุดึงดูดโลก



ก. ข้อ 1

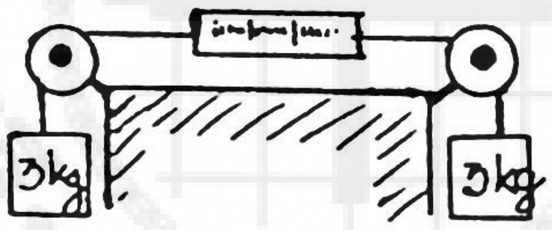
ข. ข้อ 2

ค. ข้อ 1 และ 2

ง. ข้อ 1 และ 2 ผิด

จ. ข้อมูลที่ให้มาไม่สามารถสรุปได้

27. จงหาน้ำหนักของวัตถุที่อ่านได้จากตาชั่งสปริงจากรูป



ก. 0

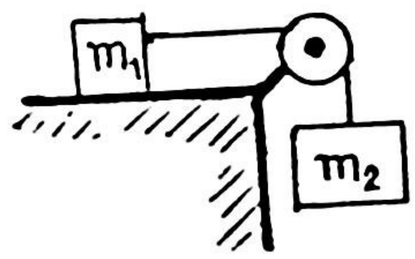
ข. 30 นิวตัน

ค. 45 นิวตัน

ง. 60 นิวตัน

จ. 90 นิวตัน

จากรูปที่กำหนดให้ ใช้ตอบคำถามข้อ 28 - 30 (รอกไม่มีความฝืดและพื้นไม่มีแรงเสียดทาน



m_1 = 1 kg

m_2 = 2 kg

28. จงหามวลทั้งสองจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่าใด (เมตร/วินาที^{2})

ก. 3.3

ข. 6.6

ค. 9.9

ง. 12.2

จ. 15.5

29. จงหาแรงดึงเชือกมีค่าเท่าใด (หน่วย นิวตัน)

ก. 3.3

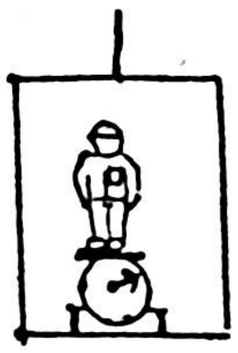
ข. 6.6

ค. 9.9

ง. 12.2

จ. 15.5

30. ชายคนหนึ่งมีมวล 40 กิโลกรัม ยืนบนตาชั่ง น้ำหนักในลิฟท์ ดังรูป เมื่อลิฟท์เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง 2 เมตร/วินาที^{2} ตาชั่งจะบอกน้ำหนักของชายคนนี้ เท่าใด



ก. 0 นิวตัน

ข. 320 นิวตัน

ค. 400 นิวตัน

ง. 480 นิวตัน

จ. 500 นิวตัน

ตารางวิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่

เนื้อหา / ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	1 การสังเกต	2 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	3 การจำแนกประเภท	4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา	5 การคำนวณ	6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	7 การพยากรณ์	รวม	อันดับ
1. แรง	1	1	1	1	-	-	-	4	2
2. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน	1	1	-	-	-	-	-	2	4
3. มวล	1	-	-	1	1	-	1	4	2
4. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน	1	1	2	1	2	3	-	10	1
5. น้ำหนัก	-	-	-	1	-	-	1	2	4
6. กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล	-	1	-	-	-	-	-	1	5
7. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน	1	1	-	1	-	-	-	3	3
8. การใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	-	-	2	-	2	-	-	4	2
รวม	5	5	5	5	5	3	2	30	
อันดับ	1	1	1	1	1	2	3		

จากตาราง วิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 7 ทักษะดังนี้

1. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการจำแนก มีจำนวน 5 ข้อ คือ ข้อที่ 1, 2, 3, 4, 5

2. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการคำนวณ มีจำนวน 5 ข้อ คือ ข้อที่ 6, 7, 8, 9, 10

3. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านการคำนวณ มีจำนวน 5 ข้อ คือ ข้อที่ 11, 12, 13, 14, 15

4. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล มีจำนวน 5 ข้อ คือ ข้อที่ 16, 17, 18, 19, 20

5. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการพยากรณ์ มีจำนวน 5 ข้อ คือข้อที่ 21, 22, 23, 24, 25

6. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร มี 3 ข้อ คือ ข้อที่ 26, 27, 28

7. ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการตีความหมายและการลงสรุป มี 2 ข้อ คือ 29, 30

แบบทดสอบ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่

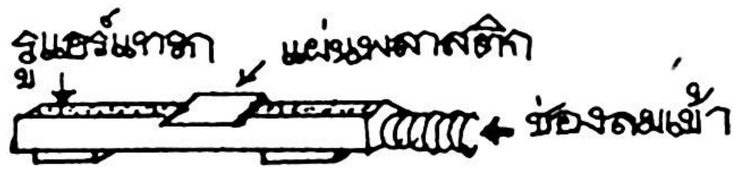
คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น ห้อง และโรงเรียน ในกระดาษคำตอบ
2. ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
3. ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย X บนตัวเลือกที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ เพียงตัวเลือกเดียว

---

1. เมื่อวัฒนา (ต๋อง) ออกแรงใช้ไม้คิงแทงลูกสนุกเกอร์สีขาววิ่งมากระทบลูกสนุกเกอร์สีแดงข้อมูลใดต่อไปนี้ที่ได้จากการสังเกต
   ก. ลูกสนุกเกอร์สีขาววิ่งด้วยความเร่งคงที่
   ข. ลูกสนุกเกอร์สีขาววิ่งด้วยความเร็วคงที่
   ค. มีเสียงดังเมื่อลูกสนุกสีขาวกระทบลูกสีแดง
   ง. ลูกสนุกเกอร์สีแดงเบากว่าลูกสนุกเกอร์สีขาว
   จ. ลูกสนุกเกอร์ทั้งสองมีมวลเท่ากัน

2. จากภาพแสดงการทดลอง ข้อใดเป็นการสังเกตโดยตรง



รูป. แอร์แทรก

   ก. แผ่นพลาสติกอยู่บนแอร์แทรก
   ข. แผ่นพลาสติกกำลังเคลื่อนที่
   ค. พื้นผิวแอร์แทรกไม่มีแรงเสียดทาน
   ง. มีอากาศออกจากรูแอร์แทรก
   จ. แอร์แทรกมีน้ำหนักเบา

3. ข้อใดที่เป็นการสังเกต

ก. นายแพงมีมวล 50 กิโลกรัม

ข. นายดำมีมวล 60 กิโลกรัม

ค. นางสรอ้วนเพราะมีมวลมาก

ง. นางสวยมีมวลประมาณ 45 กิโลกรัม

จ. นางน้อย วัดรอบเอวได้ 40 นิ้ว

4. ข้อใด <u>ได้</u> จากการสังเกตโดยตรง

ก. ชายมีคนนี้มีมวล 50 กิโลกรัมม

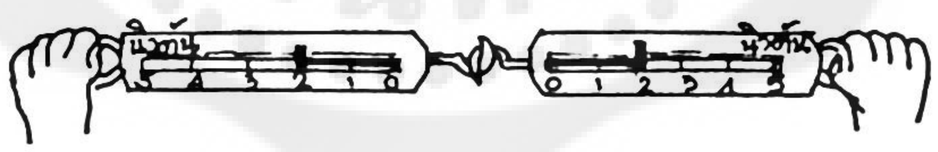
ข. แรงดึงเชือกมีค่าเท่าน้ำหนักจริง

ค. ลิฟท์เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่

ง. น้ำหนักจริงเบากว่าน้ำหนักปรากฏ

จ. ชายคนนี้มีน้ำหนักไม่คงที่

5. จากรูปภาพข้อใดเป็นการสังเกต



ก. แรงที่มากระทำเท่ากับแรงที่อ่านบนตาชั่งสปริง

ข. แรงที่ตาชั่งสปริงชี้บอกเท่ากับ 2 นิวตัน

ค. เกิดแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา

ง. แรงที่ดึงตาชั่งสปริงทั้งสองมีค่าไม่เท่ากัน

จ. มือซ้ายและมือขวาออกแรงไม่เท่ากัน

6 ปริมาณทางฟิสิกส์ต่อไปนี้ "แรง มวล น้ำหนัก ระยะทาง" โดยอาศัยปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ เป็นเกณฑ์ในการแบ่งจะได้ 2 กลุ่มดังนี้

