

การทดลอง เปรียบ เติบโตผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์บางหัวข้อ
ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบ เรียน
โปรแกรมกับการสอนตามปกติ

THE LIBRARY
COLLEGE OF EDUCATION
BANGKOK, THAILAND
ปริญญานิพนธ์

ของ

นิรันดร์ แผลงจิต

เสนอขอมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

7 มีนาคม 2518

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตได้พิจารณาปัญหานี้จนได้ข้อสรุป
เห็นสมควรรับ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....ศาสตราจารย์ ดร. ประทาน
.....ส.ก. กรรมการ

ประกาศคุณประการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ เพราะผู้วิจัยได้รับคำแนะนำความช่วยเหลือ
อย่างดียิ่งจากอาจารย์สมศักดิ์ แสนสุข และอาจารย์สมบุญ รมแก้ว ผู้วิจัยขอกราบ
ขอขอบคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณอาจารย์จันทนา แสนสุข หัวหน้าหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ของ
โรงเรียนสมุทรปราการ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการวิจัย เป็นอย่างดี

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์ประยูร แผลงิก ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ
ในทางต่าง ๆ รวมทั้งคุณสมภาร มุขโต คุณวีระศักดิ์ ชวนธรรม คุณบุพเพาว์
ชาวจันทร์ คุณวิวัฒน์ วัชรศิริ และผู้อื่นอีกหลายท่านที่มีโอกาสทักทายในที่นี้ ซึ่งมี
ส่วนช่วยเหลือให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้โดยดี

นิรันดร์ แผลงิก

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ	1
	คำนำ	1
	/ ความมุ่งหมายของการค้นคว้า	3
	/ สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
	ข้อตกลงเบื้องต้น	4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
	คำจำกัดความศัพท์เฉพาะ	5
2	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	7
3	วิธีดำเนินการ	13
	สร้างแบบเรียนโปรแกรม	13
	สร้างแบบทดสอบ	14
	> เลือกกลุ่มตัวอย่าง	15
	การดำเนินการทดลอง	16
	> การทดสอบ	16
	การวิเคราะห์ข้อมูล	17
4	ผลการทดลอง	19
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	19
	การเปรียบเทียบคะแนนความถี่พื้นฐาน	19
	การเปรียบเทียบคะแนนความถี่พื้นฐานกับคะแนน	
	ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน	20

การเปรียบเทียบแบบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน	22
การเปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์	23
✕ สรุปผลการทดลอง	24
5 อภิปรายผลของการค้นคว้าและข้อเสนอแนะ	25
อภิปรายผลของการค้นคว้า	25
ข้อเสนอแนะ	26
6 บทย่อ	29
บรรณานุกรม	31
ภาคผนวก	35
ก. การวิเคราะห์ข้อมูล	36
ข. แบบเรียนโปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง	46
ค. แบบทดสอบ	83
1. แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์	84
2. แบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์	92

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1	เปรียบเทียบคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการ เรียนรู้ ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 15
2	ความแตกต่างของคะแนนความรู้พื้นฐานระหว่างนักเรียน ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 19
3	ความแตกต่างระหว่างคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนน ผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลอง 20
4	ความแตกต่างระหว่างคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนน ผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนของนักเรียนในกลุ่มควบคุม 21
5	ความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนระหว่าง นักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 22
6	การ เปรียบ เที่ยบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง 23
7	การ เปรียบ เที่ยบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในกลุ่มควบคุม 24

บทที่ ๑

บทนำ

กานำ

การจัดการศึกษาให้สอดคล้องทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ เป็นปัญหาที่สำคัญที่สุด ปัญหาหนึ่งของแต่ละประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศที่มีประชากรเป็นจำนวนมาก และประสบกับภาวะการขาดแคลนครู ดังนั้นจึงได้มีการพยายามคิดแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการนำเอาสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Technology) เข้ามาใช้ในวงการศึกษา เป็นต้นว่า วิทยุ โทรทัศน์ ภาพยนตร์ เครื่องบันทึกเสียงและเครื่องเล่นจานเสียง หรือมีฉะนั้นก็คิดค้นวิธีการหรือเครื่องมือขึ้นใช้ในวงการศึกษาโดยตรง เช่น การสอนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) และเครื่องสอน (Teaching Machine) เป็นต้น

สำหรับประเทศไทยการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในวงศึกษานั้นยังมีมาไม่นานเท่าใดนัก ทั้งนี้เพราะเราเน้นหนักไปในการจัดการศึกษาระบบโรงเรียน ซึ่งเราเชื่อกันว่าผู้ที่ได้รับการศึกษาจะต้องเป็นผู้ที่ได้รับการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น ปัจจุบันนี้ประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ความต้องการที่จะเรียนจึงสูงขึ้น ความหวังที่เคยตั้งเอาไว้ในการเรียนการสอนเพื่อต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้มาก เรียนรู้ได้เร็วและประหยัดจึงไม่บรรลุผล ทั้งนี้เพราะความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) ทำให้ครูไม่สามารถที่จะจัดการเรียนการสอนให้ทุกคนไปตามความต้องการได้ เครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตามความสามารถของตนเองอย่างหนึ่งก็คือ แบบเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction)

✕ ลักษณะของแบบเรียนโปรแกรมจะแบ่งบทเรียนเป็นขั้นๆสามารถใช้เป็นมาตรฐานในการสอนที่ทำได้ และเป็นวิธีสอนที่เด็กสามารถเรียนด้วยตนเองได้ ลักษณะของแบบเรียนโปรแกรม คณะนิสิตปริญญาโท แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ศึกษาธิการ, กระทรวง, 2515 : 205) ได้รวบรวมไว้ในประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษามีลักษณะดังนี้

1. บทเรียนที่ทำไว้เป็นลำดับขั้นตอนเองกัน โดยตั้งคำถามนำให้ผู้เรียนตอบ
2. ผู้เรียนจะได้รับการฝึกฝนที่ถูกต้องหรือผิด
3. ผู้เรียนกำกับการเรียนไปได้อย่างไรตามความสามารถของตนเอง
4. เนื้อหาในบทเรียนนำโยงให้ดำเนินการเรียนไปได้อย่างไรที่ระดับความยาก เนื้อหา

ลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งของแบบเรียนโปรแกรม เซิร์ม (Willbur Grahm, 1964 : 9) กล่าวว่าแบบเรียนโปรแกรมจะคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและจิตวิทยาเสริมแรง (Reinforcement) อันเป็นรากฐานทางจิตวิทยา ผู้เรียนจะเรียนรู้ไปตามความสามารถของตนเองไม่มีการเร่ง เวลาของบุคคลที่มีความสามารถในการเรียนสูงหรือบุคคลที่เรียนช้า หรือแม้กระทั่งลูกจ้างในโรงงานอุตสาหกรรมก็สามารถเรียนด้วยตนเองได้

✕ วิทยาศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่ทางโรงเรียนจะต้องวัดให้ทุกคนได้เรียนรู้ เพราะการสอนวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนรากฐานของการพัฒนาประเทศ ประเทศที่มีฐานะทางเศรษฐกิจดีมีฐานะเป็นผู้นำในสังคมของโลก เช่น สหรัฐอเมริกา อังกฤษ รัสเซีย ฯลฯ ล้วนแล้วแต่เป็นประเทศที่มีความก้าวหน้าในทางวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น ดังที่ พิชัย รัชพลเกษ (พิชัย รัชพลเกษ, 2513 : 3 - 4) ได้กล่าวไว้ว่า " วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องอาศัยการสังเกตการทดลองและปฏิบัติ ผู้เรียนจึงจะเกิดผลตามความมุ่งหมายได้ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรบ่งชี้ให้นักเรียนได้รับประสบการณ์จริงมากที่สุด โดยให้นักเรียนเรียนจากการกระทำมากที่สุด การอ่านและการฟังควรลด ควรเพิ่มผลการซักถามและการอภิปราย การที่ให้นักเรียนได้รับประสบการณ์จริงและเรียนด้วยการกระทำมากที่สุดนั้นทางหนึ่งก็ด้วยการใช้สื่อทัศนวัสดุประกอบการสอนนั่นเอง "

สิงห์โต ปุทฺท (สิงห์โต ปุทฺท, 2499 : 115) ได้กล่าวไว้ในเรื่องการใช้อุปกรณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์ว่า " การยอมรับการสอนวิทยาศาสตร์นั้นไม่ว่าจะเป็นชั้นไหนที่ง่ายหรือชั้นปลายที่ยากยิ่ง จำเป็นต้องมีอุปกรณ์การสอนประกอบบทเรียนด้วยเสมอ "

สำหรับประเทศไทยระบบการศึกษาที่ใช้อยู่ยังเป็นไปไม่เหมาะสมนัก ความรู้ในทางวิทยาศาสตร์จึงหาได้แพร่หลายเท่าที่ควรไหม ซึ่งจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ประเทศไทยพัฒนา

ไปไม่ได้ตามที่ต้องการ การทดลองสร้างแบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ขึ้นขึ้นนอกจาก
จะช่วยเผยแพร่ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์และช่วยการสอนของครูวิทยาศาสตร์แล้ว ยังช่วย
ให้แบบเรียนโปรแกรมมีใช้ในประเทศไทยอีกด้วย ผู้วิจัยได้ตระหนักในความสำคัญข้อนี้ จึง
ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มาทั้งข้อ โดยใช้แบบเรียน
โปรแกรมกับการสอนตามปกติของครู เพื่อทราบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา
ที่เกื้อกวากวิธีสอนแต่ละแบบว่าเป็นอย่างไร โดยเลือกทำการวิจัยกับนักเรียนในระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3

ความมุ่งหมายของการศึกษาก่อนว่า

1. เพื่อสร้างแบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง งาน กำลังและเสียด
สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง งาน
กำลัง และเสียด ของนักเรียนจากการเรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ
ของครู

3. เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติของครู

สมมติฐานในการศึกษาก่อนว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ใช้แบบเรียน
โปรแกรมจะสูงกว่ากลุ่มที่ใช้การสอนตามปกติของครู

2. ผลจากการทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและ
กลุ่มควบคุมหลังจากการเรียนรู จะสูงกว่าก่อนการเรียนรู

ความสำคัญของการศึกษาก่อนหน้า

1. การศึกษาก่อนหน้านี้จะช่วยเผยแพร่วิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบเรียนโปรแกรม
2. เพื่อเป็นแนวทางที่ครูวิทยาศาสตร์จะเฝ้าศึกษาและทดลองสร้างแบบเรียนโปรแกรมขึ้นใช้ด้วยตนเอง
3. เพื่อเป็นแนวทางที่จะแก้ปัญหาการขาดแคลนครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนโดยอาศัยแบบเรียนโปรแกรมช่วยเหลือ
4. เพื่อเป็นแนวทางที่จะใช้แบบเรียนโปรแกรมในการจัดการศึกษาระบบโรงเรียน อันเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยยกระดับการศึกษาของประชากรของชาติให้สูงขึ้น
5. เพื่อเสริมสร้างแนวคิดในการปรับปรุงการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ข้อตกลงเบื้องต้น

ในการศึกษาก่อนหน้านี้ถือว่าอยู่บนรากฐานสำคัญดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการเรียนพอๆกัน
2. แบบเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้น มีความสมบูรณ์ในเนื้อหาในหน่วยที่จะสอนตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของกระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2503
3. นักเรียนมีความเข้าใจในอันที่จะใช้ความสามารถของตนเองเรียนจากแบบเรียนโปรแกรม

ขอบเขตของการศึกษาก่อนหน้า

1. การทดลอง เปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์บางหัวข้อในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสมุทรปราการ อำเภอ เมือง จังหวัด สมุทรปราการ ซึ่งเป็นกลุ่มที่เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม

24 คน และเรียนโดยใช้การสอนตามปกติของครู 24 คน

2. การทดลองกระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2517 โดยใช้เวลาดทดลอง 10 ชั่วโมง

3. แบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง งาน กำลัง และเสียง ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับการทดลองในครั้งนี้โดยเฉพาะเท่านั้น

4. ผู้วิจัยทำหน้าที่ควบคุมและสอนกลุ่มทดลองด้วยตนเอง โดยมีคณาจารย์ของกระทรวงศึกษาธิการ เป็นหลักในการวางแผนการสอน และกลุ่มควบคุมให้ครูวิทยาศาสตร์ ทำหน้าที่ควบคุมและดำเนินการสอนเอง โดยใช้เนื้อหาวิชาเดียวกันและจำนวนชั่วโมงสอนเท่ากัน

คำจำกัดความศัพท์เฉพาะ

1. แบบเรียนโปรแกรม หมายถึงแบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง งาน กำลัง และเสียง ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง เพื่อทำการทดลองในครั้งนี้เท่านั้น

2. นักเรียน หมายถึงนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสมุทรปราการ จังหวัด สมุทรปราการ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2517 ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 24 คน ดังนี้

ก. กลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม

ข. กลุ่มควบคุม เป็นนักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติของครู

3. ครู หมายถึงผู้วิจัยซึ่งดำเนินการสอนกลุ่มทดลองด้วยตนเอง

4. ครูวิทยาศาสตร์ หมายถึงครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสมุทรปราการ จังหวัด สมุทรปราการ ปีการศึกษา 2517 ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมและดำเนินการสอนกลุ่มควบคุมโดยใช้เนื้อหาเดียวกันและจำนวนชั่วโมงสอนเท่าๆกัน

5. การสอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม หมายถึงการที่ผู้วิจัยให้นักเรียนในกลุ่มทดลองเรียนจากแบบเรียนโปรแกรม

6. การสอนตามปกติ หมายถึงการสอนของครูวิทยาศาสตร์ที่ครอบคลุมความรู้ที่ไม่ใช่แบบเรียนโปรแกรม ส่วนอุปกรณ์อย่างอื่นใช้ตามความเหมาะสม โดยปกติแล้วใช้วิธีบรรยาย สำนึก และอภิปราย

7. กระบวนการพื้นฐาน หมายถึงกระบวนการทดสอบก่อนการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

8. กระบวนการสังเกตในการเรียน หมายถึงกระบวนการทดสอบทันทีหลังจากการทดลองสอนจบ โดยใช้แบบทดสอบชุดเดิม

9. ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitude) พัทธัม วัณนพลเดช (พัทธัม วัณนพลเดช, 2514 : 37 - 38) ได้กล่าวว่าทัศนคติทางวิทยาศาสตร์หมายถึงลักษณะดังต่อไปนี้

- 9.1 อยากรู้อยากเห็นในสิ่งแปลกประหลาด
- 9.2 เชื่อว่าผลต่างๆจะเกิดขึ้นได้ก็เพราะเหตุ
- 9.3 เป็นคนที่ยอมรับฟังความจริงใหม่ๆ
- 9.4 ใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล
- 9.5 ไม่เชื่อในโชคกลางหรืออำนาจที่ไม่มีเหตุผล
- 9.6 พร้อมที่จะเปลี่ยนความเชื่อเมื่อพบหลักฐานใหม่
- 9.7 พร้อมที่จะยอมรับความจริง เมื่อมีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้
- 9.8 ยอมรับนับถือในความถูกต้องของผู้อื่น
- 9.9 เป็นผู้มีอารมณ์ อ่อนโยน บุคลิกธรรม และละเอียดละออน

10. กระบวนการทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงกระบวนการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบเกี่ยวกับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังการทดลอง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

วิธีการศึกษาหาความรู้ความถนัดตนเองตามแนวของแบบเรียนโปรแกรม เคื่อนใจ ทองสรี (เคื่อนใจ ทองสรี, 2515 : 16) ได้ให้ความเห็นว่า " วิธีการศึกษาตามแนวของแบบเรียนโปรแกรมได้มีมาตั้งแต่สมัยโบราณ นับตั้งแต่สมัยของ Socrates ปรัชญาเมธีของกรีก เพราะมีการสอนแบบใช้วิธีตั้งคำถามและหาคำตอบโดยตนเอง ซึ่งคล้ายกับแบบเรียนโปรแกรม แต่การสอนด้วยวิธีนี้ในสมัยโบราณยังไม่ได้นำเอาวิชาการหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาใช้ จึงเป็นวิธีสอนที่เผลอตามสมควร ต่อมาเมื่อประมาณ 500 ปีมาแล้ว Comenius ได้พยายามหาทางที่จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนมากที่สุดและใช้ครูสอนน้อยที่สุด ซึ่งก็ได้เป็นนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายคน เช่น Pavlov, Thorndike ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ ทฤษฎีของการเร้าและการตอบสนอง อันถือเป็นพื้นฐานของการเรียนการสอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม "

อุทม มุงกะหม (อุทม มุงกะหม, 2513 : 1) ได้กล่าวว่าวิธีสอนแบบโปรแกรมเป็นวิธีสอนชนิดหนึ่งซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนจากโปรแกรมความตนเอง เป็นส่วนใหญ่ ครูเป็นเพียงผู้แนะและสอนสิ่งซึ่งใช้วิธีสอนแบบโปรแกรมไม่บังเกิดผลเท่าไร คำสอนในโปรแกรมนั้นจัดให้เป็นรูปของคำถามสำหรับให้นักเรียนตอบ แต่ละข้อเป็นขั้น (Step) อย่างละเอียดละออ กคำถามคำถามแต่ละข้อเรียกว่า กรอบ (Frame) โปรแกรมที่สร้างขึ้นโดยทั่วไปมี 2 แบบคือ แบบที่ใช้กับเครื่องสอน (Teaching Machines) กับแบบที่พิมพ์เป็นเล่มหนังสือ เรียกว่า แบบเรียนในรูปโปรแกรม (Programmed Textbook)

เปรี๊ญ กุญท์ (เปรี๊ญ กุญท์, 2516 : 1) ได้กล่าวถึงลักษณะของการสอนแบบโปรแกรมว่า " การสอนแบบโปรแกรมหมายถึงการลำดับประสบการณ์ที่จัดวางไว้สำหรับนำผู้เรียนไปสู่ความสามารถโดยอาศัยหลักความสัมพันธ์ของสิ่งเร้ากับการตอบสนอง "

แต่ ประทีป สยามชัย (ประทีป สยามชัย, 2510 : 228) กล่าวว่าการสอนแบบโปรแกรมยังเป็นของใหม่สำหรับประเทศไทย ซึ่งถ้าหากได้นำเอาวิธีสอนแบบนี้เข้าใช้ในโรงเรียนก็จะช่วยให้นักเรียนของไทยเจริญก้าวหน้ายิ่งขึ้น

ลักษณะของการสอนแบบโปรแกรม

ฟราย (Fry, 1963 : 2) ได้กล่าวถึงลักษณะของการสอนแบบโปรแกรมไว้ดังนี้

1. เนื้อหาวิชาได้ถูกแบ่งออกเป็นหน่วยเล็กๆ เรียกว่า กรณ (Frame) ซึ่งกรณเหล่านี้มีขนาดต่างๆ กันตั้งแต่หนึ่งประโยคจนถึงกณ (Paragraph)
2. ภายในแต่ละกรณจะขอให้นักเรียนป้อนการตอบสนอง (Response) เช่น ตอบคำถามหรือเติมข้อความลงในช่องว่าง ทำให้นักเรียนแต่ละคนได้มีส่วนร่วมในการเรียน กิจกรรมต่างๆ ที่ให้นักเรียนทำก็เพื่อให้ได้ความเข้าใจในเนื้อหา
3. นักเรียนได้รับการเสริมแรงแบบทันทันที (Immediate Feedback Reinforcement) คือจะไ้ทราบค่ากณทันที ซึ่งถ้าเขาตอบถูกก็จะเป็นการให้รางวัลหรือเป็นการเสริมแรง แต่ถ้าตอบผิดก็จะแสดงความเข้าใจที่ผิดให้ทันที
4. หน่วยต่างๆ ได้ถูกจัดเรียงเป็นลำดับต่อเนื่องกันไป เนื่องจากเนื้อหาได้ถูกแบ่งออกเป็นหน่วยเล็กๆ ผู้เขียนโปรแกรมจึงต้องพิจารณาว่ากรณเกี่ยวกับลำดับขั้นของการเรียนรู ผลก็คือทำให้ลำดับขั้นของการนำเสนอายบทการเข้าใจยิ่งขึ้น
5. โปรแกรมฝึกนักเรียนเป็นศูนย์กลาง คือโปรแกรมแต่ละเรื่องที่จะเขียนขึ้นจะคงไว้หน้าไปตลอดกับนักเรียนจำนวนหนึ่ง เพื่อหาข้อบกพร่องและปรับปรุงส่วนที่เป็นปัญหารวมทั้งเชื่อแนวการสอนที่นักเรียนได้ผลความรู้ความหมาย แล้วจึงนำออกใช้
6. โดยปกตินักเรียนมีอิสระที่จะเรียนไปตามอัตราเร็วในการเรียนของตนเอง ไม่ขึ้นกับคนอื่น

