

การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑
ในบางหัวข้อ โดยใช้แบบเรียนโปรแกรม กับ การสอนตามปกติ

ปริญญานิพนธ์

ของ

ปรีดา เพชรนิศรี



ขอเสนอ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เสนอกรมมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

7 มีนาคม 2518

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... ประธาน

..... กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือและคำแนะนำจากอาจารย์สมศักดิ์ แสนสุข และอาจารย์สมบุรณ์ ร่มแก้ว ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทั้งสองไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณอาจารย์จันทนา แฉนสุข อาจารย์หัวหน้าสายวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ ที่ได้กรุณาให้ความสะดวกในการจัดกลุ่มตัวอย่าง ในการทดลองการสอนเป็นอย่างดี

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ใหญ่โรงเรียนสตรีสุราษฎร์ธานี อาจารย์ใหญ่โรงเรียนธีราภรณ์วิทยา อาจารย์ใหญ่โรงเรียนพุทธนิคม อาจารย์ใหญ่โรงเรียนประสงค์สาร์วิทยา และอาจารย์ใหญ่โรงเรียนพันธุศึกษา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่กรุณาให้ความสะดวกในการทดลองใช้แบบเรียนโปรแกรม และแบบทดสอบในการวิเคราะห์สร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยครั้งนี้ และผู้อุปการะท่านอื่นๆอีกหลายท่านที่ผู้วิจัยมิได้กล่าวชื่อนามในที่นี้ ซึ่งมีส่วนช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จด้วยดี

ปรีดา เพชรมีศรี

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
ข้อตกลงเบื้องต้น	4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
คำจำกัดความของศัพท์	5
2 เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
3 วิธีดำเนินการ	12
การเลือกกลุ่มตัวอย่าง	12
การสร้างเครื่องมือเพื่อรวบรวมข้อมูล	13
การรวบรวมข้อมูล	19
การจัดกระทำกับข้อมูล	19
4 การวิเคราะห์ข้อมูล และ ผลการทดลอง	22
การเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียนระหว่าง กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	23
การเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการเรียน ของกลุ่มทดลอง	24
การเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการเรียน ของกลุ่มควบคุม	25
การเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนระหว่าง กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	26

การเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทาง วิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการ เรียนของกลุ่มทดลอง	27
การเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทาง วิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการ เรียนของกลุ่มควบคุม	28
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	29
ความมุ่งหมายของการวิจัย	29
สมมติฐานของการวิจัย	29
สรุปผลการวิจัย	29
อภิปรายผลการวิจัย	30
ข้อเสนอแนะ	31
บรรณานุกรม	33
ภาคผนวก	37
ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์แบบทดสอบและข้อมูล	
ภาคผนวก ข. แบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์	
ภาคผนวก ค. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์	

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง	12
2 แสดงโรงเรียนและจำนวนนักเรียนที่ทดลองใช้แบบทดสอบ	15
3 แสดงค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	16
4 แสดงค่าอำนาจจำแนกของคำถามแต่ละข้อของแบบทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์	18
5 คำนัยสำคัญของคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมก่อนการเรียน	23
6 คำนัยสำคัญของคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียนกับคะแนนจากการทดสอบหลังการเรียนของกลุ่มทดลอง	24
7 คำนัยสำคัญของคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียนกับคะแนนจากการทดสอบหลังการเรียนของกลุ่มควบคุม	25
8 คำนัยสำคัญของคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	26
9 คำนัยสำคัญของคะแนนจากการทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนของกลุ่มทดลอง	27
10 คำนัยสำคัญของคะแนนจากการทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนของกลุ่มควบคุม	28

ภูมิหลัง

การจัดการศึกษาโดยทั่วไปจะเน้นหนักถึงการจัดการศึกษาระบบโรงเรียน โดยมุ่งพัฒนา ปรับปรุงการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น ทั้งนี้เราเชื่อว่าผู้ที่ได้รับการศึกษานั้น จะต้องเป็น "ผู้" ได้รับการอบรมสั่งสอนในโรงเรียน แต่ในปัจจุบันจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ความต้องการในด้านการศึกษาของประชากรจึงเพิ่มขึ้นด้วย ทั้งความก้าวหน้าทางวิชาการแขนงต่างๆก็เพิ่มขึ้นมากมาย จึงเกิดอุปสรรคในการลงทุนเพื่อจัดการศึกษาระบบโรงเรียน ก็ไม่สามารถจัดหาทุนทรัพย์และกำลังคนให้เพียงพอ เพื่อสนองความต้องการของประชากรในชาติได้ อันเป็นวิกฤตการณ์ทางการศึกษาที่กำลังเกิดขึ้นกับเมืองไทยขณะนี้ ดังเช่น ในปี พ.ศ. 2515 ผู้ที่มีโอกาสเข้าเรียนในสถาบันการศึกษาระดับต่างๆดังนี้

ในระดับประถมศึกษา มีนักเรียนในโรงเรียนเพียง 14 เปอร์เซ็นต์ของประชากรทั้งหมด ในระดับมัธยมศึกษา มีนักเรียนในโรงเรียนเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ของประชากรทั้งหมด และในระดับอุดมศึกษามีเพียง 0.12 เปอร์เซ็นต์ของประชากรทั้งหมดเท่านั้น (ก๊อ สวัสดิ์พานิชย์, 2515:88) ทั้งนี้เพราะประสบปัญหาขาดแคลนครูและสถานที่เรียนนั่นเอง เพราะเรามุ่งแต่จะจัดการศึกษาระบบโรงเรียนซึ่งต้องลงทุนอย่างมหาศาล ผู้เขียนคิดว่าหากเรายังจะมุ่งจัดตั้งการศึกษาระบบโรงเรียนเพียงอย่างเดียว เห็นทีจะไม่สามารถขยายขอบเขตการบริการทางการศึกษาให้ถึงประชากรส่วนใหญ่ของชาติได้เป็นแน่ อันแสดงให้เห็นว่าแนวโน้มที่จะต้องไม่หาระบบการศึกษาอย่างอื่นมาใช้ในการจัดการศึกษาย่อมมีกวางจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะเทคโนโลยีทางการศึกษาใหม่ๆที่เหมาะสม จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยขยายวงการศึกษาออกสู่ประชากรของชาติได้อย่างแท้จริง โดยเฉพาะในเมืองไทยซึ่งมีประชากรอยู่ในเขตชนบทถึง 80 เปอร์เซ็นต์ของประชากรทั้งหมด อย่างไรก็ตามการจะนำเอาเทคโนโลยีทางการศึกษาใดๆมาใช้ในการจัดการศึกษาจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการวิจัย เพื่อเลือกเอาเทคโนโลยีทางการศึกษาที่เหมาะสมมาใช้ แต่ในเมืองไทยยังมีการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้น้อยมาก ดังนั้นผู้เขียนเห็นว่าสมควรอย่างยิ่งที่จะต้องวิจัยเรื่องนี้กันอย่างจริงจัง เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการปฏิรูปการศึกษาให้ดำเนินไปอย่างเหมาะสมและถูกต้องตามความมุ่งหมาย

แบบเรียนโปรแกรมเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างหนึ่ง ซึ่งผู้เขียนคิดว่าน่าจะ
ช่วยแก้ปัญหาการจัดการศึกษาของเมืองไทยได้ เพราะแบบเรียนโปรแกรมช่วยแก้ปัญหาการ
ขาดแคลนครูและสถานที่เรียน ช่วยครูในเรื่องวิธีสอน ช่วยผ่อนแรงครูในเรื่องการสอน เพราะ
แบบเรียนโปรแกรมจะช่วยให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง ดังนั้นนอกจากให้นักเรียนเรียนที่
โรงเรียนแล้ว อาจให้นักเรียนเรียนนอกโรงเรียนก็ได้ แบบเรียนโปรแกรมช่วยให้เกิดการ
เรียนรู้ได้พอๆกับนักเรียนที่เรียนจากการสอนของครูตามปกติ (ปรีชา กุณวลี, 2515:26)
เพราะแบบเรียนโปรแกรมจะเป็นแบบเรียนที่จัดลำดับขั้นของเนื้อหาวิชา ที่สามารถใช้เป็น
มาตรฐานของการสอนที่ถี่ถ้วน และเป็นการสอนที่เด็กเรียนด้วยตนเอง โดยที่แบบเรียนโปรแกรม
มีลักษณะดังนี้

1. บทเรียนทำไว้เป็นลำดับขั้นต่อเนื่องกัน โดยตั้งคำถามนำให้ผู้อ่านตอบ
2. ผู้เรียนจะได้รู้คำตอบโดยทันที ว่าคำตอบของตนถูกหรือผิด
3. ผู้เรียนดำเนินการเรียนไปได้โดยอิสระ ตามความสามารถของตนเอง
4. เนื้อหาในบทเรียนนำไปใช้ในการเรียนไปที่ละขั้นจนจบเนื้อหา

อันเป็นแนวความคิดของนักการศึกษาในอันที่จะใช้แบบเรียนโปรแกรมแทนครูให้มากที่สุดเท่าที่
จะทำได้ (คณะนิสิตปริญญาโทแผนกโสตทัศนศึกษา จุฬาฯ, 2512:205) ลักษณะสำคัญอย่าง
หนึ่งของแบบเรียนโปรแกรม คือแบบเรียนโปรแกรมสร้างขึ้นตามพื้นฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้
หลายทฤษฎี เช่น ทฤษฎีการเสริมแรง เป็นต้น ทั้งยังคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลอีก
ด้วย โดยผู้เรียนจะเรียนไปตามความสามารถของตน ไม่มีการถ่วงเวลาในการเรียนของ
บุคคลที่มีความสามารถในการเรียนสูง หรือแม้แต่บุคคลที่เรียนช้าและล้าช้าในโรงงานก็สามารถ
เรียนด้วยตนเองได้ (Wallbur, 1964:9) การเรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมจึงไม่จำเป็น
ต้องเรียนที่โรงเรียนก็ได้ เพียงแต่จัดระบบการเรียนและการวัดผลให้เหมาะสม เพื่อให้เป็น
ไปตามความมุ่งหมายของการจัดการศึกษาของชาติ โดยมีข้อสันนิษฐานเงินในการสร้างอาคาร
วัสดุอุปกรณ์ ตลอดจนบุคลากรและอื่นๆ

วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตเป็นอย่างยิ่ง การพัฒนาประเทศมีส่วนเกี่ยว
ข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนเป็นอย่างมาก ดังนั้นการสอนวิทยาศาสตร์
จึงเปรียบเสมือนรากฐานของการพัฒนาประเทศ (พิทักษ์ รัชพลเดช, 2513:3) ทว่าการจัด

การศึกษาของไทยยังขยายไปสู่ประชากรของประเทศน้อยมากเมื่อเทียบกับจำนวนประชากรของประเทศทั้งหมด โดยเฉพาะในชนบท ทำให้ความรู้ใ้วิชาการต่างๆและความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ไปได้แพร่หลายเท่าที่ควร ผู้เขียนมั่นใจว่าแบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์จะช่วยเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ประชากรได้อย่างกว้างขวาง แม้ในชนบทที่ไม่มีโรงเรียนก็สามารถเรียนจากแบบเรียนโปรแกรมได้ ดังนั้นการทดลองสร้างและใช้แบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์ในการเสนอแนวคิดในการปรับปรุงระบบการศึกษาของชาติ เพื่อให้สนองความต้องการของสังคมไทยได้อย่างแท้จริง เพิ่มความเท่าเทียมกันในโอกาสที่จะได้รับบริการทางการศึกษา อันเป็นบริการที่รัฐต้องจัดให้แก่ประชากรของชาติ ผู้เขียนปรารถนาอย่างยิ่งที่จะเห็นความเจริญก้าวหน้าของชาติ ซึ่งย่อมขึ้นอยู่กับรากฐานทางการศึกษาของประชากรในชาติ การจัดการศึกษาให้ถึงประชากรในชนบทจึงเป็นเรื่องที่รัฐพึงกระทำโดยรีบด่วน เพราะประชากรส่วนใหญ่ของชาติอยู่ในชนบท เท่าที่เป็นอยู่รัฐมุ่งจัดการศึกษาเพื่อประชากรในเมืองเป็นหลัก ทำให้ประชากรในชนบทมีพื้นฐานทางการศึกษากำ อันเป็นผลให้เกิดความเสียหายทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง ถึงเวลาแล้วที่รัฐจะต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงนโยบาย ระบบการศึกษาเสียใหม่ ดังเช่นการจัดการศึกษาอีกระบบหนึ่งนอกเหนือจากการศึกษาระบบโรงเรียน โดยเลือกเอาเทคโนโลยีทางการศึกษาที่เหมาะสมมาใช้ ผู้เขียนมองเห็นถึงความสำคัญดังที่กล่าวมาี้ จึงเลือกศึกษาวิจัยถึงผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จากการสอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม กับ การสอนตามปกติของครูในชั้นเรียน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แม้ว่าการศึกษาวิจัยครั้งนี้มิได้กระทำในสภาพความเป็นจริงในชนบท แต่อย่างน้อยก็จะชี้ให้เห็นว่า จะมีทางที่จะนำเอาแบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอนกับเมืองไทยได้หรือไม่

ความมุ่งหมายของการศึกษากันกว่า

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงาน มวลสารและน้ำหนัก ของนักเรียนจากการเรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม กับ การสอนตามปกติของครูในชั้นเรียน

2. เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบเรียนโปรแกรม และการสอนตามปกติของครูในชั้นเรียน