ก. มวล น้ำหนัก - แรง ระยะทาง

ข. มวลระยะทาง - แรง น้ำหนัก

ค มวลแรง - ระยะทาง น้ำหนัก

ง. แรง ระยะทาง มวล - น้ำหนัก

จ. แรง - ระยะทาง มวล น้ำหนัก

7. สถานการณ์ต่อไปนี้ ข้อใดสามารถใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตันจำแนกได้

1. เมื่อรถขับมาด้วยความเร็วคงที่แล้วเบรค ผู้โดยสารจะคะมำตัวไปข้างหน้า
2. เมื่อรถเลี้ยวซ้าย ผู้โดยสารจะเอียงตัวไปทางขวา
3. เมื่อดึงผ้าปูโต๊ะออกโดยที่ขวดที่ตั้งอยู่บนโต๊ะยังคงอยู่ในสภาพเดิม (ไม่ล้ม)

ก. 1

ข. 1, 2

ค. 1 ,3

ง. 2, 3

จ. 1, 2 และ 3

8. ถ้าใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่ 2 มาจำแนกข้อความที่กำหนดให้ ข้อใดจำแนกข้อความที่กำหนดให้ ข้อใดจำแนกได้ถูกต้อง

1. ความเร่ง แปรผันตรงกับมวล
2. แรง แปรผันตรงกับ ความเร่ง
3. แรง แปรผกผันกับ มวล

ก. 1

ข. 1, 2

ค. 1, 3

ง. 2, 3

จ. 1, 2 , 3

9. ถ้าใช้กฎการเคลื่อนที่ ข้อ 3 ของนิวตัน มาจำแนกข้อความที่กำหนดให้ ข้อใดจำแนกได้ถูกต้อง

1. แรงกิริยา เท่ากับ แรงปฏิกิริยา
2. ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีทิศทางตรงกันข้าม
3. ทุกแรกงกิริยาย่อมมีแรงปฏิริยาที่กระทำต่อวัตถุคนละก้อน

ก. 1

ข. 1, 2

ค. 1, 3

ง. 2, 3

จ. 1, 2 , 3

10. ปริมาณทางฟิสิกส์ต่อไปนี้ ถ้าปริมาณเวกเตอร์ (มีทั้งขนาดและทิศทาง) มาจำแนกจะจำแนกได้ตามข้อใด

1. น้ำหนัก
2. แรงดึงดูดระหว่างมวล
3. แรงดึงดูดของโลก

ก. 1

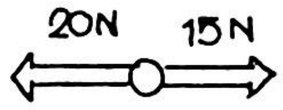
ข. 1, 2

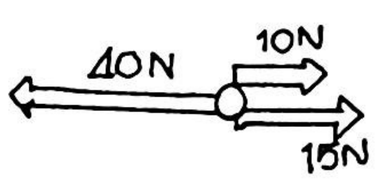
ค. 1, 3

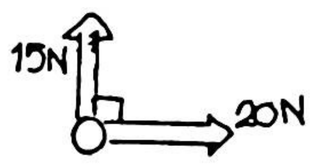
ง. 2, 3

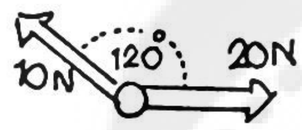
จ. 1, 2 , 3

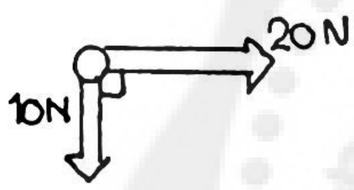
11. ภาพใดที่แรงลัพธ์มากที่สุด

ก. 