สุภา ภูงกกุล (ศึกษาศิลปะ การทรวง, 2515 : 161 - 162) ได้กล่าวถึงลักษณะของการสอนแบบโปรแกรมไว้ในประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษาว่ามีลักษณะ 3 ประการดังนี้

1. จัดแบบบทเรียนและให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับบทเรียนหลายๆ ข้อ
2. มีวิธีทราบดีตั้งแต่ต้นที่ว่าคำตอบของกณถูกหรือผิด
3. ให้นักเรียนมีโอกาสเรียนด้วยตนเอง และเวลาสำหรับเรียนบทเรียนหนึ่งๆ ขึ้นอยู่

กับสติปัญญาความสามารถของนักเรียนแต่ละคน

การเปรียบเทียบการสอนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติของครู

การวิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบการสอนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติของครู มีมากและทำกันในหลายสาขาวิชา เช่น

คัทตัน (Dutton, 1963 : 2382 - ๓) ได้วิจัยเปรียบเทียบการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ เกรด 4 โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติของครู เสนอเป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก (Ed.D.) ต่อมหาวิทยาลัยเวอร์จิเนีย ในปี ค.ศ. 1963 คัทตันได้สร้างแบบเรียนโปรแกรมเรื่อง แสง เสียง และความร้อน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนเกรด 4 จำนวน ๑๑๑ คน ของโรงเรียนประถมศึกษาในรัฐเวอร์จิเนีย และแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

กลุ่มทดลอง สอนด้วยแบบเรียนโปรแกรม

กลุ่มควบคุม สอนด้วยวิธีสอนตามปกติ

ทั้งสองกลุ่มสอนในเนื้อหาเดียวกัน เป็นเวลา 5 สัปดาห์ แล้ววัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลปรากฏว่า

1. กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ
2. ทั้งครูและนักเรียนรู้สึกพอใจที่จะใช้แบบเรียนโปรแกรมในการเรียนมาก
3. นักเรียนแต่ละคนมีอัตราการเรียนได้เร็วช้าแตกต่างกัน และต้องการ

ความช่วยเหลือจากครูน้อยลง

4. นักเรียนที่เรียนจากโปรแกรมสามารถดำเนินการทดลองได้ด้วยตนเองโดยมีครูคอยแนะนำเพียงเล็กน้อย

5. การสอนแบบโปรแกรมจะช่วยสร้างสังกัดทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าการสอนตามปกติของครู

มอส (Moses, 1965 : 5793 - ๔) ได้วิจัยเกี่ยวกับการใช้แบบเรียนโปรแกรมโดยตั้งเป็นหัวข้อการวิจัยว่า " การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดย

วิธีเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนทางปกติในวิชาพีชคณิตระดับอุดมศึกษาปีที่ 1 " เสนอเป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก (Ed. D.) มหาวิทยาลัยฮุสตัน เมื่อปี ค.ศ. 1965 โดยนักศึกษานักเรียนดังนี้

กลุ่มทดลอง 73 คน สอนด้วยแบบเรียนโปรแกรม

กลุ่มควบคุม 58 คน สอนด้วยวิธีสอนปกติ

ทั้งสองกลุ่มสอนในเรื่องเดียวกันเกี่ยวกับความถี่และหารของวงเวียน เมื่อเรียนจบก็ทำเอาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่นักเรียนที่เรียนอ่อนไม่สามารถใช้แบบเรียนโปรแกรมได้

มอริเบอร์ (Moriber, 1969 : 214 - 216) ได้วิจัยเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์เรื่องเกี่ยวกับ ทฤษฎีอะตอมและพันธะเคมี โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติของครู ใช้กลุ่มนักเรียนจำนวน 120 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม

กลุ่มควบคุม สอนโดยวิธีปกติ

ทั้งสองกลุ่มสอนในเรื่องเดียวกัน เป็นเวลา 3 สัปดาห์ เมื่อสอนจบก็เอาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

ไวท์ (White, 1970 : 3373 - A) ได้ศึกษาการใช้แบบเรียนโปรแกรมโดยทั้งเป็นหัวข้อการวิจัยว่า " การใช้แบบเรียนโปรแกรมเพื่อปรับปรุงการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับวิทยาลัย " เสนอเป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก (Ed. D.) มหาวิทยาลัยยูทาห์ เมื่อปี ค.ศ. 1969 ไวท์ได้แบ่งนิสิตในมหาวิทยาลัยซึ่งมีพื้นฐานวิชาคณิตศาสตร์ออกมาตั้งแต่สมัยมัธยมศึกษา ออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

กลุ่มทดลอง สอนด้วยแบบเรียนโปรแกรม

กลุ่มควบคุม สอนด้วยวิธีปกติ

ทั้งสองกลุ่มพบทวนวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องเดียวกัน เมื่อสอนจบก็ทำเอาผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถทางคำนวณดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แต่ทางการการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

นิกร วรวิทย์ (นิกร วรวิทย์, 2515 : 53) ได้วิจัยเกี่ยวกับการทดลองใช้แบบเรียนโปรแกรมสอนการสะกดคำภาษาอังกฤษในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มที่เรียนจากโปรแกรมแบบบอกคำศัพท์ทันทีกับกลุ่มที่เรียนจากโปรแกรมแบบบอกคำเฉลยล่าช้า ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

ปรีชา คุณวัชสี (ปรีชา คุณวัชสี, 2515 : 25) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษา 5 โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ในเนื้อหาความรอบรู้ แสง และเสียง เสนอเป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทที่มหาวิทยาลัยวิชาการศึกษา ปีการศึกษา 2515 โดยจัดแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

กลุ่มทดลอง 35 คน สอนด้วยแบบเรียนโปรแกรม

กลุ่มควบคุม 35 คน สอนด้วยวิธีปกติ

ทั้งสองกลุ่มสอนในเนื้อหาเดียวกัน ใช้เวลาในการเรียนการสอน 12 ชั่วโมง เมื่อจบเนื้อหาถึงกล่าวแล้วก็นำเอาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

วรรณา เข้มทะวงษ์ (วรรณา เข้มทะวงษ์, 2515 : 40) ได้ทดลองใช้แบบเรียนโปรแกรมวิชาเลขคณิตสอนนักเรียนชั้นประถมศึกษา 5 เปรียบเทียบกับการสอนโดยวิธีปกติ เสนอเป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทที่มหาวิทยาลัยวิชาการศึกษา ปีการศึกษา 2515 โดยจัดแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

กลุ่มทดลอง 37 คน สอนด้วยแบบเรียนโปรแกรม

กลุ่มควบคุม 37 คน สอนด้วยวิธีปกติ

ทั้งสองกลุ่มสอนในเนื้อหาเดียวกัน เมื่อจบเนื้อหาก็ให้นำเอาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาเปรียบเทียบกัน ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ผู้วิจัยพบว่า เมื่อสอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมจะทำให้ผู้เรียนมีเวลาว่างสำหรับ

ทำกิจกรรมอื่น และง่ายต่อการควบคุมขึ้น

บรรชา รัตนชัย (บรรชา รัตนชัย, 2516 : 38) ได้ศึกษาการสร้างและการทดลองใช้แบบ เรียนโปรแกรมสอนวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบเป็นวิทยานิพนธ์ วิทยานิพนธ์โทของวิทยาลัยวิชาการศึกษา ปีการศึกษา 2516 โดยจัดแบ่งนักเรียน ออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

กลุ่มทดลอง 40 คน สอนด้วยแบบ เรียนโปรแกรม

กลุ่มควบคุม 43 คน สอนด้วยวิธีปกติ

ทั้งสองกลุ่มสอนใน เนื้อหาเดียวกัน กลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนโรงเรียนสาธิตโรงเรียนราษฎร์ กลุ่มควบคุม เป็นนักเรียนโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย เมื่อสอนจบ เนื้อหาทั้งสองก็นำเอา ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากรายงานที่กล่าวมาทั้งหมดนี้จะเห็นได้ว่า วิธีสอนด้วยแบบ เรียนโปรแกรม มีผลดีว่าการ เรียนการสอนไปน้อยเลย ถึงแม้จะใช้เวลาในการป้อนว่าวิธีสอนด้วยแบบ เรียนโปรแกรมจะทำให้ ผู้เรียนได้ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนสูงกว่าวิธีสอนตามปกติแน่นอนก็ตาม แต่วิธีสอนด้วยแบบ เรียนโปรแกรมก็มีผลดีในด้านการประหยัดเวลาเรียนของผู้เรียน และประหยัดเวลาในการสอนของครูลงไปด้วยแน่นอน จึงควรได้มีการ เผยแพร่วิธีการ วิธีสร้างแบบ เรียน มีการทดลอง แล้วนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการจัดการศึกษาของชาติต่อไป

วิธีดำเนินการ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. สร้างแบบเรียนโปรแกรม

1 ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง งาน กำลัง และ เสี่ยง มาดำเนินการ
แบบเรียนโปรแกรมสำหรับการทดลอง เพราะนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างไม่เคยเรียนเรื่องนี้
มาก่อน

2 เมื่อได้คัดเลือกเนื้อหาแล้ว ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาอย่างละเอียดจากแบบเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของกระทรวงศึกษาธิการ (ศึกษาธิการ กระทรวง,
2506 : 73 - 116) และแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของ
ประชุมสุข อ้าวอ้าว (ประชุมสุข อ้าวอ้าว, 2515 : 106 - 278) แล้วจึง
เรียบเรียงแบบเรียนโปรแกรม

3 กติกาที่จะนำแบบเรียนโปรแกรมไปทดลองใช้จริง ผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้กับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนนายร้อยตำรวจ อำเภอ อำนาจเจริญ
จังหวัด อุบลราชธานี ซึ่งไม่เคยเรียนเรื่องนี้มาก่อน จำนวน 90 คน โดยแยกดำเนินการ
เป็น 2 ครั้งๆละ 45 คน ทำการสังเกตเวลาที่ใช้ในการอ่านและว่าจำนวนครั้งที่นักเรียน
เคยฝึก เพื่อจะได้้นำมาปรับปรุงก่อนที่จะนำไปใช้อีกครั้ง โดยยึดหลักเกณฑ์ของการเขียน
แบบเรียนโปรแกรมที่ดีของอุบล มุง เกษม (อุบล มุง เกษม, 2513 : 25) คือ

- ก. ให้นักเรียนทดลองแรกได้ถูกต้อง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียน
- ข. ให้นักเรียนเรียนรู้อีกซ้ำจากซ้ายไปขวา
- ค. ให้นักเรียนทดลองได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ และผิดไม่เกิน 5 %

หลังจากที่ได้ทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขแล้ว ผู้วิจัยได้จัดทำแบบเรียนโปรแกรม
ฉบับใหม่เพื่อใช้ในการสอนจริง

2. สร้างแบบทดสอบ

ก. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ก่อนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบที่ได้จากหนังสือเทคนิคการวัดผลของ ชวาล แพทย์กุล (ชวาล แพทย์กุล, 2516 : 110 - 273) และจากหนังสือวิธีสร้างและวิเคราะห์ข้อสอบของ วิเชียร เกตุสิงห์ (วิเชียร เกตุสิงห์, 2515 : 20 - 73) แล้วลงมือสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง งาน กำลัง และเสียด เป็นแบบปรนัยมี 4 กวเลือก จำนวน 60 ข้อ แล้วนำไปทดลองร่วมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนกวิทยาศาสตร์ ของโรงเรียน บัณฑิตวิทยาคม อำเภอ เปือย จังหวัด ยโสธร จำนวน 90 คน เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อสอบตามหลักคักกลุ่ม 27 % เป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ หาก P_H และ P_L เปิดตารางค่าเรีวรูปของ รุง เทห์พาน (Chung -- Teh Fan, 1952 : 6 - 32) เพื่อหา P และความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบทุกข้อ โดยถือค่า P ระหว่าง .20 - .80 และค่า r ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ตามหลักการวัดผลการศึกษาของวิเชียร เกตุสิงห์ (วิเชียร เกตุสิงห์, 2516 : 71 - 89) ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ก.

ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ คำนวณโดยใช้สูตรของ กูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.9417 ซึ่งนับว่ามีความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์สูง ในการนำเอาแบบทดสอบไปใช้ในการทดลองจริงนั้น ผู้วิจัยได้เลือกเอาเพียงข้อที่ 50 ข้อเท่านั้น

ข. แบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาแบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ภูวนางก์ วิสุทธิแพทย์ ทำไว้ในปริญญาานิพนธ์เรื่อง "การประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์บางประการของนักเรียนระดับประโยคมัธยมศึกษาตอนต้น (มศ.3) ในโรงเรียนรัฐบาล จังหวัดพระนคร ปีการศึกษา 2512" ที่เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา เมื่อ พ.ศ. 2513 มาใช้ในการทดลองครั้งนี้

3. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2517 ของโรงเรียนสมุทรปราการ อำเภอ เมือง จังหวัด สมุทรปราการ จำนวน 48 คน เป็นชาย 48 คน เป็นหญิง - คน

กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 48 คนนี้ ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มละ 24 คน เท่าๆกัน และให้ทั้งสองกลุ่มมีความสามารถเท่าๆกัน (Equated grouping) โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่าง (Random Sampling) เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม

ก่อนลงมือสอน ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบ เพื่อวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานของนักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้ว่าแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง งาน กำลัง และเสียง ที่โครงสร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ทำการทดสอบแล้วมาหาค่าคะแนนเฉลี่ยและทดสอบความแตกต่าง ดังแสดงไว้ในตาราง 1

ตาราง 1 เปรียบเทียบคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนการ เรียนรู้ของนักเรียน
ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	s^2	t	P
กลุ่มทดลอง	24	19.3333	9.7538	0.0463	> .05
กลุ่มควบคุม	24	19.2917	9.6504		

จากตาราง 1. แสดงให้เห็นว่า รายเฉลี่ยของคะแนนมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน ปรากฏว่านักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความรู้พื้นฐานในเนื้อหาวิชาที่ทำการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05 นั่นคือ ก่อนการทดลองกลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีความรู้พื้นฐานในเนื้อหาวิชาที่ทำการทดลอง เท่าๆกัน

4. การดำเนินการทดลอง ✓

ในการทดลองผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างทั้ง 48 คน ออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งปีกลุ่มทดลอง 24 คน กลุ่มควบคุม 24 คน โดยให้แต่ละกลุ่มมีความสามารถเฉลี่ยเท่ากัน (Equate grouping)
2. ทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มเพื่อวัดความรู้พื้นฐานในเนื้อหาที่จะเรียน
3. ดำเนินการสอนแก่กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เวลาของการสอนเท่ากันเป็นเวลา 10 วันๆละ 1 ชั่วโมง เนื้อหาวิชาในขอบเขตเดียวกันและให้ทำแบบฝึกหัดพัฒนาความรู้เหมือนกัน แต่วิธีการสอนต่างกันดังนี้

ก. กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมโดยดำเนินการดังนี้

(1) อธิบายการใช้แบบเรียนโปรแกรมโดยใช้ " คำแนะนำการเรียนด้วยแบบเรียนโปรแกรม "

(2) เมื่อนักเรียนเข้าใจการใช้แบบเรียนโปรแกรมดีแล้ว ก็ให้นักเรียนเริ่มเรียนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์จากแบบเรียนโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

(3) ผู้วิจัยควบคุมชั้นอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนเมื่อเกิดมีปัญหาคือเป็นรายบุคคล

ข. กลุ่มควบคุม สอนโดยวิธีบรรยาย สาธิต และอภิปรายประกอบทัศนวัสดุอื่นๆที่ใช้ในแบบเรียนโปรแกรม

4. ในการสอน ผู้วิจัยดำเนินการสอนกลุ่มทดลองด้วยตนเอง สำหรับกลุ่มควบคุมให้ครูวิทยาศาสตร์ดำเนินการสอนเอง

5. การทดสอบ ✓

1. ทดสอบก่อนการทดลอง (Pre - test) เพื่อวัดความรู้พื้นฐานก่อนการเรียนรูของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

2. ทดสอบในชั่วโมงถัดไปหลังจากที่ได้เรียนรู้เนื้อหาทั้ง 3 เรื่องแล้ว (Post - test) เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเอาข้อมูลที่ได้อจากการทดลองไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติต่างๆ ดังนี้

1. รายเฉลี่ยของคะแนน จำนวนจากสูตร

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

$\bar{X}$ = รายเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนน

N = จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

2. ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) จำนวนจากสูตร

$$s = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

s = ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนน

$\sum X^2$ = ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N = จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนระหว่างกลุ่มสองกลุ่ม โดยใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(N_1 - 1)s_1^2 + (N_2 - 1)s_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \left[\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right]}}$$

$\bar{X}_1$ = รายเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มที่ 1

- $\bar{x}_2 =$ รายเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มที่ 2
 $s^2 =$ ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มที่ 1
 $s_2^2 =$ ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มที่ 2
 $N_1 =$ จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ 1
 $N_2 =$ จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ 2

4. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนในกลุ่มเดียวกัน โดยใช้สูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N - 1}}}$$

- $\sum D =$ ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบทั้งสองครั้ง
 ที่นำมาเปรียบเทียบกัน เป็นรายบุคคล
 $\sum D^2 =$ ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบทั้งสองครั้ง
 ที่นำมาเปรียบเทียบกัน เป็นรายบุคคลแต่ละตัวยกกำลังสอง
 $N =$ จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

5. การหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร

$$r_{tt} = \frac{ns^2 - \bar{x}(n - \bar{x})}{s^2(n - 1)}$$

- $r_{tt} =$ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 $\bar{x} =$ รายเฉลี่ยของคะแนน
 $n =$ จำนวนข้อคำถาม
 $s^2 =$ ความแปรปรวนของคะแนนจากการทดสอบ

ผลการทดลอง

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองและแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ของข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ต่างๆในการวิเคราะห์ดังนี้

- N = จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
 $\bar{X}$ = รายเฉลี่ยของคะแนน
 s^2 = ความแปรปรวนของคะแนน
 s = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
 t = ค่าอัตราส่วนนัยสำคัญทางสถิติ
 P = ระดับความเชื่อมั่น

การเปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐาน

ก่อนการทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบ เพื่อวัดความรู้พื้นฐานในเนื้อหาวิชาที่ทำการทดลองของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมว่าแตกต่างกันหรือไม่ ผลการวิเคราะห์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2. ความแตกต่างของคะแนนความรู้พื้นฐานระหว่างนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	s^2	t	P
กลุ่มทดลอง	24	19.3333	9.7538	0.0463	>.05
กลุ่มควบคุม	24	19.2917	9.6504		

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่า รายเฉลี่ยของคะแนนมีค่าใกล้เคียงกัน เพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน ปรากฏว่านักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความรู้พื้นฐานในเนื้อหาวิชา ที่ทำการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05 นั่นคือ ก่อนทำการทดลองกลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีความรู้พื้นฐานในเนื้อหาวิชาที่ทำการทดลองติดเทียมกัน

การเปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

หลังจากกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง เรียนรู้ เนื้อหาวิชาที่ทำการทดลองจบแล้ว ผู้วิจัย ได้ทำการทดสอบ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของทั้งสองกลุ่ม แล้วนำคะแนนมาเปรียบเทียบ กับคะแนนความรู้พื้นฐาน ผลของการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนความรู้พื้นฐาน กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของกลุ่มทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความแตกต่างระหว่างคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลอง

คะแนน	N	$\bar{x}$	s^2	t	P
ความรู้พื้นฐาน	24	19.3333	9.7538	12.8769**	<.01
ผลสัมฤทธิ์	24	34.5417	24.5199		