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติของครูในชั้นเรียน
2. ผลจากการทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มหลังจากการเรียน สูงกว่าก่อนการเรียน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเสนอแนวความคิดที่จะใช้แบบเรียนโปรแกรมในการแก้ปัญหาการขาดแคลนครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน
2. เพื่อเสนอแนวทางที่จะใช้แบบเรียนโปรแกรม ในการเผยแพร่ความรู้ต่างๆให้กว้างขวาง และจะช่วยกระจายบริการทางการศึกษาของชาติออกไป
3. เป็นการเผยแพร่วิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบเรียนโปรแกรม และเป็นแนวทางที่ครูสอนวิทยาศาสตร์จะได้ศึกษา ทดลองสร้างแบบเรียนโปรแกรมขึ้นใช้ด้วยตนเอง
4. เพื่อเสริมสร้างแนวคิดในการปรับปรุงการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ข้อตกลงเบื้องต้น

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ถือว่าทั้งอยู่บนรากฐานที่สำคัญๆดังนี้

1. นักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถพอๆกัน
2. ถือว่านักเรียนในกลุ่มทดลอง มีความจริงใจในอันที่จะใช้ความสามารถของตนเรียนจากแบบเรียนโปรแกรม
3. ถือว่าครูที่สอนนักเรียนในกลุ่มควบคุม มีความสามารถในการสอนพอๆกับครูที่สอนในระดับเดียวกันโดยทั่วไป
4. ถือว่าแบบเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นนี้ ถูกต้องตามลักษณะของแบบเรียนโปรแกรมที่ถือตามหลักวิชาการ และมีความสมบูรณ์ในเนื้อหาวิชา เฉพาะหน่วยที่จะทดลองสอน ตามหลักสูตรของวิชาวิทยาศาสตร์ ของกระทรวงศึกษาธิการ ปีพุทธศักราช 2503

ขอบเขตของการศึกษากันคว้า

ในการศึกษากันคว้าครั้งนี้ มีขอบเขตจำกัดไว้ดังนี้

1. เป็นการศึกษเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการสอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม กับการสอนตามปกติของครูในชั้นเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 72 คน และแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มทดลอง มีนักเรียนจำนวน 36 คน

กลุ่มควบคุม มีนักเรียนจำนวน 36 คน

2. การทดลองกระทำในภาคเรียนที่ 2 ของปีการศึกษา 2517 ใช้เวลาทดลองกลุ่มละ 10 ชั่วโมง

3. แบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเองเพื่อใช้ในการทดลองครั้งนี้เท่านั้น

4. ผู้วิจัยจะทำหน้าที่ควบคุมการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองด้วยตนเอง

5. ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ จะเป็นผู้สอนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

6. นักเรียนทั้งสองกลุ่มตัวอย่าง จะเรียนในเนื้อหาวิชาเดียวกัน คือเนื้อหาวิชาที่ผู้วิจัยเลือกมาเพื่อการทดลองครั้งนี้

คำจำกัดความของศัพท์

1. แบบเรียนโปรแกรม หมายถึง แบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงาน และมวลสาร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

2. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มคือ

กลุ่มทดลอง จำนวน 36 คน เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม

กลุ่มควบคุม จำนวน 36 คน เรียนจากการสอนของครูตามปกติ

3. การสอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม หมายถึง ขบวนการเรียนที่นักเรียนเรียนจาก

แบบเรียนโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง และมีผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมการเรียนของนักเรียน

4. การสอนตามปกติ หมายถึง ขบวนการเรียนที่นักเรียนเรียนจากการสอนของครูประจำวิชาวิทยาศาสตร์ ของโรงเรียนสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ โดยวิธีบรรยายในชั้นเรียน โดยไม่ใช้แบบเรียนโปรแกรม

5. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน หมายถึง คะแนนจากการทดสอบนักเรียนหลังจากการเรียนการสอนเสร็จสิ้น โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

6. ทักษะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะดังต่อไปนี้

- 6.1. อยากรู้อยากเห็นในสิ่งแปลกใหม่
- 6.2. เชื่อว่าผลต่างๆเกิดขึ้นได้ก็เพราะมีเหตุ
- 6.3. เป็นคนที่ยอมรับความวุ่นใหม่ๆ
- 6.4. ใช้ความกตัญญูอย่างมีเหตุผล
- 6.5. ไม่เชื่อในโชคลาง หรือกำหนดานายที่ไม่มีเหตุผล
- 6.6. พร้อมที่จะเปลี่ยนความเชื่อเมื่อพบหลักฐานใหม่
- 6.7. พร้อมที่จะยอมรับความจริง เมื่อมีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้
- 6.8. ยอมรับนับถือความกตัญญูของผู้อื่น
- 6.9. เป็นผู้ซื่อตรง อุดมคุณ ยุติธรรม ละเอียดยละเอียด

(พิทักษ์ วัชรพลเดช, 2514: 37 - 38)

7. ความสนใจทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะดังต่อไปนี้

- 7.1. สนใจที่จะยึดวิทยาศาสตร์เป็นงานอดิเรก
- 7.2. สนใจค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 7.3. สนใจที่จะยึดวิทยาศาสตร์เป็นงานอาชีพ

(National Society for the Study of Education, 1947: 29)

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีทางการศึกษาได้ถูกนำมาใช้ในการจัดการศึกษาอย่างกว้างขวาง และในอนาคตก็มีแนวโน้มที่จะเพิ่มความต้องการมากขึ้น โดยเฉพาะการจัดการศึกษาของไทย ยิ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะจะเป็นแนวทางในการช่วยกระจายบริการทางการศึกษาออกสู่ชนบทได้อย่างแท้จริง ทั้งยังช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครูและจะเป็นการประหยัดทุนทรัพย์อีกด้วย แบบเรียนโปรแกรมเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่ถูกนำมาใช้กับวงการศึกษา เพื่อแก้ปัญหาเรื่องจำนวนครูและสถานที่เรียนเพิ่มขึ้นไม่สอดคล้องกับจำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การสอนแบบโปรแกรมนับเป็นวิธีสอนแบบใหม่ และได้ผลดีพอสมควรในการเรียนการสอน โดยที่อาศัยหลักการช่วยให้นักเรียนรู้จักเรียนด้วยตนเอง คือจัดลำดับเนื้อหาเป็นขั้นๆ เพื่อให้ นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้เองได้ด้วยตนเอง การสอนแบบโปรแกรมนั้นหมายถึง การจัดลำดับประสบการณ์ไว้สำหรับผู้เรียนไปสู่ความสามารถ โดยอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งเร้า (Stimulus) กับการตอบสนอง (Response) (เปรื่อง กุมุท, 2516:1) ส่วนเครื่องมือการสอนแบบโปรแกรมอาจเป็นหนังสือ (Programmed text book) หรือเป็นเครื่องกล (Teaching Machines) แต่ว่าการสอนแบบ