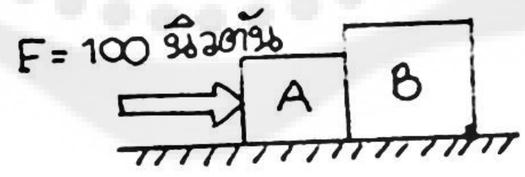
ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

จากรูปที่กำหนดให้ใช้ตอบคำถามข้อ 12 - 13



(ไม่คิดแรงเสียดทานที่พื้น) มวล A = 1 กิโลกรัม

มวล B = 2 กิโลกรัม

12. จงหาค่าความเร่งที่กล่องทั้งสองเคลื่อนที่ (เมตร/วินาที^{2})

ก. 0

ข. 33.3

ค. 66.6

ง. 100.0

จ. 200.0

13. จงหาแรงที่กล่อง A ดันกล่อง B (นิวตัน)

ก. 0

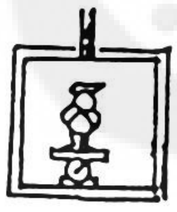
ข. 33.3

ค. 66.6

ง. 100.0

จ. 200.0

จากรูปใช้ตอบคำถามข้อ 14 - 15



เด็กคนหนึ่งมีมวล 50 กิโลกรัม
ยืนอยู่บนตาชั่งน้ำหนักบนลิฟท์
(g = 10 เมตร/วินาที^{2})

14. เมื่อลิฟท์เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง 1 เมตร/วินาที^{2} ตาชั่งจะบอกน้ำหนักเด็กคนนี้เท่าไร (นิวตัน)

ก. 400

ข. 450

ค. 500

ง. 550

จ. 600

15. เมื่อลิฟท์เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง 1 เมตร/วินาที^{2} ตาชั่งจะบอกน้ำหนักเด็กคนนี้เท่าใด (นิวตัน)

ก. 400

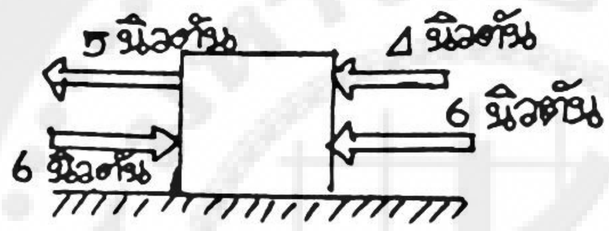
ข. 450

ค. 500

ง. 550

จ. 600

16. จากภาพต่อไปนี้ ข้อที่ผู้สังเกตลงความคิดเห็นลงในข้อมูลด้วย



ก. มีแรงภายนอกกระทำกับ 4 แรง

ข. มีแรงภายนอกกระทำไปในทิศทางซ้าย 3 แรง

ค. มีแรงภายนอกมากระทำในแนวระดับ

ง. วัตถุจะเคลื่อนที่เพราะแรงลัพธ์ไม่เท่ากับศูนย์

จ. ไม่มีแรงภายนอกมากกระในแนวดิ่ง

17. นาย ก มีมวล 40 กิโลกรัม นาย ข มีมวล 50 กิโลกรัม นาย ก วิ่งได้เร็วกว่านาย ข ข้อใดเป็นข้อมลที่ได้จากการลงความคิดเห็น

ก. นาย ก มีมวลน้อยกว่านาย ข

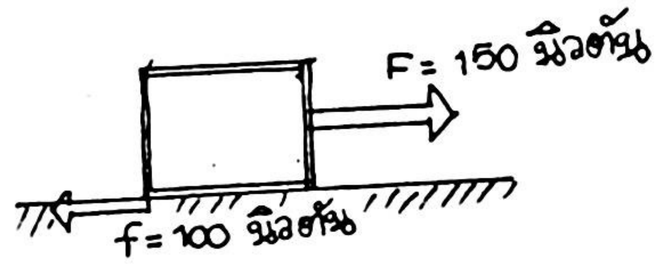
ข. นาย ก มีความเฉื่อยน้อยกว่านาย ข

ค. นาย ข วิ่งได้ช้ากว่านาย ก

ง. นาย ข ตัวใหญ่กว่านาย ก

จ. นาย ข มีมวลมากกว่านาย ก

18. เมื่อออกแรงดึงวัตถุในแรงระดับ 150 นิวตันที่ผิวสัมผัสระหว่างพื้นกับวัตถุ มีแรงเสียดทาน 100 นิวตัน ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูล



ก. วัตถุจะเคลื่อนที่

ข. แรงลัพธ์ไม่เป็นศูนย์

ค. วัตถุจะไม่เคลื่อนที่

ง. แรงเสียดทานน้อยกว่าแรงลัพธ์

จ. ถูกทั้งข้อ ก และ ข

19. เด็กหญิงอ้อ นำวัตถุชนิดหนึ่งมาชั่งที่พื้นผิวโลก ใต้ดินและยอดภูเขา พบว่า จะมีน้ำหนักไม่เท่ากัน นักเรียนคิดว่ายอดภูเขาพบว่า จะมีน้ำหนักไม่เท่ากัน นักเรียนคิดว่ายอดภูเขาพบว่า จะมีน้ำหนักไม่เท่ากัน นักเรียนคิดว่าเด็กหญิงอ้อทดลองเพื่อตอบคำถามใด

ก. วัตถุมีน้ำหนักได้หลายค่า

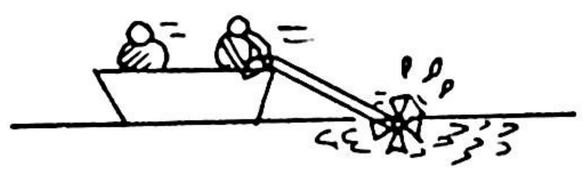
ข. ณ พื้นผิวโลก น้ำหนักวัตถุมากที่สุด

ค. ณ บนยอดเขา น้ำหนักน้อยที่สุด

ง. ณ ใต้ดินน้ำหนักเป็นศูนย์

จ. ถูกทั้ง ข้อ ค และ ข้อ ง

20. จากภาพต่อไปนี้ ข้อมูลใดที่ผู้สังเกตลงความคิดเห็นด้วย



ก. เรือกำลังแล่นในแม่น้ำ

ข. หางเสือเรือทำให้น้ำแตกกระจาย

ค. มีคนอยู่บนเรือ คนหนึ่งกำลังบังคับหางเสือ

ง. แรงกิริยาของหาเสือก่อให้เกิดแรงปฏิกิริยาทำให้เรือพุ่งไปข้างหน้า

จ. ถูกทั้ง ข้อ ก และ ข

จากตารางที่กำหนดให้ ใช้ตอบคำถามข้อ 21 - 22

มวล (กิโลกรัม)	ความเร่ง (เมตร/วินาที^{2})
4	0.27
3	0.34
2	0.51
1	1.00

21. ถ้าใช้มวลมีขนาด 2.5 ความเร่งจะได้ประมาณ เท่าใด (เมตร/วินาที^{2})

ก. 0.35

ข. 0.37

ค. 0.41

ง. 0.48

จ. 0.50

22. ถ้าใช้มวลขนาด 5 กิโลกรัม จะได้ค่าความเร่งประมาณเท่าใด (เมตร/วินาที^{2})

ก. 0

ข. 0.10

ค. 0.12

ง. 0.20

จ. 0.24

23. จากตาราง มวล X มีค่าประมาณเท่าใด (กิโลกรัม)

มวล	2	4	X	(กิโลกรัม)
ความเร่ง	0.50	0.25	0.18	(เมตร/วินาที^{2})

ก. 5

ข. 6

ค. 7

ง. 8

จ. 9

24. ถ้าใช้มวล 0.5 กิโลกรัม จะได้ค่าความเร่งเท่าใด (เมตร/วินาที^{2})