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ .01 $df = 23$, $t = 2.81$

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า รายเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน สูงกว่ารายเฉลี่ยของคะแนนความรู้พื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 นั่นคือ นักเรียนในกลุ่มทดลองสามารถเรียนรู้ได้จากแบบเรียนโปรแกรม

ส่วนผลของการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของกลุ่มควบคุมได้แสดงไว้ในตาราง 4

ตารางที่ 4 ความแตกต่างระหว่างคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มควบคุม

คะแนน	N	$\bar{X}$	s^2	t	P
ความรู้พื้นฐาน	24	19.2917	9.6504	5.6788**	<.01
ผลสัมฤทธิ์	24	25.7500	22.1957		

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ .01, $df = 23$, $t = 2.81$

จากการตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า รายเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงกว่ารายเฉลี่ยของคะแนนความรู้พื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 นั่นคือ นักเรียนในกลุ่มควบคุมสามารถเรียนรู้ไวกว่าการสอนปกติของครู

การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยได้นำผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาความแตกต่าง ผลของการวิเคราะห์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนระหว่างนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	s^2	t	P
กลุ่มทดลอง	24	34.5417	24.5199	6.3090**	< .05
กลุ่มควบคุม	24	25.7500	22.1957		

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ .05 $df = 46$, $t = 2.0147$

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า รายเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองสูงกว่ารายเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05 นั่นคือ การสอนโดยการให้แบบเรียนโปรแกรมทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการสอนตามปกติของครู

การเปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เพื่อเปรียบเทียบคะแนนระหว่างการทดสอบครั้งแรก (Pre - test) กับการทดสอบครั้งหลัง (Post - test) ผลการวิเคราะห์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 6 และตารางที่ 7

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ในกลุ่มทดลอง

คะแนน	N	$\bar{X}$	s^2	t	P
การทดสอบครั้งแรก	24	48.7083	32.1286	2.4251**	< .05
การทดสอบครั้งหลัง	24	51.3375	49.2936		

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ .05 $df = 23$, $t = 2.069$

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า รายเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ หลังจากการ เรียนรู้สูงกว่ารายเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนการ เรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05 นั่นคือ การสอนโดยใช้แบบเรียน โปรแกรมหัวใจ นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าเดิม

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ในกลุ่มควบคุม

คะแนน	N	$\bar{X}$	s^2	t	P
การทดสอบครั้งแรก	24	47.9167	16.6504	2.7227**	< .05
การทดสอบครั้งหลัง	24	51.2083	46.5199		

** แยกต่างกันในระดับนัยสำคัญ .05 $df = 23$, $t = 2.069$

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่า รายเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์หลังจากการ เรียนรูสูงกว่ารายเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนการ เรียนรูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05 นั่นคือ การสอนตามปกติของครูทำให้ นักเรียนในกลุ่มควบคุมมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่า เติม

สรุปผลการทดลอง

1. ผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่สอนโดยใช้แบบ เรียนโปรแกรมสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้วิธีสอนตามปกติของครู
2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนจากแบบ เรียนโปรแกรมกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนจากการสอนตามปกติของครู มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่า เติม

อภิปรายผลของการก่นกวาและขอเสนอแนะ

อภิปรายผลของการก่นกวา

การทดลอง เปรียบ เติบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์บางหัวข้อ ในระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใ้แบบ เรียบโปรแกรมกับการสอนตามปกติของครูครั้งนี้ ใ้เนื้อหา
วิชาฟิสิกส์ เพียงบางวนก้กลับตัวอย่างว่านวนนอย ผลของการก่นกวาจึงว่าักอญเฉพาะ
กับการทดลองในครั้งนีเ้านั้น ซึ่งจากการทดลองได้คปรากฏดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ในการ เรียบวิชาวิทยาศาสตร์ของนัก เรียบกลุ่มที่สอนโดยใ้
แบบ เรียบโปรแกรมสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใ้วิธีสอนตามปกติของครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นัก เรียบกลุ่มที่เรียบวากแบบ เรียบโปรแกรมกับนัก เรียบกลุ่มที่เรียบวากการจอน
ตามปกติของครู มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่า เกินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะแบบ เรียบโปรแกรมมีลักษณะคล้าย
แบบ เรียบที่ใ้กันอญโดยปกติ แต่อนุหาภายในใ้รับการ แลกยอยและวัดค่าคัมขึ้นจากสิ่ง
ที่ง่ายไปหาสิ่งที่ยากทีละนอยๆ ทำใ้ให้นัก เรียบจามารถ เรียบรูควยคน เองโดยศึกษาไปหาบ
ค่าคัมชั้นและปฏิบัติคากว่าแนะนำที่กำหนดไว้ใ้ในแบบ เรียบ อีกทั้งการสอนแบบนี้ใ้เมีอเทกัย
การสอนนัก เรียบเป็นรายบุคคล ซึ่งสามารถแก้ปัญหา เรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล
ของนัก เรียบได้เป็นอย่างดี แบบ เรียบโปรแกรมจึงสามารถใ้สอดวิชาวิทยาศาสตร์ใ้ค้กว่า
การสอนตามปกติของครู

วากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสัง เกต เห็นว่า การสอนโดยใ้แบบ เรียบโปรแกรม
มีข้อก้กักต่อไปนี้

1. นัก เรียบมีความกระตือรือร้นก่อวิธีการ เรียบแบบใหม่ สัง เกตใ้วากการที่
นัก เรียบไม่ใ้การขาด เรียบก่อกระยะ เวลาของการทดลอง และสัง เกตใ้วากการ เอาใ้ใจใ้
ใ้ในการ เรียบ เป็นพิเศษและแ่ล่งความก่อการที่ใ้จะ เรียบรูควยวิธีการนี้ ใ้ทนานบ่ขึ้นอีก

ความกระตือรือร้น เช่นนี้ ย่อมส่งผลทำให้ นักเรียน เรียนรู้ความรวดเร็ว และไม่เมื่อยหน่าย ในการเรียน ซึ่งจะมีผลไปถึงการ เรียนรู้และการ วาดำให้ได้รับผลดีตามไปด้วย

2. นักเรียนต้องรับผิดชอบในการ เรียนของตนเอง และคงปฏิบัติตามคำสั่ง ของแบบเรียน นับ เป็นการฝึกนิสัยให้ นักเรียนมีความรับผิดชอบ และรับผิดชอบตนเองไปในตัว

3. การ เรียนรู้จากแบบ เรียนโปรแกรม เป็นไปอย่างรวดเร็วของนักเรียน แต่ละคน นักเรียนบางคนใช้เวลาในการ เรียนน้อยกว่าปกติ ทำให้มีเวลาว่างที่จะพัฒนา เนื้อหาและต้องการความช่วยเหลือจากครูน้อยลง

4. ง่ายต่อการควบคุมชั้น เพราะนักเรียนต่างคนต่างเรียน ไม่มีการรบกวนสมาธิ ของคนอื่น

5. ผู้สอนมีเวลาว่างสำหรับทำกิจกรรมอื่น เพื่อเพิ่มพูนประสิทธิภาพทางการสอน และมีโอกาสช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนช้าได้มากขึ้นโดยที่ไปทำให้นักเรียนที่เรียน เก่งคอย เสียเวลา

จากผลการทดลองที่นักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนสูงกว่านักเรียน ในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติชี้ให้เห็นว่า แบบเรียนโปรแกรมสามารถทำให้ ผู้เรียน เกิดการ เรียนรู้ได้เร็วกว่าการสอนแบบปกติของครู อันเป็นการยืนยันว่า แบบเรียนโปรแกรมสามารถให้สอนแทนครูได้โดยไม่ทำให้ ประสิทธิภาพในการ เรียนค่อยลง

ข้อเสนอแนะ

ความที่แบบ เรียนโปรแกรมสามารถทำให้ ผู้เรียน เรียนรู้ได้เร็วกว่าที่เรียนจาก การสอนแบบปกติของครู จึงควรส่งเสริมให้มีการผลิต การใช้ ตลอดจนการวิจัยเกี่ยวกับ แบบเรียนโปรแกรมให้แพร่หลายและกว้างขวางยิ่งขึ้น เพื่อประโยชน์ในการ ปรับปรุงการสอน ในวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาต่างๆให้มีประสิทธิภาพ ข้อเสนอแนะที่ผู้วิจัยจะกล่าวต่อไป คงจะเป็นประโยชน์ต่อแนวทางการ ปรับปรุงวิธีสอนวิทยาศาสตร์หรือวิชาอื่น กับทั้ง เป็น ประโยชน์แก่การศึกษาคนทั่วๆ เกี่ยวกับวิธีสอนแบบ เรียนโปรแกรมบางตามสมควร

ก. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ครูและผู้บริหารการศึกษาควรตระหนักว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จากสิ่งที่ไม่บอกเห็นจากการสอนตามปกติของครู โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใจแบบ เรียนโปรแกรม
2. ควรจะได้มีการศึกษาเรื่องนี้อย่างกว้างขวาง และเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับสภาพของประเทศ โดยมากยิ่งขึ้น
3. มหาวิทยาลัยและวิทยาลัยควรมีความสนใจในการเผยแพร่การผลิต การใจ ตลอดจนการทบทวนวิจัย เกี่ยวกับแบบ เรียนโปรแกรม และให้ความร่วมมือกับกระทรวงศึกษาธิการ และหน่วยงานในสังกัด เพื่อเผยแพร่วิธีสอนแบบนี้ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

ข. ข้อเสนอแนะ เพื่อการวิจัยต่อไป

1. ควรจะได้มีการศึกษาเปรียบเทียบ ผลการสอนโดยการใจแบบ เรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติของครูในวิชาต่าง ๆ ที่มีความคล้ายกันในทุกระยะของการศึกษา โดยใช้เนื้อหาและเวลาทดลองให้มากที่สุดสมควร เพื่อจะได้ผลการทดลองที่ถูกต้องและเห็นได้ชัดแจ้งยิ่งขึ้น
2. ควรจะได้มีการทดลองเปรียบเทียบ ผลการสอนโดยการใจแบบ เรียนโปรแกรมกับการสอนโดยวิธีอื่น ๆ เช่น การสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Method)
3. ควรจะมีการศึกษาผลของการใจแบบ เรียนโปรแกรมกับนักเรียนที่ระดับความสามารถต่าง ๆ เพื่อจะเห็นว่านักเรียนประเภทใดที่ได้รับผลจากการสอนแบบนี้มากที่สุด
4. ควรศึกษาว่า เมื่อสอนโดยใจแบบ เรียนโปรแกรมแล้ว นักเรียนสามารถจะหาเนื้อหาวิชาใหม่มาช่วยได้อย่างไร
5. ผู้ที่จะทำการวิจัยโดยการใจแบบ เรียนโปรแกรม ควรจะศึกษาว่า เมื่อสอนโดยใจแบบ เรียนโปรแกรมแล้ว นักเรียนมีความพอใจและมีทักษะในการแก้ไขปัญหาได้อย่างไร
6. ควรศึกษาว่า มีองค์ประกอบอะไรบ้างที่จะช่วยให้การสอนด้วยแบบ เรียน

โปรแกรมที่ได้รับผลดี เช่น เทคนิคในการเสนอข้อรับรู ลักษณะวิชา ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละครั้ง และบทบาทของครูในขณะใช้แบบเรียนโปรแกรม เป็นต้น

7. ผู้ที่จะทำการวิจัยโดยการใชแบบเรียนโปรแกรม ควรคำนึงถึงประสิทธิภาพของแบบเรียนที่ใช้ แบบเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นก่อนที่จะนำไปทดลองสอนจริง ควรได้มีการปรับปรุงแก้ไขกับนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่างๆ จนกว่าจะแน่ใจว่าแบบเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้น เป็นแบบเรียนโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพดีแล้วจึงนำไปทดลองใช้จริงได้

8. การวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนนั้น ควรได้มีข้อทดสอบวัดผลของความสามารถในด้านต่างๆ ที่นอกเหนือไปจากความรู้ เพื่อจะได้ทราบว่า การสอนโดยใชแบบเรียนโปรแกรมช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจ หรือวิเคราะห์ สังเคราะห์ได้ปานใด

9. นวัตกรรมสร้างแบบเรียนโปรแกรมแบบสาขา (Branching) ในเรื่องใดที่ทดลองนี้ แคว้นทดลองสอนเปรียบเทียบกับแบบเรียนโปรแกรมแบบตรง (Linear) ที่ได้สร้างขึ้นครั้งนี้

แบบเรียนโปรแกรมจัดเป็นเทคโนโลยีอย่างหนึ่งในทางการศึกษาที่กำลังเป็นเป้าหมาย
ในอันที่จะช่วยเพิ่มพูนประสิทธิภาพทางการศึกษา และช่วยปรับปรุงคุณภาพของการสอน
ของครูให้ดียิ่งขึ้น โปรแกรมประเภทแบบเรียนโปรแกรมเป็นสิ่งที่ได้รับการสนับสนุนให้ใช้กัน
อย่างกว้างขวาง เพราะได้กระทบถึงคุณภาพของแบบเรียนนี้ว่านอกจากจะสอดคล้องกับ
จิตวิทยาการ เรียนและช่วยในการ เรียนการ เรียน เป็นไปตามวิธีที่ทางแห่งประชาธิปไตยแล้ว
ยังช่วยแก้ปัญหาในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน และช่วยในการแก้ปัญหา
การขาดแคลนครูในโรงเรียน

กรมสามัญศึกษาผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์และร่างแบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์
ให้กับนักเรียนในโรงเรียนไทยวิทยาวารวระโกณเชียงใหม่ โดยทดลอง เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์
ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนจากแบบเรียน
โปรแกรมกับ เรียนจากการสอนตามปกติของครู โดยตั้ง สมมุติฐานในการวิจัยดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ใช้แบบเรียนโปรแกรม
จะสูงกว่ากลุ่มที่ใช้การสอนตามปกติของครู

2. ผลจากการทดสอบวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มทดลองและ
กลุ่มควบคุมหลังจากการเรียนรู้อาจจะสูงกว่าผลการ เรียน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยการร่างแบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง
งาน กำลัง และเวียง ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียน
สมุทรวิเศษ จังหวัตรบุรพการณนี้ แล้วปรับปรุงแก้ไขให้เป็นแบบเรียน ที่ศึกษาหลักเกณฑ์
ของการ เขียนแบบเรียนโปรแกรม เมื่อได้แบบเรียนที่เข้าทดลองจริงแล้ว จึงนำไป
ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสมุทรปราการ จังหวัตรบุรพการณ
ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2517 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลอง 24 คน
และกลุ่มควบคุม 24 คน จากนั้นโดยวิธีสังเกตตามปกติของครู

ผู้วิจัยดำเนินการที่สอนกลุ่มทดลองด้วยตนเอง และกลุ่มควบคุมครูวิทยาศาสตร์ดำเนินการสอนโดยใช่เนื้อหาวิชาเดียวกันและจำนวนชั่วโมงสอนเท่ากัน เป็นเวลากลุ่มละ 10 ชั่วโมง แล้วจึงทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง และทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบทดสอบวัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยจัดทำไว้ ในปริญาานิพนธ์เรื่อง " การประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์บางประการของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนรัฐบาล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 2512 " แล้วนำเอาข้อมูลต่างๆที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ $t - test$ ปรากฏผลดังนี้

✓ 1. รายเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองสูงกว่ารายเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช่แบบเรียนโปรแกรมมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนตามปกติของครู

✓ 2. รายเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์หลังจากการเรียนรู้นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมสูงกว่ารายเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าหลังจากการเรียนรู้นักเรียนที่เรียนโดยใช่แบบเรียนโปรแกรมกับนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามปกติของครูมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าเดิม

ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวแล้วข้างต้น ย่อมเป็นเครื่องยืนยันได้ว่าแบบเรียนโปรแกรมที่สามารถที่จะใช้แทนการสอนของครูตามแบบปกติได้อย่างแน่นอน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- จำนงค์ วิสุทธิแพทย์ การประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์บางประการของนักเรียน
ประถมศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น (มศ.3) ในโรงเรียนรัฐบาล ปีการศึกษา 2512
ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2513, 85 หน้า
- ชวาล แพทย์กุล เทคนิคการวัดผล โรงพิมพ์วัฒนาพานิช พ.ศ. 2516, 434 หน้า
- เคื่อนใจ ทองสัมริต แบบเรียนสำเร็จรูป เอกสารประกอบการเรียน คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2515, 121 หน้า
- นิกร วรวิทย์ การเปรียบเทียบผลการเรียนสะกดคำภาษาอังกฤษจากแบบเรียนโปรแกรม
ระหว่างแบบบอกคำกณฑ์กับแบบบอกคำกมลลาชาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2515, 87 หน้า
- บรรชา รักนวัช การร่างและทดลองใช้แบบเรียนโปรแกรมสอนวิชาเคมีในชั้นมัธยม
ศึกษาปีที่ 4 ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร
2516, 69 หน้า
- ประชุมสุข อามวอำรุง แบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พิมพ์ครั้งที่ 7
สำนักพิมพ์นิยมวิทยา พ.ศ. 2515, 510 หน้า
- ประทีป สยามชัย บทเรียนสำเร็จรูป ชุมทางวิชาการ กรมสามัญศึกษา กระทรวง
ศึกษาธิการ โรงพิมพ์คุรุสภา พระนคร 2515, 228 หน้า
- ปรีชา ภูวลี การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมปีที่ 5 โดยใช้
แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัย
วิชาการศึกษา ประสานมิตร 2515, 140 หน้า
- เป็รื่อง กุมุท การร่างแบบเรียนสำเร็จรูป พิมพ์โร เนียว 2516, 131 หน้า
- พิทักษ์ รักพลเดช นโยบายการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีเนติศึกษาการพิมพ์
พระนคร 2513, 74 หน้า

- พิทักษ์ รัชพลเดช พฤติกรรมวิทยาการศึกษากับการพัฒนาประเทศ สื่อกาการ์ 2514,
82 หน้า
- วรรณา เจียมทะวงษ์ การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาเลขคณิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ระหว่างการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ ปริญญาโท กศ.ม.
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2515, 71 หน้า
- วิเชียร เกตุสิงห์ คู่มือหลักการสร้างและการวิเคราะห์ข้อสอบ มงคลการพิมพ์
พ.ศ. 2515, 164 หน้า
- วิเชียร เกตุสิงห์ การวัดผลการศึกษาและสถิติเบื้องต้น สำนักงาน ก.พ. มงคลการพิมพ์
พ.ศ. 2516, 194 หน้า
- ฉวน สายยศ และ อังณา คันธิรัตนานนท์ สถิติวิทยาทางการศึกษา วัฒนาพานิช
พ.ศ. 2515, 276 หน้า
- ศึกษาธิการ, กระทรวง กรมวิชาการ แบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
พิมพ์ครั้งที่ 5 โรงพิมพ์คุรุสภา พ.ศ. 2506, 468 หน้า
- ศึกษาธิการ, กระทรวง กรมวิชาการ ประมวลบทความเกี่ยวกับพฤติกรรมและเทคโนโลยี
การศึกษา โรงพิมพ์คุรุสภาพระสุเมรุ พ.ศ. 2515, 242 หน้า
- สิงห์โต ปุกหุด อุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ประมวลความรู้เกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์
สาขาครูวิทยาศาสตร์ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
พ.ศ. 2499, 296 หน้า
- อุดม มุ่งเกษม การทดลองใช้เครื่องสอนประกอบการสอนวิชาภาษาอังกฤษในระดับชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 7 ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร
2513, 100 หน้า

Dutton, Sherman Sumpter, " An Experimental Study in the programming of Science Instruction for the Fourth Grade " Dissertation Abstracts, 24 : 2382 - A, December, 1963.

Fan, Chung - Teh, Item Analysis Table, Educational Testing Service, Princeton, New York, 1966, 32pp.

Ferguson, George A, Statistic Analysis in Psychology and Education, McGraw - Hill, New York, 1966, 446pp.

Fry, Edward B, Teaching Machines and Programmed Instruction , McGraw - Hill, Book Company, Inc, New York, 1963, 224pp.

Garrett, Henry E, statistics in Psychology and Education, Vakils, Feffer and Simons Private Ltd, 1966, 491pp.

Guilford, J.P., Fundamental Statistic in Psychology and Education, McGraw - Hill, Book Company, Inc, New York, 1965, 565pp.