โปรแกรมจะยึดหลักสำคัญ 3 ประการ

- 1.อธิบายบทเรียนและให้นักเรียนตอบคำถามที่เกี่ยวกับบทเรียนหลายๆข้อ
- 2.ทำให้นักเรียนทราบได้ทันทีว่า คำตอบของตนถูกหรือผิด
- 3.ให้นักเรียนมีโอกาสเรียนด้วยตนเอง และเวลาเรียนสำหรับบทเรียนหนึ่งๆขึ้นอยู่กับ

กับสติปัญญาของนักเรียนแต่ละคน (สุภา ภูธรงค์กุล, 2515:161 - 162)

ฟราย (Fry) ได้กล่าวไว้ว่า วิธีสอนแบบโปรแกรมสอดคล้องกับปรัชญาการศึกษาแบบโปรเกรสซีฟ (Progressive Education) เพราะนอกจากจะอาศัยทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement) หรือการให้รางวัลเป็นสิ่งล่อใจแล้ว ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนในชั้นที่จะมีส่วนร่วมในการเรียนเป็นสำคัญ (Fry, 1959: 23 - 24)

สำหรับผลการวิจัยเกี่ยวกับผลการสอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม ผู้เขียนก็ว่า

เป็นสิ่งสำคัญมาก ในอันที่จะตัดสินใจเลือกนำมาใช้ในการจัดการศึกษาให้เหมาะสมตามสภาพความเป็นจริง ในต่างประเทศมีผลงานการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้มากพอสมควร แต่สำหรับในไทยแล้วผลงานการวิจัยในเรื่องนี้ยังน้อยอยู่ ซึ่งตามความคิดเห็นของผู้เขียนคิดว่าน่าจะส่งเสริมการวิจัยในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง เพราะเป็นช่วงที่เรากำลังจะปฏิรูปการศึกษาเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของสังคมไทยอย่างแท้จริง และต้องการกระจายการศึกษาออกสู่ท้องถิ่น ผู้เขียนจึงเสนอผลงานการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลของการสอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมทั้งในประเทศไทย และต่างประเทศดังต่อไปนี้

เวว (Waite) ได้วิจัยผลการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนในระดับมัธยมชั้นสูง (High School) สำหรับนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยา โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับนักเรียนกลุ่มหนึ่ง และอีกกลุ่มหนึ่งเรียนจากการสอนตามปกติของครู ใช้เวลาในการทดลอง 13 ก้าวเวลาคิดต่อกัน ก่อนเริ่มเรียนจะทดสอบเชาว์ (I.Q.) และความสามารถในการอ่านเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม หลังจากเรียนจบเนื้อหาแล้ว ทดสอบเพื่อนำคะแนนมาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มที่ใช้แบบเรียนโปรแกรมทำคะแนนจากการทดสอบได้สูงกว่าคะแนนที่ทำไว้ก่อนเริ่มการเรียน และความสามารถในด้านความจำของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม กับนักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติของครูไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Waite, 1971:4637 - A)

มอส (Moses) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม กับนักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติของครู ในวิชาพีชคณิตระดับลูกบาศก์ชันปีที่ 1 เสนอเป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก ที่มหาวิทยาลัยดุ๊กส์ตัน เมื่อค.ศ. 1962 โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มทดลอง เรียนจากแบบเรียนโปรแกรม

กลุ่มควบคุม เรียนจากการสอนตามปกติของครู

ทั้งสองกลุ่มเรียนตามเนื้อหาเกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทากอรัส เมื่อเรียนจบเนื้อหาทั้งสองกลุ่มก็ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติของครู แต่นักเรียนที่มีความสามารถต่ำในการเรียน จะไม่สามารถเรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม

ไดคี่ (Moses, 1965:5793 - A ๒)

คาการ์ท (Cadart - Ricard) ได้วิจัยเปรียบเทียบการสอนภาษาฝรั่งเศส โดยไ้แบบเรียนโปรแกรม กับการสอนตามปกติในชั้นเรียน เสนอเป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก โดยทดลองกับนิสิตชั้นปีที่ 2 ในมหาวิทยาลัย และแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 1 กลุ่มเรียนโดยไ้แบบเรียนโปรแกรม และกลุ่มควบคุม 2 กลุ่มเรียนจากการสอนตามปกติของครู ในเนื้อหาวิชาเดียวกัน ใช้เวลาเรียน 10 สัปดาห์ จากการทดสอบวัดผลการเรียนปรากฏว่า นิสิตกลุ่มทดลองเรียนไ้ยากกว่ากลุ่มควบคุม (Cadart - Ricard, 1971:5113-A)

ฟรานซิส (Francis) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนที่ไ้แบบเรียนที่เรียนด้วยตนเอง กับการสอนตามปกติในชั้นเรียนโดยไ้วิธีบรรยายประกอบการสาธิต ในวิชาไฟฟ้าเฉพาะเนื้อหาที่เลือกมาเพื่อทำการทดลองครั้งนี้ เสนอเป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก กองมหาวิทยาลัยเ้าเทอร์น อิลลินอยส์ เมื่อปี ค.ศ.1966 โดยทดลองกับนักเรียนที่มีเลอว์วิลส์ เซกท กอดเจคต์ และแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กับ

กลุ่มควบคุม จำนวน 30 คนสอนโดยวิธีบรรยายประกอบการสาธิต

กลุ่มทดลอง จำนวน 30 คนสอนโดยไ้แบบเรียนโปรแกรม

เรียนในเนื้อเรื่อง Ohm's Law and Power in D.C. Circuit ใช้เวลาเรียนสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง เมื่อสอนจบตามเนื้อหาที่กำหนดแล้ว ก็วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและนำมาเปรียบเทียบกัน ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ได้ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และต่อจากนั้นอีก 6 สัปดาห์ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาทดสอบใหม่อีกครั้งหนึ่ง เพื่อวัดความทรงจำของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม และนำมาเปรียบเทียบกันอีก ผลปรากฏว่า ความทรงจำของนักเรียนทั้งสองกลุ่มก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(Francis, 1967:3338 - A)

ปรีชา คุณวัชลี ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยไ้แบบเรียนโปรแกรม กับการสอนตามปกติของครู เมื่อปี พ.ศ.2515 ในเนื้อหาเรื่อง ความร้อน แสง เสียง เสนอเป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท (กศ.ม.) ที่วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มทดลอง สอนโดยไ้แบบเรียนโปรแกรม

กลุ่มควบคุม เรียนจากการสอนตามปกติของครู ทั้งสองกลุ่มเรียนในเนื้อหาเดียวกัน ใช้เวลาเรียน 12 ชั่วโมง เมื่อเรียนจบเนื้อหาทั้งสองแล้ว ก็ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ได้ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ปรีชา กุณวดี, 2515:25)