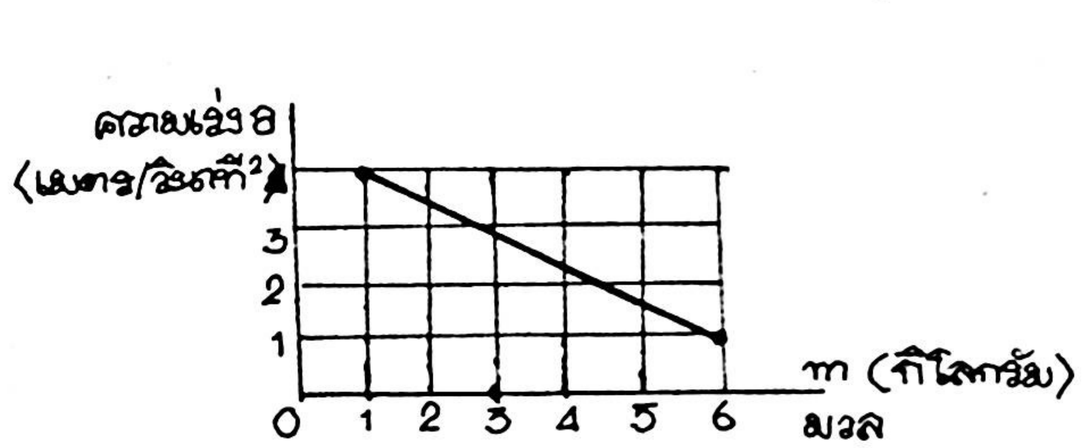
ก. 4.1

ข. 4.2

ค. 4.3

ง. 4.1

จ. 4



25. ถ้าใช้มวล 3.5 กิโลกรัมจะได้ค่าความเร่งเท่าได้ (เมตร/วินาที^{2})

ก. 2.5

ข. 2.6

ค. 2.7

ง. 2.8

จ. 2.9

จากข้อความที่กำหนดให้ใช้ประกอบการตอบคำถามข้อ 26 - 27

"ในการทดลองเพื่อหาคำตอบว่า "แรงที่ไม่เท่ากันจะทำให้วัตถุก้อนหนึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่ากันหรือไม่"

26. จากการทดลองข้างต้น ข้อใดเป็น "ตัวแปรต้น

ก. ขนาดของแรง

ข. มวลของวัตถุ

ค. ชนิดของวัตถุ

ง. จำนวนของวัตถุ

จ. ความเร่ง

27. จากการทดลองข้างต้น ข้อใดเป็น"ตัวแปรตาม"