Moriber, George, " The Effects of Programmed Instruction in a College Physical Science Course for Non - Science Student, " Journal of Research in Science Teaching, 6 : 214 - 216, No. 3, 1969.

✓ Moses, John Irvin, " A comparison of the Result of Achievement with Programmed Learning and Traditional Classroom Techniques in First year Algebra at Spring Branch Junior High School " Dissertation Abstracts, 25 : 5793 - A, April, 1965.

Schramm, Willbur, The Research on Programmed Instruction : An Annotated Bibliography, U.S.Dept. of Health Education and Welfare Washington, D.C., 1964, 114pp.

✓ White, Charless Colven, " The Use of Programmed Texts of Remedial Mathematic Instruction in College, " Dissertation Abstracts 30 : 3373 - A, February, 1970.

ពាក្យផ្សេងៗ

~

ภาคผนวก ก.
การวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

ข้อที่	P _H	P _L	P	r
1	.92	.62	.79	.42
2	.96	.44	.74	.64
3	.84	.52	.69	.37
4	.68	.24	.46	.44
5	.68	.32	.50	.36
6	.76	.40	.58	.37
7	.64	.40	.52	.24
8	.76	.28	.52	.48
9	.68	.12	.38	.58
10	.80	.24	.52	.56
11	.80	.44	.63	.38
12	.76	.52	.64	.26
13	.72	.16	.43	.56
14	.68	.40	.54	.29
15	.88	.44	.68	.49
16	.80	.20	.50	.59
17	.64	.32	.48	.32
18	.84	.36	.61	.50
19	.92	.56	.76	.47
20	.76	.40	.58	.37
21	.72	.20	.45	.52
22	.72	.32	.52	.40
23	.52	.12	.30	.46
24	.76	.56	.66	.22
25	.88	.48	.70	.46

ข้อที่	P _H	P _L	P	r
26	.72	.08	.37	.66
27	.88	.24	.58	.64
28	.92	.40	.69	.58
29	.76	.40	.58	.37
30	.80	.20	.50	.59
31	.80	.20	.50	.59
32	.84	.32	.59	.53
33	.88	.28	.60	.61
34	.76	.32	.54	.44
35	.88	.44	.68	.49
36	.56	.24	.40	.33
37	.76	.16	.45	.60
38	.68	.20	.43	.49
39	.52	.04	.24	.62
40	.88	.64	.77	.32
41	.80	.20	.50	.59
42	.64	.32	.48	.32
43	.88	.36	.64	.55
44	.76	.48	.62	.30
45	.80	.08	.42	.71
46	.80	.32	.57	.49
47	.72	.32	.52	.40
48	.64	.32	.48	.32
49	.88	.28	.60	.61
50	.80	.40	.61	.42

การหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

จากสูตร

$$r_{tt} = \frac{n S^2 - \bar{X}(n - \bar{X})}{S^2(n - 1)}$$

$$r_{tt} = \frac{50(93.83) - 41.21(50 - 41.21)}{(50 - 1)93.83}$$

$$= \frac{4691.5 - 41.21(8.79)}{49(93.83)}$$

$$= \frac{4691.5 - 362.24}{4597.67}$$

$$= \frac{4329.26}{4597.67}$$

$$= 0.9417$$

คะแนนจากการทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ครั้ง

กลุ่มทดลอง

เลขที่	X_1	X_2
1	24	30
2	22	32
3	21	30
4	24	37
5	19	40
6	23	36
7	21	38
8	22	40
9	14	37
10	14	26
11	18	30
12	23	30
13	19	32
14	15	40
15	16	35
16	16	35
17	18	36
18	20	34
19	20	43
20	20	38
21	16	26
22	16	37
23	22	26
24	21	41
Σ	464	829
$\bar{X}$	19.3333	34.5417
S^2	9.7538	24.5199

กลุ่มควบคุม

เลขที่	X_1	X_2
1	19	34
2	14	23
3	21	33
4	23	21
5	18	23
6	19	29
7	15	25
8	16	22
9	24	26
10	21	26
11	16	23
12	22	25
13	23	22
14	16	22
15	24	25
16	20	22
17	16	22
18	14	37
19	20	23
20	22	36
21	18	24
22	20	22
23	22	28
24	20	25
Σ	463	618
$\bar{X}$	19.2917	25.7500
S^2	9.6504	22.1957

หมายเหตุ

X_1 คะแนนความรู้พื้นฐาน

X_2 คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

การเปรียบเทียบคะแนนความรู้พื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

กลุ่มทดลอง

เลขที่	Pre	Post	D	D ²
1	24	30	6	36
2	22	32	10	100
3	21	30	9	81
4	24	37	13	169
5	19	40	21	441
6	23	36	13	169
7	21	38	17	289
8	22	40	18	324
9	14	37	23	529
10	14	26	12	144
11	18	30	12	144
12	23	30	7	49
13	19	32	13	169
14	15	40	25	625
15	16	35	19	361
16	16	35	19	361
17	18	36	18	324
18	20	34	14	196
19	19	43	23	529
20	20	38	18	324
21	16	26	10	100
22	16	37	21	441
23	22	26	4	16
24	21	41	20	400
Σ			365	6321

จากสูตร

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{(N - 1)}}} \\
 &= \frac{365}{\sqrt{\frac{24(6321) - (365)^2}{23}}} \\
 &= \frac{365}{\sqrt{803.4347}} \\
 &= \frac{365}{28.3484} \\
 &= 12.8769
 \end{aligned}$$

หมายเหตุ

Pre = คะแนนความรู้พื้นฐาน

Post = คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

D = ความแตกต่างของคะแนน
(Post - Pre)

การเปรียบเทียบคะแนนความรูพื้นฐานกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

กลุ่มควบคุม

เลขที่	Pre	Post	D	D ²
1	19	34	15	225
2	14	23	9	81
3	21	33	12	144
4	23	21	-2	4
5	18	23	5	25
6	19	29	10	100
7	15	25	10	100
8	16	22	6	36
9	24	26	2	4
10	21	26	5	25
11	16	23	7	49
12	22	25	3	9
13	23	22	-1	1
14	16	22	6	36
15	24	25	1	1
16	20	22	2	4
17	16	22	6	36
18	14	37	23	529
19	20	23	3	9
20	22	36	14	196
21	18	24	6	36
22	20	22	2	4
23	22	28	6	36
24	20	25	5	25
Σ			155	1715

จากสูตร

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}}$$

$$t = \frac{155}{\sqrt{\frac{24(1715) - (155)^2}{23}}}$$

$$= \frac{155}{\sqrt{745}}$$

$$= \frac{155}{27.2947}$$

$$= 5.6788$$

หมายเหตุ

pre = คะแนนความรูพื้นฐาน

post = คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

D = ความแตกต่างของคะแนน (Post - Pre)

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนใน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากสูตร

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(N_1-1)s_1^2 + (N_2-1)s_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \left[\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right]}} \\
 &= \frac{34.5417 - 25.7500}{\sqrt{\frac{23(24.5199) + 23(22.1957)}{46} \left[\frac{1}{24} + \frac{1}{24} \right]}} \\
 &= \frac{8.7917}{\sqrt{\frac{563.9577 + 510.5011}{46} \left[\frac{1}{12} \right]}} \\
 &= \frac{8.7917}{\sqrt{1.9465}} \\
 &= \frac{8.7917}{1.3951} \\
 &= 6.3090
 \end{aligned}$$

คะแนนจากการทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 2 ครั้ง

กลุ่มทดลอง

เลขที่	X_I	X_2
1	50	52
2	51	64
3	53	51
4	41	53
5	52	55
6	38	42
7	40	47
8	48	58
9	55	63
10	58	59
11	41	47
12	47	53
13	44	44
14	51	57
15	55	47
16	46	45
17	47	45
18	47	41
19	46	46
20	52	49
21	42	41
22	55	62
23	56	56
24	54	56
Σ	1169	1233
$\bar{X}$	48.7083	51.3375
s^2	32.1286	49.2936

กลุ่มควบคุม

เลขที่	X_I	X_2
1	60	64
2	47	51
3	45	52
4	54	51
5	47	47
6	50	55
7	49	42
8	50	44
9	44	58
10	48	59
11	51	63
12	46	47
13	42	44
14	48	47
15	48	57
16	51	62
17	51	56
18	48	56
19	45	49
20	41	44
21	47	43
22	47	47
23	50	45
24	42	46
Σ	1151	1229
$\bar{X}$	47.9167	51.2083
s^2	16.6504	46.5199

หมายเหตุ

X_I = คะแนนทดสอบก่อนการเรียนรู้ (Pre - test)

X_2 = คะแนนทดสอบหลังการเรียนรู้ (Post - test)

การเปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง

1
กลุ่มทดลอง

เลขที่	Pre	Post	D	D ²
1	50	52	2	4
2	51	64	13	169
3	53	51	-2	4
4	41	53	12	144
5	52	55	3	9
6	38	42	4	16
7	40	47	7	49
8	48	58	10	100
9	55	63	8	64
10	58	59	1	1
11	41	47	6	36
12	47	53	6	36
13	44	44	0	0
14	51	57	6	36
15	55	47	-8	64
16	46	45	-1	1
17	47	45	-2	4
18	47	41	-6	36
19	46	46	0	0
20	52	49	-3	9
21	42	41	-1	1
22	55	62	7	49
23	56	56	0	0
24	54	56	2	4
Σ			64	836

จากสูตร

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}}$$

$$= \frac{64}{\sqrt{\frac{24(836) - (64)^2}{23}}}$$

$$= \frac{64}{\sqrt{694.2609}}$$

$$= \frac{64}{26.3488}$$

$$= 2.4251$$

หมายเหตุ

Pre = คะแนนทดสอบก่อนการ เรียนรู้

Post = คะแนนทดสอบหลังการ เรียนรู้

D = ความแตกต่างของคะแนน (Post - Pre)

การเปรียบเทียบคะแนนทัศนคติทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง

กลุ่มควบคุม

เลขที่	Pre	Post	D	D ²
1	60	64	4	16
2	47	51	4	16
3	45	52	7	49
4	54	51	-3	9
5	47	47	0	0
6	50	55	5	25
7	49	42	-7	49
8	50	44	-6	36
9	44	58	14	196
10	48	59	11	121
11	51	63	12	144
12	46	47	1	1
13	42	44	2	4
14	48	47	-1	1
15	48	57	9	81
16	51	62	11	121
17	51	56	5	25
18	48	56	8	64
19	45	49	4	16
20	41	44	3	9
21	47	43	-4	16
22	47	47	0	0
23	50	45	-5	25
24	42	46	4	16
Σ			78	1040

จากสูตร

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}} \\
 &= \frac{78}{\sqrt{\frac{24(1040) - (78)^2}{23}}} \\
 &= \frac{78}{\sqrt{820.6961}} \\
 &= \frac{78}{28.6479} \\
 &= 2.7227
 \end{aligned}$$

หมายเหตุ

Pre = คะแนนทดสอบก่อนการ เรียนรู้
 Post = คะแนนทดสอบหลังการ เรียนรู้
 D = ความแตกต่างของคะแนน
 (Post - Pre)

ภาคผนวก ข.

แบบ เรียนโปรแกรมที่ใช้ทดลอง

.

แบบ เรียนโปรแกรม
วิชา วิทยาศาสตร์ ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
หมวด
กลศาสตร์
เรื่อง
งานและกำลัง

มากกว่า

1. ในทางวิทยาศาสตร์ " งานหมายถึงผลที่เกิดขึ้นเมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุ แล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไป " ดังนั้น เมื่อเราออกแรงลากรถให้เคลื่อนที่หรือออกแรงยกของจากพื้นขึ้นวางไว้บนโต๊ะ ผลที่เกิดขึ้นดังกล่าวนี้เรียกว่า.....

งาน

2. เมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุ แล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไป ระยะที่วัตถุจากตำแหน่งเดิมไปตำแหน่งใหม่ของวัตถุก็ เป็นระยะทาง ที่วัตถุเคลื่อนที่ไป ดังนั้น งานจะเกิดขึ้นได้จะต้องมีองค์ประกอบ 2 อย่างคือ.....กับ.....

แรง

ระยะทาง

3. ในการย้ายโต๊ะจากในห้องออกไปนอกห้อง เราต้องออกแรงผลัก โต๊ะก็เคลื่อนที่ไ กระยะทาง จากในห้องถึงนอกห้อง จึงมีองค์ประกอบขึ้น 2 อย่างคือ แรง กับ ระยะทาง ดังนั้น ในการย้ายโต๊ะจากในห้องออกไปนอกห้องจึงเกิด...
.....ขึ้น

งาน

4. ถ้าเราออกแรงผลักกำแพง แต่กำแพงไม่ไ เคลื่อนที่ เพราะแข็งแรงมาก ถ้าเราออกแรงเพียงอย่างเดียว กำแพงไม่ไ เคลื่อนที่ ไ กระยะทาง เลย แสดงว่าการออกแรงผลักกำแพง แต่กำแพงไม่ไ เคลื่อนที่ จึงไ เกิด.....ขึ้น

งาน

5. นาย ก กับนาย ข ยกก้อนหินหนักเท่ากัน ทั้งสองคนก็ต้อง
ออกแรงเท่ากัน ฉะนั้น นาย ก ยกขึ้นสูงกว่านาย ข แสดงว่า
นาย ก ทำให้ออกหินเคลื่อนที่ระยะทางมากกว่านาย ข
นั่นหมายความว่าหรือไม่ว่า นาย ก กับนาย ข ใครทำงาน
ไ้มากกว่ากัน.....

นาย ก ทำงาน
ไ้มากกว่า
นาย ข

6. งานที่เกิดขึ้นคิดได้จาก " แรงคูณระยะทางที่วัตถุเคลื่อน
ที่ไป ซึ่งทั้งแรงและระยะทางคงอยู่ในแนวเดียวกัน "
- นาย ก ยกก้อนหินหนัก 5 กิโลกรัม ขึ้นสูง 2 เมตร นาย ก
ต้องออกแรง 5 กิโลกรัม แรงที่ออกมีทิศขึ้น ส่วนก้อนหินจะ
เคลื่อนที่ขึ้น ระยะทางจึงมีแนวขึ้น แรงกับระยะทางจึงมีแนว
เดียวกัน ดังนั้น งานที่นาย ก ทำเท่ากับ.....กิโลกรัม-เมตร

10

7. ถ้าให้ F เป็นแรงที่กระทำต่อวัตถุ S เป็นระยะทางที่วัตถุ
เคลื่อนที่ไป ซึ่งทั้ง F และ S อยู่ในแนวเดียวกัน และถ้า W
เป็นงานที่เกิดขึ้น ดังนั้นจะได้

$$W = \dots\dots\dots$$

8. เนื่องจากเท่ากับแรงคูณระยะทาง ดังนั้นหน่วยของงาน
จึงเกิดขึ้นจากหน่วยของแรงกับหน่วยของระยะทาง ซึ่งหน่วย
ของสิ่งต่างๆแบ่งเป็น 3 ระบบคือ
- ก. ระบบ C.G.S. ย่อจาก เซนติเมตร (Centimetre)
กรัม (Gram) วินาที (Second)

ในระบบนี้ แรงมีหน่วยเป็นกรัม - น้ำหนัก (แต่มักเรียกสั้นๆว่า กรัม) และไคน์ (Dyne) ระยะทางมีหน่วยเป็นเซนติเมตร และเวลา^{มี}หน่วยเป็นวินาที

๗. ระบบ F.P.S. ย่อจาก ฟุต (Foot) ปอนด์ (Pound) วินาที (Second)

ในระบบนี้แรงมีหน่วยเป็น ปอนด์ - น้ำหนัก (แต่มักเรียกสั้นๆว่า ปอนด์) และเปาน์แกล (Poundal) และระยะทางมีหน่วยเป็นฟุต เวลา^{มี}เป็นวินาที

F × S

๘. ระบบ M.K.S. ย่อจาก เมตร (Metre) กิโลกรัม (Kilogram) วินาที (Second)

ในระบบนี้แรงมีหน่วยเป็นกิโลกรัม - น้ำหนัก (แต่มักเรียกสั้นๆว่ากิโลกรัม) และนิวตัน (Newton) ระยะทางมีหน่วยเป็นเมตร เวลา^{มี}หน่วยเป็นวินาที

สำหรับระบบ C.G.S.

ถ้าแรงมีหน่วยเป็นกรัม ระยะทางมีหน่วยเป็นเซนติเมตร งานจะมีหน่วยเป็นกรัม - เซนติเมตร ดังนั้น ถ้าแรงมีหน่วยเป็นไคน์ ระยะทางมีหน่วยเป็นเซนติเมตร งานจะมีหน่วยเป็น.....

ไคน์ - เซนติเมตร

9. ในระบบ F.P.S. ถ้าแรงมีหน่วยเป็นปอนด์ ระยะทางมีหน่วยเป็นฟุต งานจะมีหน่วยเป็นฟุต - ปอนด์ ดังนั้น ถ้าแรงมีหน่วยเป็นเปาน์แกล ระยะทางมีหน่วยเป็นฟุต งานจะมีหน่วยเป็น.....

เปาน์แคล - ฟุต

10. ในระบบ M.K.S. ถ้าแรงมีหน่วยเป็นกิโลกรัม ระยะทางมีหน่วยเป็นเมตร งานจะมีหน่วยเป็นกิโลกรัม - เมตร ดังนั้นแรงมีหน่วยเป็นนิวตัน ระยะทางมีหน่วยเป็นเมตร งานจะมีหน่วยเป็น.....

นิวตัน - เมตร

11. งานในระบบ C.G.S. ที่มีหน่วยเป็นไจน์ - เซนติเมตร นั้น เขานิยมเรียกว่า เอิก (Erg) ดังนั้น งานที่มีหน่วยเป็นเอิก แรงจะต้องมีหน่วยเป็น.....และระยะทางต้องมีหน่วยเป็น.....

ไจน์, เซนติเมตร

12. ในระบบ M.K.S. ที่มีหน่วยเป็นนิวตัน - เมตร นั้น เขานิยมเรียกโดยทั่วไปว่า จูล (Joule) ดังนั้น งานที่มีหน่วยเป็นจูล แรงจะต้องมีหน่วยเป็น.....และระยะทางต้องมีหน่วยเป็น.....

นิวตัน, เมตร

13. หน่วยของงานในระบบ F.P.S. โดยทั่วไปเขานิยมเรียกระยะทางว่าไวนา แรง ดังนั้น
ปอนด์ - ฟุต จึงเรียกว่า.....
เปาน์แคล - ฟุต จึงเรียกว่า.....

ฟุต - ปอนด์
ฟุต - เปาแนล

14. สำหรับหน่วยของงานในระบบ C.G.S. และระบบ M.K.S.
นั้น เขานิยมเรียกจากผลคูณของแรงกับระยะทางที่ได้
ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะเรียกเขา.....ไจหน่า.....เสมอ

แรง, ระยะทาง

15. ในระบบ C.G.S. แรง 1 กรัมเท่ากัน 980 ไจน์
ระบบ F.P.S. แรง 1 ปอนด์เท่ากัน 32 เปาแนล
ระบบ M.K.S. แรง 1 กิโลกรัมเท่ากัน 9.8 นิวตัน
ดังนั้น แรง 1 นิวตันมีค่าเท่ากัน.....ไจน์

100000 หรือ 10^5

16. สำหรับระบบ F.P.S. แรง 1 คันท้ำเท่ากัน 2240 ปอนด์
ดังนั้น ถ้าคิดเป็นเปาแนลจะมีค่าเท่ากัน.....เปาแนล

71680

17. จากสูตรในการคำนวณตามกรณที่ 7 ถ้า $W = 0$ แสดงว่า
ไม่มี.....เกิดขึ้นเลย

งาน

18. แรงขนาด 30 ปอนด์ กระทำต่อวัตถุให้วัตถุเคลื่อนที่ไปได้
ระยะทาง 5 ฟุต ดังนั้น งานที่เกิดขึ้นเท่ากัน.....ฟุต - ปอนด์

150

19. แรงขนาด 5 กิโลกรัม กระทำต่อวัตถุให้วัตถุเคลื่อนที่ไปได้
ดังนั้น งานที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากัน 250 กิโลกรัม - เมตร ดังนั้น
วัตถุจะเคลื่อนที่ไปได้ระยะทางเท่ากัน.....เมตร

50

20. ชายคนหนึ่งออกแรง 40 นิวตัน ลากโต๊ะตัวหนึ่งซึ่งหนัก 200 นิวตัน ไปไ้ระยะทาง 10 เมตร ดังนั้น งานที่ชายคนนี้ทำไ้เท่าไ้กับ.....จูล

400

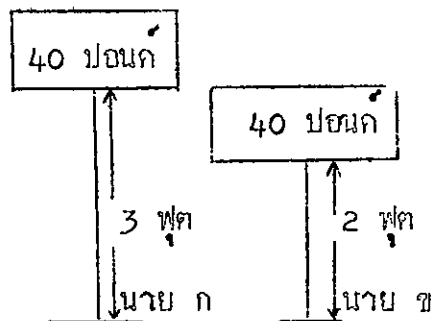
21. ถาคนสองคนทำงานไ้เท่ากัน แต่คนที่หนึ่งทำงานโดยไ้แรงมากกว่าคนที่สอง ดังนั้น นักเรียนสามารถบอกไ้หรือไม่ว่าระหว่างสองคนนี้ใครทำงานไ้ระยะทางน้อยกว่ากัน.....