วรรณฯ เจียมทรวงษ์ ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเลขคณิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติของครู เสนอเป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท (กศ.ม.) ที่มหาวิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร เมื่อปี พ.ศ.2515 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม และใช้แบบทดสอบของกรมสามัญ กระทรวงศึกษาธิการเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มดังนี้ คือ

กลุ่มทดลอง เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม

กลุ่มควบคุม เรียนจากการสอนตามปกติของครู

เมื่อเรียนจบเนื้อหาแล้ว วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม และนำมาเปรียบเทียบกัน ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลอง กับในกลุ่มควบคุมไม่ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (วรรณฯ เจียมทรวงษ์, 2515:40)

บรรดา รัตนวิชัย ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมของนักเรียน ชั้นปีที่ 4 เรื่องการสร้างและทดลองใช้แบบเรียนโปรแกรมสอนวิชาเคมี ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เสนอเป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท (กศ.ม.) ที่มหาวิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน สอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม

กลุ่มควบคุม จำนวน 43 คน สอนโดยวิธีปกติ

เมื่อเรียนจบเนื้อหาแล้ว ได้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม เพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (บรรดา รัตนวิชัย, 2516:38)

ผลการวิจัยทั้งหมดที่กล่าวแล้วนั้น ทำให้ผู้เขียนมีความสนใจในอันที่จะนำเอาแบบเรียนโปรแกรมมาใช้ในการจัดการศึกษาของเมืองไทย หากเป็นไปได้ก็จะสามารถขยายการบริการ

ทางการศึกษาไปสู่ประชากรได้อย่างกว้างขวางยิ่ง โดยเฉพาะในชนบทที่ห่างไกลซึ่งยังขาดครู
และสถานที่เรียน อย่างไรก็ตามจำเป็นจะต้องอาศัยการวิจัยในเรื่องนี้อีกมาก เพื่อเป็นแนวใน
การวิเคราะห์ว่า แบบเรียนโปรแกรมจะนำมาใช้กับเด็กไทยได้หรือไม่ เพียงใด เพราะหาก
ว่านำมาใช้ได้จริงแล้วนอกจากจะช่วยแก้ปัญหาขาดครูและสถานที่เรียน แบบเรียนโปรแกรมนยัง
จะช่วยส่งเสริมให้เด็กรู้จักช่วยตัวเองในการศึกษาหาความรู้ ประหยัดเวลาและทุนทรัพย์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

ในการศึกษากันทั่วทั้งครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นๆดังนี้

1. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือเพื่อรวบรวมข้อมูล
3. การรวบรวมข้อมูล
4. การจกกระทำกับข้อมูล

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 72 คน และแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม โดยวิธีการสุ่ม (Random Sampling) กลุ่มละ 36 คน ดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน
กลุ่มทดลอง	36
กลุ่มควบคุม	36

ก่อนทำการทดลองผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์มาทดสอบนักเรียนทั้งสองกลุ่ม เพื่อทราบคะแนนทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง เพื่อทราบความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาวิชาที่จะทดลอง และนำมาวิเคราะห์เพื่อทราบว่านักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาวิชาที่จะทดลองต่างกันหรือไม่ โดยอาศัยสถิติ t -test คือ

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

เมื่อ $\bar{X}_1$ คือ รายเฉลี่ยของคะแนนในกลุ่มทดลอง

$\bar{X}_2$ คือ รายเฉลี่ยของคะแนนในกลุ่มควบคุม

S_1^2 คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนในกลุ่มทดลอง

S_2^2 คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนในกลุ่มควบคุม

N_1 คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

N_2 คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

การสร้างเครื่องมือเพื่อรวบรวมข้อมูล

1. การสร้างแบบเรียนโปรแกรม ก่อนที่จะลงมือสร้างแบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ที่จะใช้ในการศึกษาทดลอง ผู้วิจัยได้ศึกษาเทคนิคการสร้างและตัวอย่างแบบเรียนโปรแกรมวิชาต่างๆที่ผู้ชำนาญได้สร้างขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบเรียนโปรแกรมที่จะใช้ในการทดลองครั้งนี้ และได้ศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกระทรวงศึกษาธิการ ปีพุทธศักราช 2503 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2503:22 - 24) นอกจากนี้ได้ศึกษาเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ จากหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2513:1 - 272) และหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของประชุมสุข อาชาวำรุง และคณะ (ประชุมสุข อาชาวำรุง และคณะ, 2509:1 - 253) แล้วเลือกเนื้อหาเพื่อสร้างแบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ดังต่อไปนี้คือ

1.1 ชนิดและรูปของพลังงาน

1.2 พลังงานและประโยชน์ของพลังงานจากดวงอาทิตย์

1.3 มวลสารและน้ำหนัก

1.4 ความหนาแน่น

1.5 ความกว้างจำเพาะ

1.6 บรรณลอยตัวและแรงยกตัวของวัตถุ

แบบเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นจะแบ่งออกเป็น 2 ชุด คือ

ชุดที่ 1 เกี่ยวกับเรื่องพลังงาน

ชุดที่ 2 เกี่ยวกับเรื่องมวลสารและน้ำหนัก

แบบเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ทั้งสองชุดจะนำไปทดลองใช้เพื่อนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้เป็นแบบเรียนโปรแกรมที่สมบูรณ์และถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพันธุศึกษา อำเภอบึงพินิจ จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 40 คน ในการวิเคราะห์แบบเรียนโปรแกรมผู้วิจัยได้ใช้เทคนิค The 90/90 Standard คือการรอบหนึ่งในแบบเรียนจำนวนนักเรียนที่ตอบคำถามถูกต้องไม่น้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และโดยเฉลี่ยแล้วนักเรียนต้องตอบคำถามในแบบเรียนถูกต้องไม่น้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ของคำถามทั้งหมด ตามแนวที่ เปื้อง กุมุท เขียนไว้ในหนังสือเรื่อง การสร้างแบบเรียนสำเร็จรูป (เปื้อง กุมุท, 2516: 123 - 131) และแบบเรียนโปรแกรมที่แก้ไขแล้วจะจัดพิมพ์รูปแบบเป็นลักษณะดังนี้คือ หน้าหนึ่งๆจะแบ่งเป็น 3 แถว เรียงลำดับกรอบไปตามแถว ตั้งแต่แถวบน แถวกลาง และแถวล่างตามลำดับ โดยแผ่นหนึ่งจะพิมพ์เพียงหน้าเดียว และคำตอบของคำถามในกรอบใดๆจะอยู่ในกรอบถัดไป ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคำตอบด้วยตนเอง ก่อนที่จะดูคำตอบที่ให้ได้ นอกจากนี้จะมีชุดแบบฝึกหัดและชุดทดลองที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน ให้ไว้ในตอนท้ายของบทเรียนแต่ละชุดด้วย