ก. ขนาดของแรง

ข. มวลของวัตถุ

ค. ความเร็ง

ง. จำนวนของวัตถุ

จ. ชนิดของวัตถุ

28. จากตารางที่กำหนดให้ ข้อใดกล่าวถูกต้อง

มวล (กิโลกรัม)	ความเร่ง (เมตร/วินาที^{2})
1	1.00
2	0.51
3	0.34
4	0.27

ก. มวล เป็นตัวแปรตาม

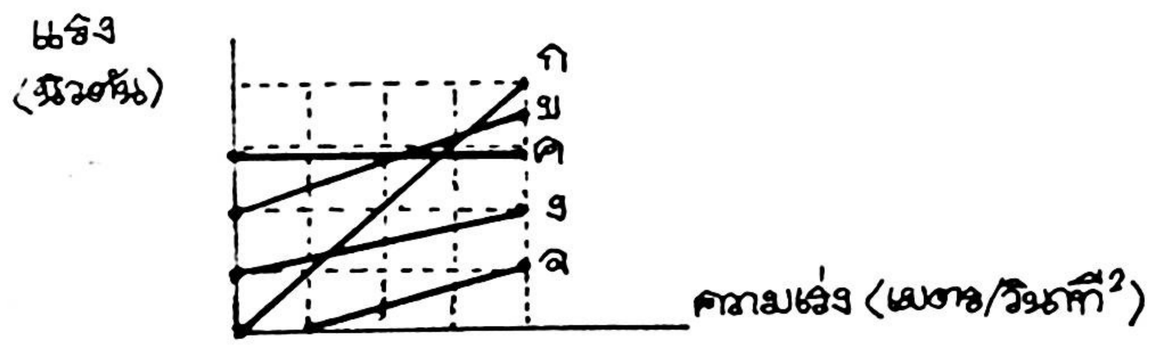
ข. ความเร่งเป็นตัวแปรตาม

ค. มวลและความเร่งเป็นตัวแปรที่ต้องควบคุม

ง. มวลเป็นตัวแปรต้น ความเร่งเป็นตัวแปรตาม

จ. มวลเป็นตัวแปรตาม ความเร่งเป็นตัวแปรต้น

จากกราฟที่กำหนดให้ ใช้ตอบคำถามข้อ 29 - 30



29. จากราฟที่กำหนดให้ข้อใดเป็นการลงสรุปข้อมูลที่ดีที่สุด

ก. วัตถุ ก มีมวลมากที่สุด

ข. วัตถุ ข มีมวลมากที่สุด

ค. วัตถุ ค มีมวลมากที่สุด

ง. วัตถุ ง มีมวลมากที่สุด

จ. วัตถุ จ มีมวลมากที่สุด

30. จากกราฟที่กำหนดให้ข้อใดเป็นการลงสรุปข้อมูลได้ถูกต้องที่สุด ถ้านำมวลดังกล่าวไปหาค่าน้ำหนัก

ก. วัตถุ ก มีน้ำหนักน้อยที่สุด

ข. วัตถุ ข มีน้ำหนักน้อยที่สุด

ค. วัตถุ ค มีน้ำหนักน้อยที่สุด

ง. วัตถุ ง มีน้ำหนักน้อยที่สุด

จ. วัตถุ จ มีน้ำหนักน้อยที่สุด

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายอดิศร ชื่อสกุล มณีศิริ

เกิดวันที่ 27 เดือนธันวาคม พุทธศักราช 2507

สถานที่เกิด	จังหวัดสระบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	15/73 ถนนพิชัยณรงค์สงคราม
	ตำบลปากเพรียว อำเภอเมือ จังหวัดสระบุรี
ตำแหน่ง	อาจารย์ 1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2525	ม.ศ. 5 จากโรงเรียนสระบุรีวิทยาคม
พ.ศ. 2529	กศ.บ. (วิทยาศาสตร์ - ฟิสิกส์) จากมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
พ.ศ. 2537	กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

บทคัดย่อ

ของ

อดิศร มณีศิริ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
กรกฎาคม 2537

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมาย เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 ของโรงเรียนสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ใช้แผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Pretest Posttest design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test Independent ในรูปของ Difference Score

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกัน 2 ด้าน คือ ด้านการจำแนก และด้านความสัมพันธ์ แต่ไม่แตกต่างกันในด้านทางทฤษฎี

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน

A COMPARISON OF SCIENCE CONCEPTS AND PROCESS SKILLS AS LEARNING ACHIEVEMENT IN PHYSICS ATTAINED BY MATTHAYOM SUKSA IV STUDENTS TAUGHT BY THE SCIENCE CONCEPT PROBES AND BY THE TEACHER'S MANUAL

AN ABSTRACT

BY

ADISORN MANEESIRI

Presented in partial fulfillment of the requirements for the

Master of Education degree in Science Education

at Srinakharinwirot University

July 1994.

The purpose of this study was to compare Science Process Skills as Learning Achievement in Physics Attained by Matthayom Suksa IV Student Taught by the Science Concept Probes and by the teacher's manual.

The subjects comparise 60 Mathayom Sukusa IV students enrolled at Stuk School, Amphoe Stuk, Burirum Province during the second semester of the 1993 academic year. The subjects were divided into the experimental and the control groups, with 30 students in each by a simple random sampling technique. The experimental grup was taught by the Science Concept Probes while the control group was taught by the Teacher's Manual. The Randomized Control Group Pretest - Posttest design was employed in the study. The t-test independent was statistical approach analysis.

The results of this study revealed that.

1. Significant differences were found for the two types of concepts, the classificational and the correlation, but not in the theoretical.

2. Significant difference was found for the Science Process Skills.