คนที่หนึ่งน้อยกว่า

22. ถาคนสองคนทำงานไ้เท่ากัน และไ้ระยะทางเท่ากัน ดังนั้น แสดงว่า คนจึ่งสองทำงานจะตองไ้.....เท่ากันควย

แรง

23.

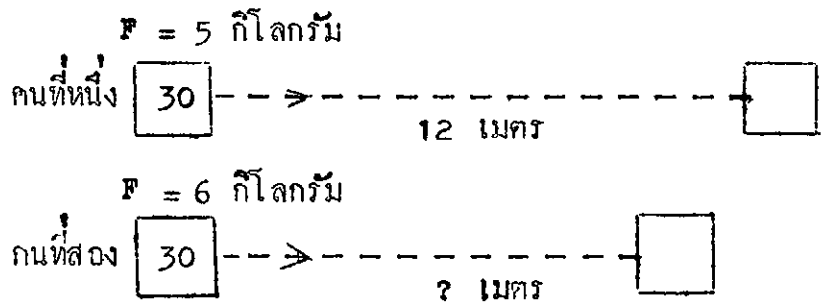


นาย ก และนาย ข ออกแรงเท่ากัน ยกวัตถุขึ้นหนึ่งซึ่งหนัก 40 ปอนด์ นาย ก ยกขึ้นสูง 3 ฟุต นาย ข ยกขึ้นสูง 2 ฟุต ดังนั้น นาย ก จะทำงานไ้มากกว่านาย ข เท่าไ้กับ..... ฟุต - ปอนด์

40 ฟุต - ปอนด์

24. ในกรณีที่คนสองคนทำงานได้เท่ากัน ในการคำนวณถ้าเราทำงานที่ทำของคนใดคนหนึ่ง เราก็จะรู้งานที่ทำของคนที่สองได้ ตัวอย่างเช่น นาย ก ออกแรง 40 ปอนด์ กระทำวัตถุให้เคลื่อนที่ไปเป็นระยะทาง 5 ฟุต งานที่ทำของนาย ก จึงเท่ากับ 200 ฟุต - ปอนด์ ถ้านาย ข ออกแรง 70 ปอนด์ กระทำวัตถุชนิดเดียวกันนี้ ให้เคลื่อนที่ไปตามแนวทางเช่นเดียวกับนาย ก ดังนั้น นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่างานที่ทำของนาย ข มีค่าเท่าใด.....

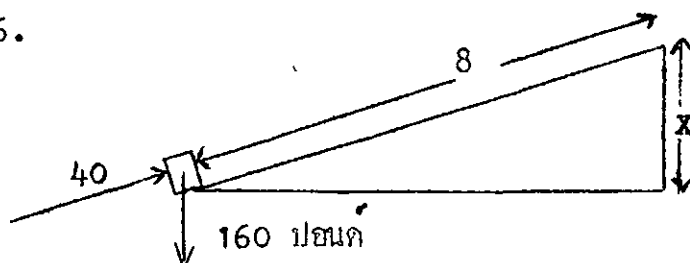
25.



200 ฟุต - ปอนด์

คนสองคนทำงานได้เท่ากัน และออกแรงลากวัตถุอย่างหนึ่งซึ่งหนัก 30 กิโลกรัม แต่คนที่หนึ่งออกแรง 5 กิโลกรัม ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปไ้ระยะทาง 12 เมตร ถ้าคนที่สองออกแรง 6 กิโลกรัม จะสามารถทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปไ้ระยะทาง...
..... เมตร

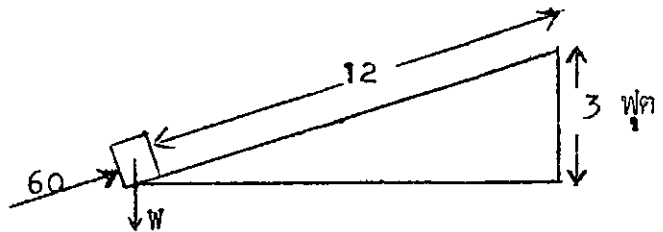
26.



10 เมตร

จากรูป ชายคนหนึ่งออกแรง 40 ปอนด์ กระทำกับวัตถุซึ่งหนัก 160 ปอนด์ ให้เคลื่อนที่ขึ้นไปตามพื้นเอียงซึ่งยาว 8 ฟุต ในการคำนวณจะต้องอาศัยกฎของงานที่ว่า งานที่ใส่เข้าไป เท่ากับ งานที่ได้ออกมา ในการนี้งานที่ใส่เข้าไปมีค่าเท่ากับ 40×8 ฟุต - ปอนด์ งานที่ได้ออกมามีค่าเท่ากับ $160 \times$ ฟุต - ปอนด์ นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่าพื้นเอียงสูงเท่าใด.....

27.



2 ฟุต

จากรูป งานที่ใส่เข้าไปเท่ากับ 60×12 ฟุต - ปอนด์ และงานที่ได้ออกมามีค่าเท่ากับ 3 W ฟุต - ปอนด์ จากการคำนวณโดยอาศัยกฎของงานจะได้นักของวัตถุเท่ากับ ปอนด์

240 ปอนด์

28. กำลังในความหมายของคหทั่วไปหมายถึง ใดทำงานถ่วงการออกแรงหรือยกสิ่งของต่างๆไ้มากกว่ากัน แถกำลังในความหมายทางวิทยาศาสตร์หมายถึงอัตราการทำงานหรืองานที่ทำไ้ได้ใน 1 หน่วยเวลา อาจจะเป็นใน 1 ชั่วโมง ใน 1 นาที ใน 1 วินาที แต่โดยมากนิยมคิดเป็นใน 1 วินาที ซึ่งตามความหมายในทางวิทยาศาสตร์อาจจะกล่าวไ้อีกอย่างหนึ่งว่า กำลังหมายถึงอัตราส่วนระหว่างงานที่ทำไ้กับเวลาที่ไ้ใช้ในการทำงาน ถ้าให้ P เป็นกำลัง W เป็นงานที่ทำไ้ และ t เป็นเวลาที่ไ้ใช้ในการทำงาน ถ้นั้นจะไ้สูตรว่า

$$P = \dots\dots\dots$$

$\frac{W}{t}$

29. เนื่องจากกำลัง เท่ากับงานที่ทำไ้หารด้วยเวลาที่ใช้ในการทำงาน ดังนั้นหน่วยของกำลังจึง เกิดขึ้นจากหน่วยของงานและหน่วยของเวลา ซึ่งมี 3 ระบบคือ ระบบ C.G.S. ระบบ M.K.S. ระบบ F.P.S.

ในระบบ C.G.S. ถ้างานมีหน่วยเป็นกรัม - เซนติเมตร เวลาที่มีหน่วยเป็นวินาที กำลังจะมีหน่วยเป็นกรัม - เซนติเมตรต่อวินาที ดังนั้น ถ้างานมีหน่วยเป็น เอิก เวลาเป็นวินาที หน่วยของกำลังจะเป็น.....

เอิกต่อวินาที

30. กำลังที่มีหน่วยเป็น เอิกต่อวินาที แสดงว่างานจะต้องมีหน่วยเป็น.....และเวลาจะต้องมีหน่วยเป็น.....

เอิก, วินาที

31. ในระบบ M,K,S, ถ้างานมีหน่วยเป็นกิโลกรัม - เมตร เวลาเป็นวินาที กำลังจะมีหน่วยเป็นกิโลกรัม - เมตรต่อวินาที ดังนั้น ถ้างานมีหน่วยเป็นจูล เวลาเป็นวินาที กำลังจะมีหน่วยเป็น.....

จูลต่อวินาที

32. กำลังที่มีหน่วยเป็นจูลต่อวินาที แสดงว่างานจะต้องมีหน่วยเป็น.....และเวลาต้องมีหน่วยเป็น.....

จูล, วินาที

33. ในระบบ F.P.S. ถ้างานมีหน่วยเป็นฟุต - ปอนด์ เวลาเป็นวินาที กำลังจะมีหน่วยเป็นฟุต - ปอนด์ ต่อวินาที ดังนั้นถ้างานมีหน่วยเป็น ฟุต - ปอนด์ เวลาที่มีหน่วยเป็นวินาที กำลังจะมีหน่วยเป็น.....

ฟุต - ปอนด์
ต่อวินาที

34. เนื่องจากสูตรที่ใช้ในการคำนวณว่า

$$\text{กำลัง} = \frac{\text{งานที่ทำไป}}{\text{เวลาที่ใช้ในการทำงาน}}$$

ถ้าชายคนหนึ่งทำงานได้ 4000 ฟุต - ปอนด์ ในเวลา 20 วินาที ดังนั้น กำลังของชายคนนี้เท่ากับ.....ฟุต - ปอนด์ ต่อวินาที

200

35. ถ้าช่างตัวหนึ่งทำงานได้ 120,000 จูล ในเวลา 25 นาที ดังนั้น กำลังที่ใช้ในการทำงานเท่ากับ.....จูลต่อวินาที

80 จูลต่อวินาที

36. ถ้างานที่ทำได้ 550 ฟุต - ปอนด์ ในเวลา 1 วินาที หรืองานที่ทำได้ 33,000 ฟุต - ปอนด์ ในเวลา 1 นาที เรียกการทำงานนี้ว่า ทำงานกบกำลัง 1 กำลังม้า (Horse - Power) ใช้ตัวย่อว่า H.P. ดังนั้น เครื่องยนต์ใดก็ตามถ้าทำงานได้วินาทีละ 550 ฟุต - ปอนด์ นักเรียนคิดว่าเครื่องยนต์นั้นมีกำลังกี่กำลังม้า.....

1 กำลังมา

37. เนื่องจาก 1 กำลังมาหมายถึงงานที่ทำไ้ 550 ฟุต - ปอนด์
ในเวลา 1 วินาที ดังนั้น มันจึงมีกำลัง 20 กำลังมา
ในเวลา 1 วินาทีจะทำงานได้เท่ากับ.....ฟุต - ปอนด์

11,000

38. ในระบบ M.K.S. กำลังที่มีหน่วยเป็นนิวตัน - เมตร ต่อวินาที
หรือจูลต่อวินาทีนั้น เขานิยมเรียกจูลต่อวินาทีว่า วัตต์ (Watt)
ดังนั้น 1 วัตต์มีค่าเท่ากับ.....จูลต่อวินาที

1 จูลต่อวินาที

39. 1 กำลังมามีค่าเท่ากับ 746 วัตต์ 1 วัตต์มีค่าเท่ากับ 1
จูลต่อวินาที ดังนั้น
1 กำลังมามีค่าเท่ากับ.....จูลต่อวินาที

746 จูลต่อวินาที

40. การกำหนดกำลังมาของ เครื่องกลจะต้องอาศัยหลักการ
กำหนดที่ว่า " งานที่ทำไ้ 550 ฟุต - ปอนด์ ในเวลา
1 วินาที เรียกว่าเครื่องยนต์นั้นมีกำลัง 1 กำลังมาเสมอ "
ดังนั้น มันจึงเครื่องหนึ่งทำงานไ้ 22,000 ฟุต - ปอนด์
ในเวลา 10 วินาที กำลังมาของมันเป็นเท่าใด.....

ถึงตอนที่นี้ ก็ควรจะกองทำแบบฝึกหัดทบทวนความรู้แล้ว จึงนำแบบ เรียงเล่มนี้
ไปขึ้นให้แก่ครูสอน แล้วขอแบบฝึกหัดชุดที่ 1 มาทำ แล้วคอยส่งแบบฝึกหัด
ให้ครูตรวจในชั่วโมงวิทยาศาสตร์คราวต่อไป

4 กำลังม้า

41. เครื่องกลขนาด 2 กำลังม้า ยกวัตถุหนึ่งขึ้นสูง 10 ฟุต ในเวลา 1 วินาที ดังนั้น งานที่เครื่องกลทำได้เท่ากับ...110.0... ฟุต - ปอนด์ และวัตถุชิ้นนั้นจะหนักเท่ากับ....11.0...ปอนด์

1100 ฟุต - ปอนด์
110 ปอนด์

42. ประสิทธิภาพของ เครื่องกลหมายถึงอัตราส่วนระหว่างงานที่ได้รับจากเครื่องกล ต่อ งานที่ให้แกเครื่องกล ในการกำหนดนิยามคือเป็น เปอร์ เซนต์ ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพของเครื่องกล} = \frac{\text{งานที่ได้รับจากเครื่องกล}}{\text{งานที่ให้แกเครื่องกล}} \times 100 \%$$

เครื่องกลใดก็ตามถ้าสามารถให้งานออกมาเท่ากับงานที่ให้แกเครื่องกลแล้ว จะเรียกว่าเครื่องกลนั้นมี..... เป็น 100 %

ประสิทธิภาพ

43. ในการทำงานจริงของ เครื่องกลทุกชนิดจะพบว่ามี "ความฝืด" ยับควยเสมอไป ทำให้งานที่ได้รับจากเครื่องกลน้อยกว่างานที่ให้ให้แกเครื่องกล และทำให้อัตราส่วนของงานที่ได้รับจากเครื่องกลของงานที่ให้ให้แกเครื่องกลน้อยกว่า 1 ยับเสมอไป ดังนั้น เครื่องกลชนิดใดก็ตามถ้างานที่ได้รับจากเครื่องกลน้อยกว่างานที่ให้ให้แกเครื่องกลแล้ว ย่อมเป็นการแสดงว่า เครื่องกลนั้นมี ประสิทธิภาพไม่ถึง..... เปอร์ เซนต์

44. การได้เปรียบเชิงกลมี 2 อย่างคือ การได้เปรียบเชิงกลในทางปกติ และการได้เปรียบเชิงกลในทางพิเศษ
อัตราส่วนระหว่างแรงที่เครื่องกลให้ออกมาหรือแรงความต้าน

100 %

ทาน ซึ่งอาจจะเป็นน้ำหนักของวัตถุ กับ แรงที่ให้แก่วัตถุ
หรือแรงความพยายาม ถือว่าเป็นการไคเปรียบ เชิงกลในทางปกติ
ถ้าให้ P เป็นแรงที่เครื่องกลให้ออกมาหรือนำหนักของวัตถุ
 F เป็นแรงที่ให้แก่วัตถุหรือแรงความพยายาม และ $M.A.$
เป็นการไคเปรียบ เชิงกลในทางปกติ ดังนั้น

$$M.A. = \dots\dots\dots$$

$\frac{W}{P}$

45. เครื่องกลเครื่องหนึ่งใช้แรงเพียง 20 ปอนด์ ก็สามารถยกวัตถุ
ซึ่งหนัก 80 ปอนด์ขึ้นได้ ดังนั้น การไคเปรียบ เชิงกลของเครื่อง
กลนี้มีค่าเท่ากับ.....และถือเป็นการไคเปรียบ เชิงกลใน
ทาง.....

4, ปกติ

46. การไคเปรียบ เชิงกลในทางทฤษฎีหมายถึงอัตราส่วนระหว่าง
ระยะทางการเคลื่อนที่ของแรงความพยายาม กับ ระยะทางการ
เคลื่อนที่ของแรงความต้านทาน ถ้าให้ a เป็นระยะทางการ
เคลื่อนที่ของแรงความพยายาม b เป็นระยะทางการเคลื่อนที่
ของแรงความต้านทาน และ $I.M.A.$ เป็นการไคเปรียบ เชิงกล
ในทางทฤษฎี ดังนั้น

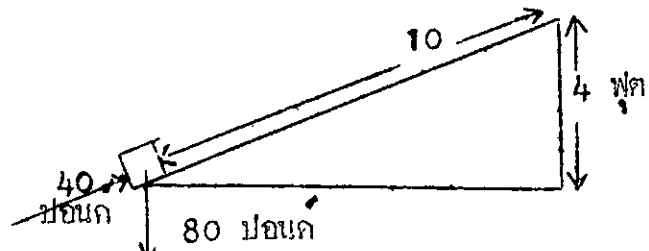
$$I.M.A. = \dots\dots\dots$$

$\frac{a}{b}$

47. เครื่องกลเครื่องหนึ่งแรงความพยายามเคลื่อนที่ไปได้ 25 ฟุต
ยกวัตถุขึ้นหนึ่งขึ้นสูง 10 ฟุต ดังนั้น การไคเปรียบ เชิงกลใน
ทางทฤษฎีของเครื่องกลนี้เท่ากับ.....

$\frac{400}{84}$ $\frac{100}{1}$

48.



2.5

จากรูป มวลวัตถุหนัก 80 ปอนด์ ถ้ายแรง 40 ปอนด์ ขึ้นไป
 บนระนาบเอียงยาว 10 ฟุต สูง 4 ฟุต การโค่เปรียบ เชิงกล
 ในทางปกติหรือ M.A. มีค่าเท่ากับ และการโค่เปรียบ
 เชิงกลในทางทฤษฎีหรือ I.M.A. มีค่าเท่ากับ

2, 2.5

49. ประสิทธิภาพของ เครื่องกลนอกจากจะหมายถึงอัตราส่วนระหว่าง
 งานที่ได้รับจากเครื่องกล กับ งานที่ได้ใส่ให้แก่เครื่องกลแล้ว
 ยังหมายถึงอัตราส่วนระหว่างการโค่เปรียบ เชิงกลในทางปกติ
 กับ การโค่เปรียบ เชิงกลในทางทฤษฎี ถ้าให้ M.A. เป็นการ
 โค่เปรียบ เชิงกลในทางปกติ และ I.M.A. เป็นการโค่เปรียบ
 เชิงกลในทางทฤษฎี ดังนั้นจะได้ว่า
 ประสิทธิภาพของ เครื่องกล = ...

M.A.
 I.M.A.

50. การคำนวณค่าการโค่เปรียบ เชิงกล ถ้าเท่ากับ 1 เครื่องกลจะ
 ไม่ช่วยในการผ่อนแรง แต่อำนวยความสะดวกในการทำงานเท่า
 นั้น ถ้าน้อยกว่า 1 เครื่องกลจะเสียบเปรียบ เชิงกล และถ้า
 1 เครื่องกลจะช่วยในการผ่อนแรงหรือโค่เปรียบ
 เชิงกล

แบบ เรียนโปรแกรม

วิชา วิทยาศาสตร์ ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง

เสียง

สมมุติ

1. ถอดเวลาที่เรากินอยู่ เราจะไต่ขึ้นเสียงต่างๆอยู่เสมอ เสียงไม่มีตัวตน ไม่มีน้ำหนัก ไม่มีที่อยู่ แต่สามารถทำงานได้ สิ่งใดก็ตามถ้าไม่มีตัวตน ไม่มีน้ำหนัก ไม่มีที่อยู่ แต่สามารถทำงานได้เราเรียกว่า พลังงาน
ดังนั้น เสียงจึง เป็น.....

พลังงาน

2. เมื่อเราเกาะโต๊ะหรือวัตถุใดๆจะเกิด.....ขึ้น

เสียง

3. เมื่อเราเกาะโต๊ะหรือวัตถุใดๆ โต๊ะหรือวัตถุจะ เกิดการสั่นสะเทือน ดังนั้นแสดงว่า เสียงย่อมเกิดจาก.....ของวัตถุ

การสั่นสะเทือน

4. เมื่อเราเกาะระฆังทำให้มีเสียง เกิดขึ้น ระฆังจะเกิดการ.....