2. การสร้างแบบทดสอบ แบบทดสอบที่ใช้ในการศึกษาทดลองครั้งนี้มี 2 ชุดดังนี้

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในการออกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาการออกแบบทดสอบและเทคนิคการวิเคราะห์ข้อสอบตามแนวที่ ขวาล แพริกุล เขียนไว้ในหนังสือเรื่อง เทคนิคการวัดผล (ขวาล แพริกุล, 2508: 1 - 452) แล้วสร้างแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก และนำมาวิเคราะห์ได้จำนวน 40 ข้อ โดยที่นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียนของโรงเรียนต่างๆในจังหวัดสุราษฎร์ธานี 5 โรงเรียน ดังปรากฏในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงโรงเรียนและจำนวนนักเรียนที่ทดลองใช้แบบทดสอบ

ชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียน		รวม
	ชาย	หญิง	
โรงเรียนพันธุศึกษา	24	16	40
โรงเรียนสตรีสุราษฎร์ธานี	—	40	40
โรงเรียนพุทธนิคม ไซยา	19	21	40
โรงเรียนธีรศาสตร์วิทยา	20	20	40
โรงเรียนประสพสารวิทยา	25	15	40
รวม	88	112	200

ผลจากการทดสอบกับนักเรียนจำนวน 200 คน ถิ่นนำมาวิเคราะห์เพื่อแก้ไขให้สมบูรณ์ตามลักษณะของข้อสอบที่ดี คือข้อสอบแต่ละข้อควรมีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20-.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยใช้หลักการวิเคราะห์ข้อสอบตามเทคนิค 27 เปอร์เซ็นต์ คือนำผลการทดสอบมากรวบรวมให้คะแนน แล้วเรียงลำดับคะแนนและแยกเอาคะแนนในกลุ่มสูง (P_H) และกลุ่มต่ำ (P_L) กลุ่มละ 27 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมาวิเคราะห์ (วิเชียร เกตุสิงห์, 2516:68 - 78) และเปิดตารางสำเร็จรูป จุง - เทห์ฟาน (Chun-Teh Fan) เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ (Fan, 1952:6 - 32) ดังปรากฏในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	.47	.43	21	.36	.36
2	.49	.42	22	.79	.52
3	.29	.58	23	.51	.39
4	.37	.55	24	.48	.52
5	.62	.56	25	.63	.56
6	.58	.38	26	.66	.54
7	.32	.39	27	.38	.21
8	.43	.44	28	.40	.34
9	.24	.24	29	.68	.51
10	.62	.37	30	.45	.47
11	.43	.25	31	.29	.33
12	.23	.22	32	.79	.49
13	.64	.33	33	.76	.71
14	.35	.34	34	.41	.28
15	.48	.30	35	.49	.37
16	.34	.42	36	.41	.36
17	.32	.46	37	.50	.22
18	.26	.40	38	.21	.46
19	.22	.41	39	.39	.24
20	.37	.37	40	.51	.46

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ นอกจากจะหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อแล้ว ผู้วิจัยยังได้หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบนี้ด้วย โดยใช้สถิติดังนี้

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

- เมื่อ r_{tt} คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 M คือ รายเฉลี่ยของคะแนน
 S คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบ
 n คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ

ปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเป็น 0.79

2.2 แบบทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ขออนุญาตใช้แบบทดสอบของ จรัส ไกรสินธ์ ที่ไว้ในปฏิญานิพนธ์เรื่อง การประเมินผลโครงการผลิตอุปกรณ์วิทยาศาสตร์เพื่อการฝึกสอน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของนิสิตฝึกสอนระดับปริญญาตรี จากวิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2515 เสนอเป็นปฏิญานิพนธ์ระดับปริญญาโท ต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร เมื่อปี พ.ศ. 2516 และมีแบบทดสอบทั้งหมด 26 ข้อ ดังแสดงค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบในการางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงค่าอำนาจจำแนกของคำถามแต่ละข้อ ของแบบทดสอบ
วัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	อำนาจจำแนก
1	3.08
2	3.47
3	2.08
4	3.35
5	2.82
6	3.86
7	5.96
8	3.34
9	2.04
10	3.70
11	4.71
12	3.45
13	5.31
14	6.55
15	4.55
16	5.36
17	6.27
18	4.50
19	5.12
20	8.83
21	7.05
22	5.21
23	5.00
24	10.86
25	7.76
26	4.31

การรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการในการเก็บข้อมูลเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ก่อนการเรียนจะนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ มาทดสอบ (Pre - test) กับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง

2. เริ่มดำเนินการสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2517 ดังนี้

2.1 กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ และผู้วิจัยเองเป็นผู้ควบคุม ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

2.1.1 ภายเวลา (Period) แรกผู้วิจัยจะแจกแบบเรียนโปรแกรมให้แก่นักเรียน และอธิบายการใช้แบบเรียนโปรแกรม

2.1.2 เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการใช้แบบเรียนโปรแกรมแล้ว ก็ให้เริ่มเรียนได้

2.1.3 เมื่อสิ้นสุดแต่ละกัเวลา ผู้วิจัยจะเก็บแบบเรียนนั้นคืน

2.1.4 เมื่อเริ่มเวลาใหม่ ก็จะแจกแบบเรียนโปรแกรมให้กับนักเรียน ทำเช่นนั้นจนสิ้นสุดการเรียนตามเนื้อหาในบทเรียน

2.2 กลุ่มควบคุม สอนโดยวิธีบรรยายโดยครูประจำวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน และเนื้อหาวิชาที่เรียนเหมือนกันกับกลุ่มทดลอง

3. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน ก็นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์มาทดสอบ (Post - test) อีกครั้งกับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. รายเฉลี่ยของคะแนน (Mean) หาได้จากสูตร

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

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ร้อยเฉลี่ยของคะแนน

ΣX คือ ผลรวมของคะแนน

N คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) หาได้จากสูตร

$$S = \sqrt{\frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

ΣX คือ ผลรวมของคะแนน

ΣX^2 คือ ผลรวมของคะแนนที่แต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\Sigma X)^2$ คือ ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง

N คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3. เปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบก่อนและหลังการเรียนการสอนของนักเรียนในกลุ่มเดียวกัน โดยใช้สูตร

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

เมื่อ D คือ ค่าความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

ΣD คือ ผลรวมของค่าความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

ΣD^2 คือ ผลรวมของคะแนนความแตกต่างของคะแนนยกกำลังสอง

$(\Sigma D)^2$ คือ ผลรวมของคะแนนความแตกต่างของคะแนนยกกำลังสอง

N คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง



4. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนระหว่างกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มโดยใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}}$$

- เมื่อ $\bar{X}_1$ คือ ร้อยเฉลี่ยของคะแนนในกลุ่มที่ 1
 $\bar{X}_2$ คือ ร้อยเฉลี่ยของคะแนนในกลุ่มที่ 2
 s_1 คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนในกลุ่มที่ 1
 s_2 คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนในกลุ่มที่ 2
 N_1 คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ 1
 N_2 คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ 2

o

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลอง

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ และแปลความหมายผลของการวิเคราะห์ เพื่อความสะดวกจึงได้กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆดังนี้