สั่นสะเทือน

5. กรณีนี้เป็น เรื่องการทดลอง ให้นักเรียนอ่านคู่มือการทดลองที่มีอธิบายแบบเรียนนี้ให้เข้าใจ แล้วออกมาทำการทดลองที่โต๊ะซึ่งกรงไว้ให้ ทดลองไปตามคู่มือการทดลอง แล้วแล้วค่อยกลับไปพิมพ์เรียนนี้อีกครั้งหนึ่ง เริ่มจากกรณี 6 เป็นต้นไป

6. ขณะที่เราเกาะส้อมเสียงทำให้เกิดเสียงนั้น เราจะสังเกตเห็นว่า ส้อมเสียง เกิดการ.....

สันตะเหือน

7. ขณะที่ลมเสียงสันตะเหือนและมีเสียงกัง ถ้าเราเอามือจับ ลมเสียง เพื่อไม่ต้องการให้ลมเสียงสันตะเหือน นักเรียนจะสามารถได้ยินเสียงนั้นหรือไม่.....

ไม่ได้ยิน

8. เมื่อเราเอาลมเสียงที่กำลังเกิดเสียงอยู่นั้นและที่ผิวหน้า จะทำให้ ผิวหน้ากระเพื่อมเป็นคลื่น ทั้งนี้เพราะลมเสียงนี้กำลังเกิดการ อยู่

สันตะเหือน

9. เมื่อมีเสียงกังจากวัตถุ แสดงว่าวัตถุนั้นกำลังสันตะเหือนอยู่ การสันตะเหือนของวัตถุที่เอเองจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแก๊วอากาศที่อยู่รอบวัตถุนั้น ซึ่งโมเลกุลของอากาศที่อยู่รอบวัตถุนั้น ก็จะได้รับการ.....ควย

สันตะเหือน

10. เมื่อโมเลกุลของอากาศได้รับการสันตะเหือน จะทำให้เกิดบริเวณอากาศที่มีความกดดันสูง และความกดดันต่ำสลับกันไปอย่างรวดเร็วและทุกทิศทุกทาง ถ้าอากาศเกิดการอัด - ขยายตัว สลับกันไปมีความถี่ระหว่าง 16 - 20,000 ครั้งต่อวินาที จะทำให้เกิดการได้ยินแก่ประสาทหูได้

ถากการอัด - ขยายตัวของอากาศมีความถี่ต่ำกว่า 16 ครั้ง ต่อวินาที หรือเกินกว่า 20,000 ครั้งต่อวินาที แล้วนักเรียนคิดว่า จะทำให้เกิดการได้ยินแก่ประสาทหูหรือไม่.....

ไม่ไคยีน

11. องค์ประกอบแห่งการไคยีนมี 3 อย่างคือ แหล่งกำเนิดเสียง
ตัวกลาง และหู ซึ่งถ้าขาดอย่างหนึ่งอย่างใดแล้วจะไม่มีเสียง
เกิดขึ้น ดังนั้นถ้ามีวัตถุที่กำลังสั่นสะเทือนและมีหูเพียง 2 อย่าง
เท่านั้น แสดงว่าไม่มี.....เกิดขึ้นอย่างแน่นอน

เสียง

12. เมื่อเราไคยีนเสียง แสดงว่า อากาศเป็นตัวกลางและทำหน้าที่
นำเอาการสั่นสะเทือนของวัตถุมากระทบแก้วหูและประสาทหู
ดังนั้น อากาศเป็น.....

ตัวกลาง

13. ทุกครั้งที่เราไคยีนเสียง แสดงว่าต้องมีวัตถุอย่างใดอย่างหนึ่ง
กำลังเกิดการ.....อยู่

สั่นสะเทือน

14. ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ต่างก็เป็นตัวกลาง นำเสียงไปยัง
หูได้โดยการอัด - ขยายของตัวกลาง ของแข็ง ของเหลว
มีอนุภาคเบียดกันอยู่หนาแน่นกว่าก๊าซ ดังนั้น การอัด - ขยายตัว
ของของแข็งและของเหลวจึง เป็นไปได้ดีกว่าการอัด - ขยายตัว
ของก๊าซ และทำให้เกิดเสียงดังดีกว่าเมื่อใช้ก๊าซเป็นตัวกลาง
ดังนั้น นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าระหว่างตัวกลาง
ที่มีอนุภาคเบียดกันอยู่อย่างหนาแน่น กับตัวกลางที่มีอนุภาคเบียด
กันอยู่บางกว่า ตัวกลางใดจะนำเสียงไปยังหูได้ดีกว่า.....

ตัวกลางที่มีอนุภาค
เบียดกันอยู่อย่าง
หนาแน่น

15. การสั่นสะเทือนของวัตถุบางอย่างในอย่างหนึ่งจะเป็นมูลเหตุทำให้
ตัวกลางที่นำเสียงไปเกิดการอัด - ขยายตัว ซึ่งทำให้เกิดการ
เคลื่อนที่แบบกลั่น เสียงจึง เป็นสิ่งที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของ
วัตถุที่จะถูกการอัด - ขยายตัว เช่นเดียวกัน ดังนั้น จึงทำให้
เสียงมีการ เคลื่อนที่แบบ.....เช่นเดียวกัน

กลั่น

16. เมื่อมีการสั่นสะเทือนของวัตถุ จะทำให้อากาศหรือตัวกลางอื่นๆ
เกิดการเคลื่อนที่แบบกลั่น และกระจายออกจากแหล่งกำเนิด
เสียงไปทุกทิศทุกทาง กลั่นนี้เองที่เราเรียกโดยทั่วไปว่า
คลื่นเสียง ดังนั้น คลื่นเสียงจึง เป็นคลื่นที่เกิดจากการที่วัตถุ
กำลัง เกิดการ.....อยู่

สั่นสะเทือน

17. โยบปกติเสียงที่เกิดขึ้นจะกระจายออกจากแหล่งกำเนิดเสียง
ไปทุกทิศทาง ดังนั้น เมื่อเราตีกลอง เสียงกลองจะกระจาย
ออกไปทุก.....

ทิศทาง

18. เมื่อระฆังสัญญาณ เข้า เรือนดังนั้น นักเรียนที่อยู่รอบๆ
โรงเรียนจะได้ยินเสียงระฆังโดยทั่วกัน ทั้งนี้เพราะเสียงระฆัง
จะกระจายออกไปทุก.....

ทิศทาง

19. เสียงเดินทางออกจากแหล่งกำเนิดเสียงได้โดยทำให้อากาศสั่น
เป็นคลื่นเสียง กระจายออกไปทุกทิศทาง ดังนั้นคลื่นเสียงจะ
กระจายออกไปทุก.....

ทิศทาง

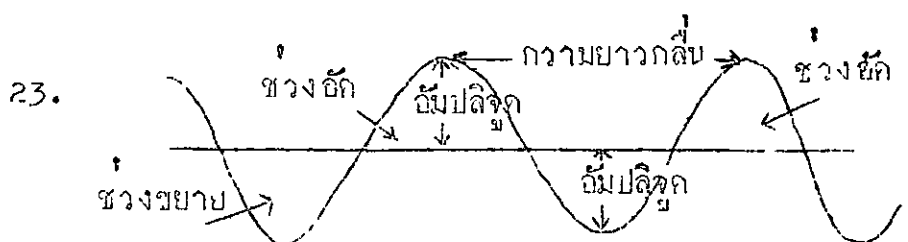
20. โดปเปลิรเรฟิเคชันเสียงใดเพราะคลื่นเสียงกระจายมาหาหูเรา
ดังนั้น เราได้ยินเสียงระฆังก็เพราะ.....กระจายมา
หาหูเรา

คลื่นเสียง

21. คลื่นเสียงมีส่วนประกอบ 2 ส่วนคือ ช่วงอัด และ ช่วงขยาย
ช่วงอัดเป็นส่วนของอากาศที่มีความกดดันสูง เพราะอนุภาคของ
อากาศอยู่กันอย่างหนาแน่นกว่า ช่วงขยายเป็นส่วนของอากาศ
ที่มีความกดดันต่ำ เพราะอนุภาคของอากาศเหวี่ยงกว่า
ดังนั้น ช่วงที่มีความกดดันของอากาศสูงก็ช่วงใด.....

ช่วงอัด

22. คลื่นมีการเคลื่อนที่ 2 แบบคือ คลื่นตามขวาง และคลื่นตามยาว
คลื่นตามขวางหมายถึง คลื่น ที่เมื่อเคลื่อนที่ไปในตัวกลางใด
อนุภาคของตัวกลางนั้นจะสั่นในแนวตั้งฉากกับแนวการเคลื่อนที่
ของคลื่น ตัวอย่างเช่น การเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำ
คลื่นตามยาวหมายถึงคลื่นที่เมื่อเคลื่อนที่ไปในตัวกลางใด
อนุภาคของตัวกลางนั้นจะสั่นในแนวเดียวกับแนวทางการเคลื่อนที่
เคลื่อนที่ไป ตัวอย่างเช่น การเคลื่อนที่ของลูกสปริง
คลื่นเสียง เป็นคลื่นที่มีการเคลื่อนที่เช่นเดียวกับลูกสปริง
ดังนั้น คลื่นเสียงจึงเป็นคลื่น.....



ความยาว

จากแผนภาพแสดงการเคลื่อนที่ของตัวกลางที่นำเสียงได้ เส้น
โค้งเหนือเส้นแกนแสดงช่วงอัด เส้นโค้งใต้เส้นแกนแสดงช่วง
ขยาย ระยะจากช่วงอัดหนึ่งไปยังอีกช่วงอัดหนึ่งที่ถัดไปเรียกว่า
หนึ่งช่วงกลั่น หรือความยาวกลั่น จำนวนช่วงกลั่นที่เคลื่อนที่
ได้ใน 1 วินาทีเรียกว่า ความถี่เชิงกลั่น ดังนั้น ระยะจาก
ช่วงอัดหนึ่งไปยังอีกช่วงอัดหนึ่งที่ถัดไปเรียกว่า เป็น.....

ความยาวกลั่น

24. จากกรณี 23

ส่วนสูงของกลั่นที่แทนแรงการอัดและแทนแรงการขยาย
เรียกว่า เป็น.....ของกลั่น

ฉันทิจุล

25. พิจารณาวงอัดและช่วงขยายในกรณี 23

ช่วงอัดเป็นช่วงที่มีความกดดันสูง เพราะมีอนุภาคของอากาศอยู่
กันอย่างหนาแน่น
ช่วงขยายเป็นช่วงที่มีความกดดันต่ำ เพราะมีอนุภาคของอากาศ
อยู่กันอย่างเจือจาง

ดังนั้น ช่วงที่มีความหนาแน่นของอากาศมากก็ยวบงโค.....

ช่วงอัด

26. ความเร็วของเสียงหมายถึงระยะทางที่เสียงเดินได้ใน 1 หน่วย
เวลา

ถ้าความเร็วของเสียงมีหน่วยเป็นฟุตต่อวินาทีหมายความว่า
ระยะทางมีหน่วยเป็นฟุต เวลาที่มีหน่วยเป็น วินาที ดังนั้น
ความเร็วของเสียงที่มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที หมายความว่า

ระยะทางมีหน่วยเป็น..... เวลาที่มีหน่วยเป็น.....

เมตร, วินาที

27. การหาความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วของเสียง ความถี่ของคลื่นเสียง และความยาวของคลื่นเสียง จากยี่ห้อคันนี้
- ความเร็วของเสียง = ความถี่ของคลื่นเสียง $\times$ ความยาวคลื่น
- ถ้าให้ F เป็นความถี่ของคลื่นเสียง L เป็นความยาวคลื่น และ v เป็นความเร็วของเสียง ดังนั้น

$$v = \dots\dots\dots$$

$F \times L$

28. ถ้าความถี่ของเสียงมีหน่วยเป็น จำนวนครั้งต่อวินาที ความยาวคลื่นมีหน่วยเป็น เซนติเมตร ความเร็วของเสียงจะมีหน่วยเป็น เซนติเมตรต่อวินาที ดังนั้น ถ้าความถี่ของคลื่นเสียงมีหน่วยเป็น จำนวนครั้งต่อวินาที ความยาวคลื่นมีหน่วยเป็น เมตร ความเร็วของเสียงจะมีหน่วยเป็น.....

ฟุตต่อวินาที

29. เนื่องจากความเร็วของเสียง = ความถี่ $\times$ ความยาวคลื่น
- สมมติว่า สายไวโอลินสั่นได้ 550 ครั้งต่อวินาที และความยาวของคลื่นเสียงจากไวโอลินที่ไถ่ขึ้นเท่ากับ 2 ฟุต ดังนั้น
- ความเร็วของเสียงในอากาศจึง เท่ากับ.....ฟุตต่อวินาที

1100 ฟุตต่อวินาที

30. ความเร็วของเสียงในตัวกลางต่างชนิดมีค่าไม่เท่ากัน
คลื่นเสียงเดินทางของเหลวไค่ดีกว่าก๊าซ และเดินทางของแข็ง
ไค่ดีกว่าของเหลว ดังนั้น คลื่นเสียงจะเดินทาง.....
ไค่เร็วที่สุด

ของแข็ง

31. จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์พบว่า ที่อุณหภูมิ 20°C ความเร็ว
ของเสียงในตัวกลางต่างชนิดมีดังนี้
ความเร็วของเสียงในอากาศเท่ากับ 1130 ฟุตต่อวินาที
ในน้ำเท่ากับ 4760 ฟุตต่อวินาที และในเหล็กเท่ากับ 16400
ฟุตต่อวินาที ดังนั้นจะเห็นไค่ว่าที่อุณหภูมิ 20° C ความเร็วของ
เสียงใน.....จะช้าที่สุด

๐

อากาศ

32. โดยปกติแสงมีความเร็ว 186,600 ไมล์ต่อวินาที และเสียงมี
ความเร็ว 1100 ฟุตต่อวินาที ดังนั้น จะเห็นว่าแสงมีความเร็ว
มากกว่าเสียงมาก สาเหตุที่เรารับเห็นฟ้าแลบก่อนไค่ยินเสียงฟ้า
ร้องก็เพราะ.....

แสงมีความเร็วมาก
กว่าเสียง

33. เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความเร็วของเสียงจะเพิ่มขึ้นด้วย แต่ถา
อุณหภูมิลดลง ความเร็วของเสียงก็จะลดลงด้วย ดังนั้น
ความเร็วของเสียงขึ้นอยู่กับ.....

อุณหภูมิ

34. วาดการทดลองของนักวิทยาศาสตร์พบว่า
ที่อุณหภูมิ 0°C ความเร็วของเสียงในอากาศเท่ากับ 1090 ฟุตต่อวินาที และที่อุณหภูมิ 20°C ความเร็วของเสียงในอากาศเท่ากับ 1130 ฟุตต่อวินาที ซึ่งจะทำให้เห็นว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากเดิม 20°C ความเร็วของเสียงเพิ่มขึ้นจากเดิม 40 ฟุตต่อวินาที ดังนั้นนักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่า ทุกๆอุณหภูมิที่เพิ่มจากเดิม 1°C ความเร็วของเสียงในอากาศจะเพิ่มขึ้นจากเดิม..... ฟุตต่อวินาที

2 ฟุตต่อวินาที

35. เสียงที่มีความถี่เกินขีดที่หูคนธรรมดาจะได้ยินเรียกว่า เสียงอัลตราโซนิก ซึ่งจะต้องมีความถี่เกินกว่า 20,000 ครั้งต่อวินาที และเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่าขีดที่หูคนธรรมดาจะได้ยินเรียกว่า เสียงอินฟราโซนิก ซึ่งจะต้องมีความถี่ต่ำกว่า 16 ครั้งต่อวินาที แสดงว่าเสียงอัลตราโซนิกเป็นเสียงที่มีความถี่สูง และเสียงอินฟราโซนิกเป็นเสียงที่มีความถี่.....

ค่า

36. ขณะที่วัตถุกำลังสั่นสะเทือน ถ้าไม่มีโมเลกุลของอากาศสั่นสะเทือนเป็นคลื่นเสียง เสียงก็จะกระจายออกจากแหล่งกำเนิดเสียงไม่ได้ ในสุญญากาศซึ่งไม่มีโมเลกุลของอากาศเลย นักเรียนคิดว่าเสียงจะกระจายออกจากแหล่งกำเนิดเสียงได้หรือไม่.....

ไม่ได้

37. ถ้าเราสั่นกระดิ่งในห้องที่เป็นสุญญากาศ เราจะไม่ได้ยินเสียงของกระดิ่งเลย ทั้งนี้เพราะคลื่นเสียงเกินผ่าน.....ไม่ได้

สูญอากาศ

38. โดยปกติเสียงสามารถสะท้อนได้ เสียงที่สะท้อนกลับมายังแหล่งกำเนิดเสียงใดโดยทั่วไปเรียกว่า เสียงก้องหรือเสียงสะท้อน ดังนั้น เสียงขอบสามารถ.....ได้

สะท้อน

39. เสียงที่มีการสะท้อน เรน เคียวกับแสง โดยปกติแสงจะสะท้อนบนพื้นที่ที่เรียบใดก็ตามที่สะท้อนบนพื้นที่ขรุขระ ดังนั้น เสียงก็ยอมสะท้อนบนพื้นที่เรียบใด..... สะท้อนบนพื้นที่ขรุขระ

ดีกว่า

40. ปกติหูของพวกเราจะได้ยินเสียงก้องที่ต่อเนื่อง ระยะเวลาของเสียงห่างกันมากกว่า 0.1 วินาที ซึ่งเป็นจำนวนเวลาที่กึกทั้งเสียงเดินทางไปและเดินทางกลับ ดังนั้นระยะเวลาที่เสียงเดินทางเพื่อจะกลับมาระยะเวลา 0.05 วินาที ถ้าเสียงมีความเร็วคงที่ 1100 ฟุตต่อวินาที ในอากาศ นักเรียนคิดว่าสถานที่ที่จะให้เสียงสะท้อนกลับมาได้นั้น ควรจะอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงประมาณกี่ฟุต.....

55 ฟุต

41. การป้องกันเสียงก้องจะต้องพยายามใช้วัสดุดูดเสียง เพื่อให้เสียงกระจายไปหลายทิศทาง ไม่ให้สะท้อนกลับไปในทิศเดียวกัน เมื่อเสียงถูกทำให้กระจายไปหลายทิศทางและไม่มีโอกาสรวมกันและกลับสู่ทิศทางเดียว จะเป็นการป้องกัน.....ได้

เสียงก้องหรือ
เสียงสะท้อน

42. โดยทั่วไปคลื่นเสียงที่สะท้อนกลับมาจะมีความเร็ว เท่ากับความ
เร็วของคลื่นเสียงเดิมสำหรับตัวกลางในเนื้อเดียวกัน
ถ้าความเร็วของเสียงก่อนการสะท้อนเท่ากับ 1100 ฟุตต่อวินาที
ดังนั้น เสียงที่สะท้อนกลับมาจะมีความเร็ว เท่ากับ

1100 ฟุตต่อวินาที

43. เสียงหนึ่งจะมีความแตกต่างกัน เนื่องจากปี ความถี่ของเสียง
ระดับของเสียง และคุณภาพของเสียง แตกต่างกัน
ดังนั้น ความถี่ของเสียง ระดับของเสียง และคุณภาพของ
เสียง จะเป็นสาเหตุที่ทำให้.....มีความแตกต่างกัน

เสียง

44. ถ้าแอมพลิจูด (Amplitude) มีค่ามาก เสียงก็จะมี
มาก ถ้าแอมพลิจูดมีค่าน้อย เสียงก็จะมี
น้อย
ดังนั้น ความถี่ของเสียงขึ้นอยู่กับ

แอมพลิจูด

45. ถ้าอยู่ใกล้แหล่งกำเนิดเสียง เราจะได้ยินเสียงดังชัดเจน แต่ถ้า
เราอยู่ห่างออกไปเราจะได้ยินเสียงก้องลง และถ้ายิ่งอยู่ห่าง
ออกไปมากๆ เสียงที่ได้ยินจะก้องลงๆ จนในที่สุดจะไม่ได้ยินเสียง
เลย
แสดงว่า ความถี่ของเสียงที่ปลายทางหรือที่หูเรา ได้ยินน้อยลง
ตามกำลังสองของระยะทาง แตกความถี่ของเสียงที่ปลายทาง
หรือที่หูเราได้ยิน เรียกว่า ความเข้มของเสียง
ดังนั้น ความเข้มของเสียงจะน้อยลงตามกำลังสองของ.....

ระยะทาง

46. ในเรื่องแสง " ความสว่างที่เราไ้รับบนพื้นใดหนึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับกำลังส่องสว่างของวัตถุที่แสงและระยะทางที่พื้นนั้นอยู่ห่างจากวัตถุที่แสง " ในทำนองเดียวกันในเรื่องเสียง ความดังของเสียงที่เราไ้ยินจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความดังของแหล่งกำเนิดเสียงและ.....ที่หูของผู้ฟังอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงนั้น

ระยะทาง

47. หน่วยที่ใช้สำหรับวัดความดังของเสียงหรือระดับความเข้มของเสียง เรียกว่า เบล (Bel) ซึ่งตั้งตามชื่อของ อเล็กซานเดอร์ เกรแฮม เบล ผู้ประดิษฐ์โทรศัพท์คนแรก

1 เบลมีค่าเท่ากับ 10 เดซิเบล

ดังนั้น เสียงในห้องสมุด ในห้องอ่านหนังสือ ซึ่งไ้โดยเฉลี่ยแล้วดังประมาณ 30 เดซิเบล หรือเท่ากับ.....เบลนั่นเอง

3 เบล

48. ระดับเสียง (Pitch) หมายถึงความสูงต่ำของเสียง เสียงที่เราไ้ยินเป็นเสียงสูงและเสียงต่ำนั้น ขึ้นอยู่กับความถี่ของการสั่นสะเทือน ดังนั้น ถ้าความถี่ของคลื่นสูง ระดับเสียงจะ.....และถ้าความถี่ของคลื่นต่ำ ระดับเสียงก็จะ.....ดวบ

ความถี่

49. เสียงที่มีระดับต่ำจะไ้ความถี่น้อย และเสียงที่มีระดับสูงจะไ้ความถี่มาก เสียงคนกรีดเป็นเสียงที่ประกมพควยเสียงที่มีระดับสูงและระดับต่ำทั้งสองอย่าง ดังนั้น เสียงคนกรีดจะเป็นเสียงที่มี.....มากและน้อยปนกันอยู่ในเครื่องดนตรีชนิดเดียวกัน

ความถี่

50. เครื่องดนตรีที่ใช้สาย ปกติจะกับเสียงจะสูงต่ำซึ่งสายสั้นและ
ซึ่งถี่ เพราะทำให้เสียงสั้นเร็วและมีความถี่สูง
ในทำนองเดียวกัน ระกัม เสียงจะต่ำ ถ้าซึ่งสายยาวและหย่อน
เพราะทำให้เสียงสั้นช้าและมี.....ต่ำ

ความถี่

51. เสียงที่มีคุณภาพแตกต่างกัน เนื่องจากการรวมเสียงที่มีความถี่
ต่างกันตั้งแต่สอง เสียงขึ้นไป ทำให้คลื่นเสียงของเสียงนั้นๆ
มีรูปร่างของคลื่นต่างกัน ดังนั้น การรวมเสียงที่มีความถี่
เท่ากัน นักเรียนคิดว่าเสียงที่ได้จะมีคุณภาพแตกต่างกันหรือไม่
.....

ถึงตอนนี้นักเรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดพหุทวนแล้ว จงนำแบบเรียนเล่มนี้ไปคืนให้แก่ครู
แล้วขอแบบฝึกหัดพหุทวนมาทำ ส่งแบบฝึกหัดที่นักเรียนทำให้ครูตรวจในชั่วโมงวิทยาศาสตร์
คราวต่อไป

ไปแตกต่างกัน

52. อวัยวะที่ทำให้เกิดเสียงของนกเราอยู่ในลำคอ ระหว่างโคนลิ้น
และคอแขนงของหลอดลม หลังหลอดกระดูกซี่โครง ซึ่งเราเรียกว่า
กระบอกเสียงหรือกล่องเสียง (Larynx หรือ Voice Box)
เวลาพูดหรือร้อง เมื่อเอาปอดและกระดูกซี่โครงมาขึ้นเกิดการ.....

สั่นสะเทือน

53. ในกระบอกเสียงมีกล้ามเนื้อแผ่นบางๆสองแผ่นขวางอยู่ ซึ่งเรียกว่า
สายเสียง (Vocal Cords) ริมของแผ่นสายเสียงนี้อาจ
จะเคลื่อนที่ขึ้นหรือห่างกันได้เพราะกล้ามเนื้อนี้ทำให้เกิด

ทางด้านของลำอากาศที่แคบหรือกว้างไ้ตามต้องการ ถ้า
กลามเนื้อคิงสายเสียงให้ตั้งและทำให้มีรูสายเสียงแคบ เสียง
ที่เกิดจะมีระดับเสียงสูง หากกลามเนื้อคิงสายเสียงหย่อนและ
ทำให้มีรูระหว่างสายเสียงกว้าง เสียงที่เกิดจะมีระดับเสียง
.....

คำ

54. ในการทำให้เกิดเสียงในลำคอ ช่องระหว่างสายเสียงจะแคบ
หรือกว้างไ้ตามต้องการและลำอากาศที่ผ่านออกมาจะคั้น
สายเสียงให้สั่นสะเทือนและเกิดเสียงออกมาได้
ดังนั้น เมื่อเวลาพูดสายเสียงในลำคอจะเกิดการ.....

สั่นสะเทือน

55. สัตว์บางชนิด เช่น นก สุนัข ไก่ แมว ฯลฯ ซึ่งมีสายเสียง
ในลำคอ จะร้องออกมาเป็นเสียงไ้โดยการทำให้สายเสียง
ในลำคอของมันเกิดการ.....

สั่นสะเทือน

56. เสียงพูดของคนหรือเสียงร้องของสัตว์บางชนิดเกิดจากการ
.....ของสายเสียงในลำคอ

สั่นสะเทือน

57. เมื่อเวลาพูดหรือร้องเพลงซึ่งจำเป็นจะต้องใช้ลิ้น เพดาน
ริมฝีปาก และฟัน เพื่อช่วยทำให้ขนาดและรูปร่างของลำอากาศ
ที่ผ่านเข้าไปเกิดการเปลี่ยนแปลง แคชขนาดและรูปร่างของ
ลำอากาศ จะช่วยทำให้สายเสียง ในลำคอเกิดการสั่นสะเทือน

ซึ่งทำให้เกิดเสียงได้ ดังนั้น ลิ้น เพดาน ริมฝีปาก และฟัน ก็จะช่วยทำให้เกิดเสียงที่เกิดขึ้นจากการสั่นของ...
.....ในลำคอกลายเป็นคำพูดได้

สายเสียง

58. สัตว์บางชนิด เช่น พวกแมลง ซึ่งไม่มีสายเสียงในลำคอ แต่มันสามารถทำเสียงได้โดยการใช้ปีกทั้งสองข้างถูกัน จึงหรีกเป็นสัตว์ที่ไม่มีสายเสียงในลำคอ ดังนั้น จึงหรีกทำเสียงได้โดยการ.....

ใช้ปีกทั้งสองข้างถูกัน

59. เป็ดแมลงใช้ปีกทั้งสองข้างถูกันนั้น จะทำให้ปีกของมัน สั่นสะเทือนและจะทำให้เกิด.....ขึ้น

เสียง

60. การกระพือปีกขึ้นลงของแมลงจะทำให้เกิดเสียงได้เพราะ ปีกของมันจะเกิดการ.....

สั่นสะเทือน

61. ความเร็วของการสั่นสะเทือนจะทำให้เสียงที่เกิดขึ้นไม่เหมือนกัน วัตถุที่สั่นเร็วจะเกิดเสียงสูง วัตถุที่สั่นช้าจะเกิดเสียงต่ำ ดังนั้น ความสูงต่ำของเสียง เป็นสาเหตุมาจากความเร็วของการ.....ของวัตถุ

สั่นสะเทือน

62. ถ้าเกิดหลอดที่ขยับหลายๆเส้นให้สั้น หลอดที่สั้นๆจะเกิดเสียงต่ำ หลอดที่สั้นเร็วจะเกิดเสียงสูง ถ้าหลอดที่ขยับทำให้เกิดเสียงสูงและหลอดที่ขยับหย่อนทำให้เกิดเสียงต่ำ ดังนั้น หลอดที่ขยับถี่จะสั้น.....หลอดที่ขยับหย่อนจะสั้น.....

เร็ว, ซา

63. ลวดสองเส้น เส้นเล็กทำให้เกิดเสียงสูง และลวด
เส้นใหญ่ทำให้เกิดเสียงต่ำ ทั้งนี้เพราะลวดเส้นเล็กสั้น
.....และลวดเส้นใหญ่สั้น.....

เร็ว, ซา

64. ในหูเรามีแก้วหูเป็นเยื่อบาง ๆ เมื่อคลื่นเสียงกระจายมาเท่า
หูเราจะทำให้แก้วหูสั่น แกว่งตามต่อการสั่นไปยังประสาทหู
ทำให้เราได้ยินเสียง
ดังนั้น แก้วหูและประสาทหวจะช่วยเราได้เรา..... เสียงใด

ได้ยิน

65. หูแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ หูส่วนนอก หูส่วนกลาง และหูส่วนใน
หูส่วนนอกประกอบด้วยใบหูและรูหู ซึ่งใบหูจะช่วยรับคลื่นเสียง
ที่เดินทางมา แทะหูแล้วสะท้อนเข้าหู
นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าส่วนของหูที่ทำหน้าที่รับ
คลื่นเสียงไปส่งหูส่วนกลางและหูส่วนในคือหูส่วนใด.....

หูส่วนนอก

66. หูส่วนกลางประกอบด้วยเยื่อหุ้มหรือแก้วหู และกระดูก 3 ชิ้นคือ
รูปกลอน รูปทั่ง และรูปโกลน ซึ่งทั้งสามกระดูกคอยกับหลอด
ลมคอ เชื่อมกับเยื่อหุ้มหรือแก้วหูเป็นเยื่อบาง ๆ กันระหว่างเขต
หูส่วนนอกกับหูส่วนกลาง เมื่อคลื่นเสียงมากระทบแก้วหู จะทำ
ให้แก้วหูเกิดการสั่นสะเทือน ซึ่งเป็นผลทำให้กระดูกทั้ง 3 ชิ้น
เกิดการ.....กวน

สันตะเหือน

67. หูส่วนในประกอบด้วยกอกเกลีย ซึ่งมีลักษณะเป็นหลอดโค้งงอ เป็นวงเหมือนเปลือกหอยและติดอยู่กับกระดูกโกลนของหู ส่วนกลาง เมื่อกระดูกโกลนสันตะเหือนจะทำให้..... เกิดการสันตะเหือนคาบไปกวย

กอกเกลีย

68. ภายในกอกเกลียมีของเหลวบรรจุอยู่เต็ม และตามผนังของ กอกเกลียมีกลุ่มประสาทเสียง ติดอยู่ปากหลอดกอกเกลียมีเยื่อ บาง ๆ รั่วไขและติดอยู่กับกระดูกโกลน เมื่อเสียงจากภายนอก ที่ส่งต่อมาถึงกระดูกโกลน จะทำให้เยื่อบาง ๆ รั่วไขสัน และ ของเหลวในกอกเกลียก็จะสัน ประสาทตามผนังกอกเกลียจะสัน สะเหือนคาบไป และลงกวาบริสไปยังสมอง สบองแปลความ รุสีกที่ประสาทไกรับ เป็นเสียงที่เราได้ยิน ดังเห็น นักเรียนคิดว่า กอกเกลียเป็นอวัยวะของหูที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการได้ยินหรือไม่

ไข

69. หลอดกยส เต เซียนจากส่วนกลาง เป็นโพรงติดต่อไปจนถึงลำคอ ไค้กั้นนั้น อากาศที่เข้าทางปากและลำคอจะเข้าสู่ไค้จะเข้าทาง

หลอดกยส เต เซียน

70. ในหูส่วนในยังมีอวัยวะอีกอย่างหนึ่งซึ่งไม่เกี่ยวกับการได้ยิน เรียกว่าอวัยวะรักษาสสมดุล ถ้าของเหลวในอวัยวะนี้ถูกรบกวน จะทำให้เกิดความรู้สึกเกี่ยวกับสมดุล ดังนั้น อาการวิงเวียน หรือเมาคลื่นก็เกิดจากการเสีย.....ของอวัยวะส่วนนี้

เครื่องมือการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ส้อมเสียง 1 อัน
2. ขนหาง 1 อัน
3. แกวบรรจุน้ำเต็ม 1 ใบ

วิธีทดลอง

1. ใช้ขนหาง เคาะส้อมเสียงให้ดัง แล้วสังเกตดูว่าขาทั้งสองของส้อมเสียง มีอาการอย่างไร
2. เอามือจับขาของส้อมเสียงที่กำลังดังอยู่นี้ แล้วสังเกตดูว่าเสียงจะยังดังดัง อยู่อีกหรือไม่ ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
3. เอาส้อมเสียงที่ยังไม่ได้อัดให้แกวให้เกิดเสียงและที่ผิวน้ำในแก้ว แล้วสังเกตดู ผิวน้ำว่ามีอาการอย่างไร
4. เคาะส้อมเสียงควยขนหางให้เกิดเสียง แล้วนำส้อมเสียงที่กำลังดังอยู่นี้ ไปแตะที่ผิวน้ำในแก้วอีกครั้งหนึ่ง ดูว่าคราวนี้ผิวน้ำในแก้วมีอาการ เป็นอย่างไร ต่างไปจาก คราวแรกหรือไม่ ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

เมื่อนักเรียนทำการทดลอง เสร็จแล้วให้นักเรียนแยกจากกลุ่มกลับไปนั่งในที่ของ ตัวเองตามเดิม ลงมืออ่านแบบเรียนต่อไป เริ่มตั้งแต่บทที่ 6 เป็นต้นไป

แบบฝึกหัดทบทวนชุดที่ 1

เรื่อง งาน และกำลัง

จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้

1. งานหมายถึง.....
2. หน่วยของงานที่เป็น กรัม – เซนติเมตร และ โคน์ – เซนติเมตร เป็นหน่วยของงานในระบบ.....
3. งานที่มีหน่วยเป็น นิวตัน – เมตร เขานิยมเรียกโดยทั่ว ๆ ไปว่า.....
4. งานที่มีหน่วยเป็น โคน์ – เซนติเมตร เขานิยมเรียกโดยทั่ว ๆ ไปว่า.....
5. ถ้าแรงมีหน่วยเป็น เปา์แกล ระยะทางมีหน่วยเป็น ฟุต หน่วยของงานจะเป็น.....
6. งาน 1 นิวตัน – เมตร มีค่าเท่ากับ.....จูล
7. อัตราส่วนระหว่างงานที่ทำได้กับ เวลาที่ใช้ในการทำงาน หมายถึง.....
8. ถ้างานมีหน่วยเป็น โคน์ – เซนติเมตร เวลาเป็นวินาที กำลังจะมีหน่วยเป็น.....
9. ออกแรง 20 ปอนด์ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทาง 10 ฟุต งานที่เกิดขึ้น.....
10. ออกแรง 50 ปอนด์ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทาง 6 นิ้ว งานที่เกิดขึ้นเท่ากับ.....ฟุต – ปอนด์
11. ออกแรง 200 โคน์ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทาง 20 เซนติเมตร งานที่เกิดขึ้นเท่ากับ.....โคน์ – เซนติเมตร
12. 1 กำลังมาหมายถึง.....
13. เครื่องกลเครื่องหนึ่งยกวัตถุหนัก 100 ปอนด์ ขึ้นสูง 11 ฟุต ในเวลา 5 วินาที ดังนั้นกำลังมาของ เครื่องกล เครื่องนี้เท่ากับ.....

แบบฝึกหัดทบทวน เรื่อง เสียง

จง เติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้

1. เสียง เกิดจาก.....
2. ขณะที่เราไถยีน เสียงนั้นแสดงว่าจะต้องมีวัตถุอย่างหนึ่งอย่างใด กำลัง เกิดการ.....อยู่
3. เมื่อเราเกาะระฆัง จะทำให้ระฆัง เกิดการ.....และมี.....เกิดขึ้น
4. เสียงพูดของคนและ เสียงร้องของสัตว์บางชนิด เกิดจาก.....ของ.....ในลำคอ
5. กลิ่น เสียง เป็นกลิ่น.....
6. จำนวนของคลื่นที่เคลื่อนที่ไต่ในหนึ่งวินาที เรียกว่า.....
7. ความเร็วของ เสียงขึ้นอยู่กับ.....
8. เสียงมีความเร็วประมาณ.....ฟุตต่อวินาทีในอากาศ
9. กลิ่น เสียง เหนียว.....ไม่ไค
10. ความถี่ของ เสียงขึ้นอยู่กับ.....
11. ความสูงต่ำของ เสียงหรือที่เรียกว่าระดับของ เสียงนั้น ขึ้นอยู่กับ.....
12. ความรู้สึกไถยีนที่เกิดขึ้นแต่ประสาทหูของมนุษย์นั้น จะต้องมีควมถี่แห่งการอัดขยายตัวของอากาศประมาณ.....ครั้งต่อวินาที
13. ในตัวกลาง 3 ชนิดคือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ เสียงเคลื่อนเร็วที่สุดใน.....
14. ความถี่, ระดับเสียง และคุณภาพของ เสียง จะทำให้เสียงหนึ่ง ๆ เหมือนกันหรือไม่.....
15. สายไวโอลินสั้นไค 5,000 ครั้งต่อวินาที และความเร็วของ เสียงในอากาศ มีค่า 1,100 ฟุตต่อวินาที ดังนั้นความยาวของกลิ่นเสียงจากไวโอลินที่ไคยีนเท่ากับ.....ฟุต

ភាគជួរក ក.

ប្រភេទសត្វ

1. แบบทดสอบวิทยาศาสตร์

1. แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์

คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบนี้ทั้งหมด 50 ข้อ และให้เวลาทำ 1 ชั่วโมง
2. คำถามแต่ละข้อจะเป็นปัญหาเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง งาน กำลัง และ เสี่ยง นักเรียนจงคิดโดยให้เหตุผลก่อนที่จะตัดสินใจตอบลงไป
3. ให้นักเรียนหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจาก ก ข ก หรือ ง ที่ให้ไว้ เมื่อเลือกคำตอบใด ก็ไปเขียนเครื่องหมาย X ทับบนอักษร ก ข ก หรือ ง ในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง

กระดาษคำตอบ

0. ข้อทดสอบที่นักเรียนกำลังทำ

อยู่นี้เป็นข้อทดสอบวิชาอะไร

ก. วิชาภาษาอังกฤษ

ข. วิชาภาษาไทย

ค. วิชาคณิตศาสตร์

ง. วิชาวิทยาศาสตร์

ข้อนี้ข้อ ง. ถูก นักเรียนก็เขียนเครื่องหมาย X ทับอักษร ง ในกระดาษคำตอบ

4. นักเรียนจงจำไว้ว่าต้องเขียนเครื่องหมายเพียงข้อใดอันเท่านั้น ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบ ก็ให้ขีดฆ่าเครื่องหมายเดิมเสียก่อน

0. ก ข ก X

1. ในความหมายทางวิทยาศาสตร์ "ผลของการออกแรงกระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไป" หมายถึงอะไร
 ก. กำลัง ข. งาน
 ค. พลังงาน ง. เสี่ยง

2. นาย ก และนาย ข ออกแรงเท่า ๆ กัน ยกวัตถุขึ้นหนึ่ง ถ้านาย ก ยกขึ้นไวกว่า นาย ข ในการทำงานใดมากกว่ากัน

ก. นาย ก ข. นาย ข
 ค. ใดเท่ากัน ง. ไม่มีงานเกิดขึ้น

3. แรง 32 ปอนด์ แล เท่ากับกี่ปอนด์

ก. 32 ปอนด์ ข. 33 ปอนด์
 ค. 34 ปอนด์ ง. 35 ปอนด์

4. ในระบบ 0.0.8. ถ้าแรงมีหน่วยเป็น ไกน์ ระยะทางมีหน่วยเป็น เซนติเมตร งานจะมีหน่วยเป็นอะไร

ก. จูล
 ข. ไกน์-เซนติเมตร
 ค. กรัม - เซนติเมตร
 ง. ไกน์กิโลเซนติเมตร

5. แรง 1 กรัม เท่ากับกี่ไกน์

ก. 980 ไกน์ ข. 890 ไกน์
 ค. 908 ไกน์ ง. 809 ไกน์

6. งาน 2 นิวตัน - เมตร เท่ากับกี่จูล

ก. 4 จูล ข. 3 จูล
 ค. 2 จูล ง. 1 จูล

7. แรง 1 นิวตัน เท่ากับ 100,000 ไกน์ ถ้าแรง 10^4 ไกน์ จะเป็นกี่นิวตัน

ก. 1 นิวตัน ข. 0.2 นิวตัน
 ค. 0.01 นิวตัน ง. 10 นิวตัน

8. ถ้าคนสองคนทำงานใดเท่ากัน และไ้ระยะทางเท่า ๆ กัน เขาจะต้องใช้อะไรเท่ากัน

ก. กำลัง ข. เวลา
 ค. แรง ง. ความเร็ว

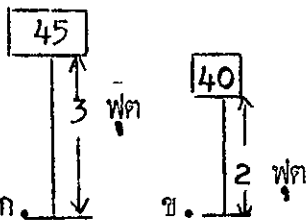
9. ถ้าคนสองคนทำงานใดเท่ากัน และคนที่หนึ่งทำงานโดยใช้แรงมากกว่าคนที่สอง ดังนั้นคนที่หนึ่งจะไ้ระยะทาง เป็นเท่าใด กับคนที่สอง

ก. เท่ากัน ข. ไ้ครึ่งหนึ่ง
 ค. มากกว่า ง. น้อยกว่า

10. ถ้า 1 กำลังมาเท่ากับ 746 วัตต์ และ 1 วัตต์ เท่ากับ 1 จูล ดังนั้น 1 จูล มีกี่กำลังมา

ก. 746 ข. $\frac{1}{746}$
 ค. 764 ง. 0.5

11.



จากรูป นาย ก ทำงานไ้มากกว่า

นาย ข อยู่กี่ฟุต - ปอนด์

ก. 135 ข. 80

ค. 55 ง. 5

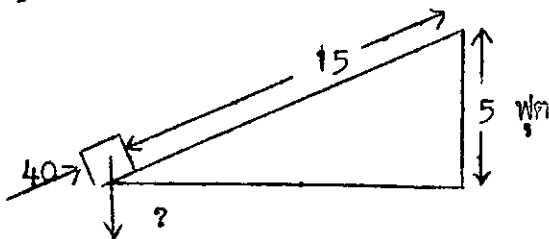
12. ถ้าแรงมีหน่วยเป็นกรัม ระยะทางมีหน่วยเป็นเซนติเมตร หน่วยของงานจะเป็นอะไร

ก. โคน ข. เอ็ก

ค. กรัม - เซนติเมตร

ง. กรัมกิโลเซนติเมตร

13.



จากรูป งานที่ทำเท่ากับเท่าใด

ก. 600 ฟุต - ปอนด์

ข. 200 ฟุต - ปอนด์

ค. 75 ฟุต - ปอนด์

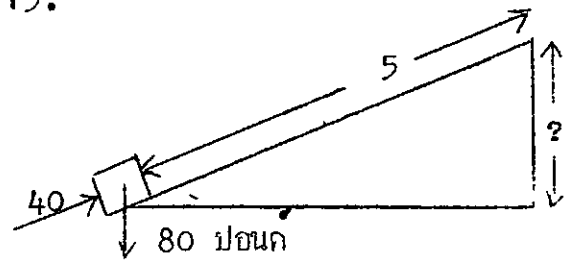
ง. 60 ฟุต - ปอนด์

14. จากรูปข้อที่ 13 วัตถุจะหนักเท่าใด

ก. 600 ปอนด์ ข. 200 ปอนด์

ค. 120 ปอนด์ ง. 100 ปอนด์

15.



จากรูป พื้นเอียงจะสูงเท่าใด

ก. 15 ฟุต ข. 10 ฟุต

ค. 5 ฟุต ง. 2.5 ฟุต

16. อัตราส่วนระหว่างงานที่ทำไ้กับ เวลาที่ใช้ในการทำงาน หมายถึงอะไร

ก. งาน ข. พลังงาน

ค. กำลัง ง. การได้เปรียบเชิงกล

17. หน่วยของกำลังนอกจากจะเกิดจากหน่วยของงานแล้ว ยังต้องเกิดจากหน่วยของอะไรอีก

ก. ระยะทาง

ข. แรง

ค. เวลา

ง. ความเร็ว

18. ถังงานที่ทำได้ 550 ฟุต - ปอนด์
ในเวลา 1 วินาที เรียกการทำงาน
นี้ว่า ทำงานควยกำลังก็กำลังมา

- ก. 1 กำลังมา ข. 2 กำลังมา
ค. 3 กำลังมา ง. 4 กำลังมา

19. รถยนต์คันหนึ่งสามารถทำงานได้
วินาทีละ 1,100 ฟุต - ปอนด์
แสดงว่ารถยนต์มีกำลังมา

- ก. 1 กำลังมา ข. 2 กำลังมา
ค. 3 กำลังมา ง. 4 กำลังมา

20. ถังงานมีหน่วย เป็นไจน์ - เซนติเมตร
หรือ เอิกเวลาเป็นวินาที กำลังจะ
มีหน่วยเป็นอะไร

- ก. เอิก - วินาที
ข. ไจน์เซนติเมตร - วินาที
ค. เอิกคอวินาที
ง. วินาทีคอเอิก

21. เครื่องกลเครื่องหนึ่งบนวัตถุหนัก
100 ปอนด์ ขึ้นสูง 11 ฟุต ในเวลา
5 วินาที กำลังของเครื่องกลเท่ากับ
กี่ฟุต - ปอนด์คอวินาที

- ก. 5,500 ข. 1,100
ค. 500 ง. 220

22. ในโจทย์ข้อที่ 21 นั้น กำลังมาของเครื่อง
กลเท่ากับเท่าใด

- ก. 0.4 กำลังมา ข. 0.8 กำลังมา
ค. 10 กำลังมา ง. 2 กำลังมา

23. แรงน้อยที่สุดที่ใช้ผลักรถเด็กเล่นหนัก 50
ปอนด์ ซึ่งวางอยู่บนพื้นลื่นที่ไม่ติดแรง
เสียดทาน มีค่าเท่าใด

- ก. 50 ปอนด์
ข. มากกว่า 50 ปอนด์
ค. น้อยกว่า 50 ปอนด์
ง. เท่าใดก็ได้

24. อัตราส่วนระหว่างงานที่ได้รับจากเครื่องกล
ต่องานที่ให้แก่เครื่องกล หมายถึงอะไร

- ก. การไคเปรียบเชิงกล
ข. กำลัง
ค. ประสิทธิภาพของเครื่องกล
ง. แรงเสียดทาน

25. เครื่องกลใดก็ตามถ้าสามารถให้งานออก
มาได้ เท่ากับ งานที่ใส่ให้แก่เครื่องกล
เรียกว่า เครื่องกลนั้นมีประสิทธิภาพ
เป็นกี่เปอร์เซ็นต์

- ก. 90 % ข. 95 %
ค. 98 % ง. 100 %

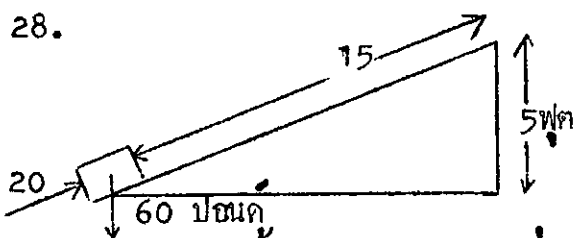
26. อัตราส่วนระหว่างแรงที่เครื่องกลให้ออกมา กับแรงที่ให้แก่เครื่องกล หมายถึงอะไร

- ก. งาน ข. กำลัง
 ก. ประสิทธิภาพของเครื่องกล
 ง. การไคเปรียบเชิงกล

27. เครื่องกลเครื่องหนึ่งใช้แรง 10 ปอนด์ ยกน้ำหนักไค 100 ปอนด์ การไคเปรียบเชิงกลของเครื่องกลนี้ เทียบเท่าใด

- ก. 10 ข. 0.1
 ก. 100 ง. 1,000

28.



จากรูป การไคเปรียบเชิงกลเป็นเท่าใด

- ก. 3 ข. 4
 ก. 5 ง. 6

29. เครื่องกลจะช่วยให้การผ่อนแรงไค ถ้าคำนวณค่า การไคเปรียบเชิงกล ออกมาเป็นเท่าใด

- ก. เท่ากับ 1 ข. น้อยกว่า 1
 ก. มากกว่า 1 ง. เป็นศูนย์

30. ความถี่ของ เสียงหมายถึงอะไร

- ก. ความยาวคลื่น ข. อิมพัลส์
 ค. ความยาวคลื่นในเวลา 1 วินาที
 ง. จำนวนคลื่นในเวลา 1 วินาที

31. เสียงเกินเร็วที่สุดในอะไร

- ก. น้ำ ข. อากาศ
 ก. สูญญากาศ ง. ช่องแข็ง

32. ความรู้สึกไคยีนที่เกิดขึ้นแก่ประสาทหู ของมนุษย์ไคนั้น จะต้องมีความถี่แห่ง ก่ำรชัก - ขยายตัวของอากาศ ประมาณกี่ครั้งต่อวินาที

- ก. 16 - 2000 ข. 16 - 20000
 ค. 16 - 25000 ง. 16 - 2500

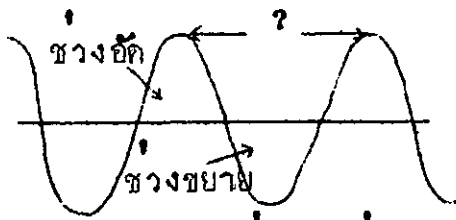
33. อะไรมีความหนาแน่นมากที่สุด

- ก. เหล็ก ข. น้ำ
 ก. อากาศ ง. ไม้

34. คลื่นเสียงจัดเป็นคลื่นอะไร

- ก. ตามยาว ข. ตามขวาง
 ก. แม่เหล็กไฟฟ้า ง. คลื่นน้ำ

35.



จากรูป ระยะจากช่วงอัดหนึ่งไปยังอีก
ช่วงอัดหนึ่ง เรียกว่าอะไร

- ก. ความถี่ของคลื่น ข. อัมพลิจูด
- ค. ความยาวคลื่น
- ง. ความยาวช่วงอัด

36. ช่วงที่มีความกดดันของอากาศค่า
หมายถึงช่วงใด

- ก. ช่วงอัด ข. ช่วงขยาย
- ค. ช่วงความถี่ ง. ช่วงอัมพลิจูด

37. ถ้าเสียงมีความเร็วคงที่ 1,100
ฟุต/วินาที และความยาวของ
คลื่นเสียงจากไวโอลิน เท่ากับ
4 ฟุต สายไวโอลินจะสั่นไกววินาที
ละกี่ครั้ง

- ก. 4,400 ครั้ง ข. 550 ครั้ง
- ค. 275 ครั้ง ง. 250 ครั้ง

38. เสียงมีความเร็วประมาณเท่าใด
ในอากาศ

- ก. 186,000 ไมล์/วินาที
- ข. 1,100 ไมล์/วินาที

ก. 1,000 ฟุต/วินาที

ง. 1,100 ฟุต/วินาที

39. ความเร็วของเสียงขึ้นอยู่กับอะไร

- ก. ความตึง ข. ความยาวคลื่น
- ค. ความดัน ง. อุณหภูมิ

40. เสียงเดินทางผ่านอะไรไม่ได้

- ก. น้ำมันเครื่อง ข. กำแพง
- ค. สูญญากาศ ง. วัสดุพรุน

41. โดยปกติคลื่นเสียงที่สะท้อนกลับมากจะมี
ความเร็วประมาณเท่าใด

- ก. 2 เท่าความเร็วเดิม
- ข. $\frac{1}{2}$ ของความเร็วเดิม
- ค. ความเร็วเท่าเดิม
- ง. ไม่มีข้อใดถูก

42. ปกติหูของนกเราจะได้ยินเสียงก้องก็ต่อเมื่อ
ระยะเวลาของเสียงจะคงห่างกันมากกว่า
เท่าใด

- ก. 10 วินาที ข. 1 วินาที
- ค. 0.1 วินาที ง. 0.05 วินาที

43. วัสดุที่ป้องกันเสียงก้องจะต้อง มีลักษณะ
อย่างไร

- ก. เปื่ความพรุน ข. มีผิวพื้นขรุขระ
- ค. มีผิวเรียบ ง. ถูกทั้ง ก และ ข

44. ความแตกต่างของเสียงหนึ่งๆ
ขึ้นอยู่กับอะไร

- ก. ความดัง ข. ระกำเสียง
ก. คุณภาพของเสียง
ง. ถูกทั้งข้อ ก, ข และ ก

45. ความดังของเสียงขึ้นอยู่กับ
อะไร

- ก. อัมพลิจูด ข. ความเข้ม
ก. ความยาวคลื่น
ง. ความถี่

46. หน่วยที่ใช้วัดระกำความเข้ม
ของเสียงเรียกว่าอะไร

- ก. นิวตัน ข. โปด
ก. ลูเมน ง. มก

47. ความสูงต่ำของเสียงหรือระกำ
ของเสียงขึ้นอยู่กับอะไร

- ก. อัมพลิจูด ข. ความเข้ม
ก. ความยาวคลื่น
ง. ความถี่

48. อวัยวะที่ทำให้เกิดเสียงของคน
เรียกว่าอะไร

- ก. หลอดลม ข. หลอดเสียง
ก. กลองเสียง ง. สายเสียง

49. ข้อใดที่ไม่ใช่ของกำประภพแห่งการ
โคบิน

- ก. ทั่วกลาง ข. หู
ก. ส้อมเสียง
ง. แผลงกำเนิกเสียง

50. ลวดสองเส้นโตเท่ากัน ซึ่งอยู่ระหว่าง

ตาม 2 ก โดยมีความยาวเท่ากัน
เส้นหนึ่งซึ่งตั้งกว่า ถ้าตัดลวดนี้
ให้สั้นกว่าแรงเท่าๆกัน ลวดเส้นที่
ซึ่งหย่อนกว่าจะให้เสียงเป็นอย่างไร

- ก. สูงกว่า ข. ต่ำกว่า
ก. คีกว่า ง. ดังกว่า

2. แบบทดสอบที่สนกติทางวิทยาศาสตร์

2. แบบทดสอบทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....

คำชี้แจง

ในแบบสอบถามแต่ละข้อจะมี () อยู่ข้างหน้าคำว่า เห็นควยอย่างยิ่ง
เห็นควย เฉยๆหรือไม่แน่ใจ ไม่เห็นควย ไม่เห็นควยอย่างยิ่ง หรืออาจมีข้อความ
อื่นซึ่งมีลักษณะคล้ายๆกัน เช่น มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

โปรดอ่านข้อความในแบบสอบถามแต่ละข้อ แล้วพิจารณาความรู้สึกที่แท้จริง
ของตนเอง เขียนเครื่องหมาย ✓ ลงใน () ลงเพียงข้อละ 1 คำตอบ

ตัวอย่าง

๐. การกินน้ำสกปรก อาจเป็น
สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรค
ได้

- () ก. เห็นควยอย่างยิ่ง
- () ข. เห็นควย
- () ค. ไม่แน่ใจ
- () ง. ไม่เห็นควย
- () จ. ไม่เห็นควยอย่างยิ่ง

๐. นักเรียนชมการเขียนแบบใช้
โปรแกรม

- () ก. มากที่สุด
- () ข. มาก
- () ค. ปานกลาง
- () ง. น้อย
- () จ. น้อยที่สุด

1. นักเรียนอยากทราบว่าจะมีสิ่งมีชีวิตบนดาวอังคารหรือไม่

- () ก. เห็นควยอย่างยิง
- () ข. เห็นควย
- () ค. ไม่แน่ใจ
- () ง. ไม่เห็นควย
- () จ. ไม่เห็นควยอย่างยิง

2. เมื่อนักเรียนสงสัยหรืออยากทราบอะไร นักเรียนจะต้องสังเกตคนกว่าใครเรื่อง

- () ก. เห็นควยอย่างยิง
- () ข. เห็นควย
- () ค. ไม่แน่ใจ
- () ง. ไม่เห็นควย
- () จ. ไม่เห็นควยอย่างยิง

3. นักเรียนเห็นว่าการรวมตัวของสิ่งสำคัญ

- () ก. เห็นควยอย่างยิง
- () ข. เห็นควย
- () ค. ไม่แน่ใจ
- () ง. ไม่เห็นควย
- () จ. ไม่เห็นควยอย่างยิง

4. ถ้านักเรียนมีปัญหามาถามครู แต่ครูอธิบายไม่ชัดเจน นักเรียนจะรู้สึกกระวนกระวายไม่คอยสบายใจ

() ก. เห็นควยอย่างยิง

() ข. เห็นควย

() ค. ไม่แน่ใจ

() ง. ไม่เห็นควย

() จ. ไม่เห็นควยอย่างยิง

5. ถ้านักเรียนหัดสุมบุหรี่ย่อมเหลา ผู้ใหญ่ตักเตือน นักเรียนก็ควรเลิกไม่ทำเช่นนั้นอีก

() ก. เห็นควยอย่างยิง

() ข. เห็นควย

() ค. ไม่แน่ใจ

() ง. ไม่เห็นควย

() จ. ไม่เห็นควยอย่างยิง

6. นักเรียนเห็นว่าการฝึกเห็นของตนเองเป็นสิ่งสำคัญ คนอื่นควรรับฟังและปฏิบัติตาม

() ก. ไม่เห็นควยอย่างยิง

() ข. ไม่เห็นควย

() ค. ไม่แน่ใจ

() ง. เห็นควย

() จ. เห็นควยอย่างยิง

7. นักเรียนควรฝึกอย่างมีเหตุผล

() ก. เห็นควยอย่างยิง

() ข. เห็นควย

() ค. ไม่แน่ใจ

- () ง. ไม่เห็นควย
- () จ. ไม่เห็นควยอย่างยิง
8. นักเรียนเชื่อว่าสิ่งศักดิ์สิทธิ์จะช่วย
ป้องกันอันตรายได้
- () ก. ไม่เห็นควยอย่างยิง
- () ข. ไม่เห็นควย
- () ค. ไม่แน่ใจ
- () ง. เห็นควย
- () จ. เห็นควยอย่างยิง
9. มนุษย์ใช้การถาเวทมนตร์รักษาโรค
บางชนิดได้
- () ก. ไม่เห็นควยอย่างยิง
- () ข. ไม่เห็นควย
- () ค. ไม่แน่ใจ
- () ง. เห็นควย
- () จ. เห็นควยอย่างยิง
10. การใบหอยหลอด เตอร์หรือพอน้ำ
ศักดิ์สิทธิ์เป็นเรื่องเหลวไหล
- () ก. เห็นควยอย่างยิง
- () ข. เห็นควย
- () ค. ไม่แน่ใจ
- () ง. ไม่เห็นควย
- () จ. ไม่เห็นควยอย่างยิง
11. โลกที่เราอาศัยอยู่กลมกลายผสม
แต่ถ้ามีผู้พิสูจน์ไกว่า โลกเรานี้
แบนเหมือนเหรียญบาทนักเรียนก็

ควรจะเชื่อ

- () ก. มากที่สุด
- () ข. มาก
- () ค. ปานกลาง
- () ง. น้อย
- () จ. น้อยที่สุด
12. ในการทำงานเป็นกลุ่ม ถ้าหัวหน้าแบ่ง
งานที่ยากที่สุดให้คนอื่นและงานที่สุคให้
นักเรียน นักเรียนจะรู้สึก
- () ก. ไม่พอใจเลย
- () ข. ไม่พอใจ
- () ค. เฉยๆ
- () ง. พอใจ
- () จ. พอใจมากที่สุด
13. นักเรียนเชื่อว่าคนขยันเท่านั้นจึงมีเงินใช้
- () ก. เห็นควยอย่างยิง
- () ข. เห็นควย
- () ค. ไม่แน่ใจ
- () ง. ไม่เห็นควย
- () จ. ไม่เห็นควยอย่างยิง
14. นักเรียนขอผลการทดลองวิทยาศาสตร์
- () ก. มากที่สุด
- () ข. มาก
- () ค. ปานกลาง
- () ง. น้อย
- () จ. น้อยที่สุด