$\bar{X}$ คือ รายเฉลี่ยของคะแนน

S^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนน

P คือ ค่าระดับความเชื่อมั่น

α คือ ค่าอัตราส่วนนัยสำคัญ

N คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลองจะกระทำเป็นลำดับดังต่อไปนี้

1. การเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
2. การเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการเรียนของกลุ่มทดลอง
3. การเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการเรียนของกลุ่มควบคุม
4. การเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
5. การเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังการเรียนของกลุ่มทดลอง
6. การเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังการเรียนของกลุ่มควบคุม

การเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ในการทดสอบครั้งนี้เพื่อต้องการทราบว่า ก่อนการเรียนในเนื้อหาวิชาที่จะทดลอง นักเรียนทั้งสองกลุ่มจะมีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่จะทดลองสอนแตกต่างกันหรือไม่ ผลการวิเคราะห์ได้แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5/ ความสำคัญของคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมก่อนการเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t	P
กลุ่มทดลอง	36	13.1111	7.1302	0.7555	.05
กลุ่มควบคุม	36	12.6488	6.3516		

จากตารางที่ 5 ปรากฏว่าเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม จะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น .05 อันแสดงว่าก่อนการทดลอง นักเรียนมีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่จะทดลองพอๆกัน

การเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการเรียนของกลุ่มควบคุม

เมื่อนักเรียนเรียนจบเนื้อหาวิชาที่ทดลอง ผู้วิจัยได้ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์อีกครั้งหนึ่ง แล้วนำคะแนนมาเปรียบเทียบกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบครั้งแรก เพื่อต้องการทราบว่าคะแนนจากการทดสอบครั้งหลังจะแตกต่างกับคะแนนจากการทดสอบครั้งแรกหรือไม่ ดังแสดงไว้ในตารางที่ ๕

ตารางที่ ๕ ค่าเฉลี่ยสำคัญของคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียน กับคะแนนจากการทดสอบหลังการเรียนของกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S^2	t	P
ก่อนการเรียน	36	12.6388	6.3516	7.7286	>.01
หลังการเรียน	36	15.4444	10.1714		

$$df = 35 \quad t_{.01} = \pm 2.750$$

จากตารางที่ ๕ แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียน สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น .01 จึงแปลความหมายได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนจากการสอนตามปกติของครู ทำให้นักเรียนมีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่ทดลองเพิ่มขึ้นจริง

การเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง
กับกลุ่มควบคุม

เพื่อการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจบตามเนื้อหาวิชาที่ทดลอง ผู้วิจัยได้
ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อีกครั้งหนึ่ง และนำคะแนนของทั้งสองกลุ่มมา
เปรียบเทียบกัน เพื่อต้องการทราบว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมจะแตกต่างกัน,
หรือไม่ จึงแสดงไว้ในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยสำคัญของคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียน
ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t	P
กลุ่มทดลอง	36	21.3333	18.4572	6.6031	>.01
กลุ่มควบคุม	36	15.4444	10.1714		

$$df = 70 \quad t_{.01} = \pm 2.660$$

จากการวางที่ 8 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนจากแบบเรียนโปรแกรม สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากการสอนของครูตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น .01

การเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนของกลุ่มทดลอง

ก่อนเริ่มการเรียนถามเนื้อหาที่จะทดลอง ผู้วิจัยได้ทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง "และเมื่อเรียนจบถามเนื้อหาตัวก็ทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์อีกครั้งหนึ่ง เพื่อต้องการทราบว่า การเรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ ถึงแสดงไว้ในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 คำนวณค่าของคะแนนจากการทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนของกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S^2	t	P
ก่อนการเรียน	36	31.1944	58.7896	0.5932	< .05
หลังการเรียน	36	90.9166	95.5928		

$$df = 35 \quad t_{.05} = \pm 1.697$$

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากการทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนไม่ได้สูงกว่าคะแนนที่วัดก่อนการเรียน นั่นคือนักเรียนที่เรียนจากแบบเรียนโปรแกรม ไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น .05

การเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนของกลุ่มควบคุม

ก่อนการเรียนตามเนื้อหาวิชาที่จะทดลอง ผู้วิจัยได้ทดสอบเพื่อวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มควบคุม และเมื่อเรียนจบตามเนื้อหาแล้ว ก็ได้ทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์อีกครั้งหนึ่ง เพื่อต้องการทราบว่า การเรียนจากการสอนของครูตามปกติในชั้นเรียน จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 จำนวนสำคัญของคะแนนจากการทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการเรียนของกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S^2	t	P
ก่อนการเรียน	36	93.6944	63.0754	-0.6098	< .05
หลังการเรียน	36	92.8611	122.1230		

$$df = 35 \quad t_{.05} = \pm 1.697$$

จากการางที่ 10 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากการทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียน ไม่ได้สูงกว่าคะแนนที่ทดสอบก่อนการเรียน นั่นก็คือนักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติของครูในชั้นเรียน ไม่ได้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น .05

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงาน และมวลสาร ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับที่เรียนจากการสอนตามปกติของครู
2. เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบเรียนโปรแกรม และเรียนจากการสอนตามปกติของครู

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติของครู
2. ผลจากการทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มหลังการเรียน สูงกว่าก่อนการเรียน

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากแบบเรียนโปรแกรมหลังการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนการเรียน แสดงว่าการเรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้นจริง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติของครูหลังการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนการเรียน แสดงว่าการเรียนจากการสอนตามปกติของครูก็ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้นจริง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
3. ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากแบบเรียนโปรแกรมสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากการสอนของครูตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ทักษะและทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งที่เรียนจากแบบเรียนโปรแกรม และที่เรียนจากการสอนตามปกติของครู ก่อนการเรียนและหลังการเรียนไม่ได้แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แสดงให้เห็นว่าการเรียนจากแบบเรียน โปรแกรมก็ดี การเรียนจากการสอนตามปกติของครูก็ดี ย่อมทำให้เกิดการเรียนแก่นักเรียนได้ เหมือนกัน ผลการวิจัยครั้งนี้ยังชี้ให้เห็นว่าการเรียนการสอนไม่จำเป็นต้องเรียนจากครูเพียง อย่างเดียว นักเรียนสามารถเรียนจากแบบเรียนโปรแกรมได้ ทั้งยังจะช่วยให้นักเรียนรู้จัก ช่วยตัวเองในการศึกษาหาความรู้ และผลการวิจัยยังชี้ให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนที่เรียนจากแบบเรียนโปรแกรม สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจาก การสอนตามปกติของครูในชั้นเรียน ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะแบบเรียน โปรแกรมอาจเป็นวิธีการใหม่ในขบวนการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนมีความสนใจและตั้งใจ ในการเรียน ทั้งมีผู้วิจัยเองมองคุณภาพการเรียนของนักเรียนโดยอธิบายปัญหาที่นักเรียนถาม อยู่ตลอดเวลา เป็นเหตุให้นักเรียนมีความเข้าใจในบทเรียนดีขึ้น ทั้งลักษณะของแบบเรียน โปรแกรมเป็นแบบเรียนที่จัดลำดับประสบการณ์จากง่ายไปหายาก จึงอาจกล่าวโดยอ้างอิงจาก ผลการวิจัยได้ว่า แบบเรียนโปรแกรมสามารถจะนำมาใช้ช่วยครูในการเรียนการสอนได้เมื่อมี ความจำเป็น เช่นกรณีขาดแคลนครูเป็นต้น

สำหรับทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทั้งที่เรียนจากแบบเรียน โปรแกรมและเรียนจากการสอนของครูในชั้นเรียน หลังจากการเรียนจบเนื้อหาวิชาไม่ได้ เปลี่ยนแปลงไปจากก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะช่วงเวลาของ การทดลองสั้นเกินไป หรือเนื้อหาวิชาในการทดลองน้อยจนไม่อาจทำให้มีการเปลี่ยนแปลง ทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ได้ และถ้าพิจารณาตามหลักความจริงแล้ว การจะทำให้ คนเราเปลี่ยนแปลงทัศนคติและความสนใจโดยทั่วไปนั้นเป็นภาระยากพอสมควร จึงไม่น่าสงสัย เลยว่าเหตุใดการทดลองครั้งนี้จึงไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงทางทัศนคติและความสนใจทาง วิทยาศาสตร์ได้

ข้อเสนอแนะ

ทฤษฎีที่แบบเรียนโปรแกรมสามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้เช่นเดียวกับการเรียนจากการสอนของครูในชั้นเรียน จึงน่าจะนำเอาแบบเรียนโปรแกรมมาใช้ในการเรียนการสอนได้ในสาขาวิชาการต่างๆ โดยส่งเสริมให้มีการสร้างแบบเรียนโปรแกรมขึ้นใช้ในสถาบันการศึกษา หรือหากจะมีการจัดการศึกษานอกระบบโรงเรียนขึ้นก็จะใช้แบบเรียนโปรแกรมช่วยในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยจึงใคร่เสนอแนะดังนี้

ก. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. หน่วยงานที่รับผิดชอบต่อการจัดการศึกษาของชาติ ควรจะได้ส่งเสริมการวิจัยและการสร้างแบบเรียนโปรแกรมเพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนอย่างจริงจังในสาขาวิชาการต่างๆ โดยร่วมมือกับสถาบันอุดมศึกษา เช่นมหาวิทยาลัยต่างๆ เป็นต้น

2. ควรได้มีการอบรมเกี่ยวกับการสร้างแบบเรียนโปรแกรมให้กับผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนทุกระดับ เช่นศึกษานิเทศก์ ครูใหญ่ ครูที่ทำหน้าที่สอนในโรงเรียน เพื่อจะได้ช่วยกันสร้างแบบเรียนโปรแกรมมาใช้ในโรงเรียนอย่างกว้างขวาง

3. หากมีการปฏิรูปการศึกษาซึ่งน่าจะได้จัดการศึกษานอกระบบโรงเรียนด้วย ควรจะได้พิจารณาเอาแบบเรียนโปรแกรมมาใช้ในการเรียนการสอน

ข. ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

1. ทางมหาวิทยาลัยควรมีโครงการที่จะส่งเสริมการวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการศึกษาทุกระดับ ในสาขาวิชาการต่างๆ ก่อนที่จะนำแบบเรียนโปรแกรมมาใช้ในการเรียนการสอน

2. ในการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ควรใช้เนื้อหาวิชามากขึ้น และช่วงเวลาในการทดลองมากขึ้น เพราะจะช่วยให้สามารถวัดความเปลี่ยนแปลงทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ได้แน่นอนขึ้น เนื่องจากในช่วงเวลาสั้นๆจะไม่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทัศนคติได้ดังที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้

3. ในการสร้างแบบเรียนโปรแกรมเพื่อใช้ในการทดลอง ควรสร้างให้มีความสมบูรณ์มากที่สุด ทั้งในด้านเนื้อหาวิชาและลักษณะของแบบเรียน โดยผู้สร้างแบบเรียนโปรแกรมจะต้องศึกษาเทคนิคการเขียนแบบเรียน และลักษณะของเนื้อหาวิชาอย่างละเอียด รอบคอบ

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นำมาทดสอบกับนักเรียน ควรมีจำนวนมากข้อพอสมควร เพื่อจะได้วัดความสามารถของเด็กหลายๆด้าน เช่นความจำ ความเข้าใจ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ ฯลฯ

5. ในการวิจัยควรจะได้มีแบบทดสอบอีกชนิดหนึ่ง เพื่อจะทราบทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรม และสอบถามความบกพร่องของแบบเรียนที่เราสร้างขึ้น เพื่อจะได้้นำข้อสรุปมาเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- จุลี ธัญพิพัทธ์ สรุปและแบบฝึกหัดวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พิมพ์ครั้งที่ 2
สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช พ.ศ.2514, 176 หน้า.
- บรรดา รัตนวัย การสร้างและทดลองใช้แบบเรียนโปรแกรมสอนวิชาเคมี ในระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร
พ.ศ.2516, 68 หน้า.
- ประบุษสุธ อ้าวอ่ารุ่ง และคณะ แบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พิมพ์ครั้งที่ 4
สำนักพิมพ์นิยมวิทยา พ.ศ.2509, 253 หน้า.
- ปรีชา กุศลวลี การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดย
ใช้แบบเรียนโปรแกรม กับ การสอนตามปกติ ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัย
วิชาการศึกษาประสานมิตร พ.ศ.2515, 43 หน้า.
- เป็รื่อง กุมุท การสร้างแบบเรียนสำเร็จรูป วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร
พ.ศ.2515, 131 หน้า, โรเนียว.
- พิทักษ์ รัตนพลเดช นโยบายการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร
โรงพิมพ์โรงเรียนเนติศึกษา พระนคร พ.ศ.2513, 74 หน้า.
- นิทัศน์ รัตนพลเดช พฤติกรรมวิทยากรกับการพัฒนาประเทศ สำนักพิมพ์สื่อการค้า
พ.ศ.2514, 82 หน้า.
- วรรณ เจริญทะวงษ์ การเก็บเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเลขคณิต
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการใช้แบบเรียนสำเร็จรูป กับ การสอนตามปกติ
ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร พ.ศ.2515, 71 หน้า.

ศึกษาธิการ,กระทรวง หลักสูตรประโยคมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2503 พิมพ์ครั้งที่ 2
โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว ร.ศ.2505, 36 หน้า.

ศึกษาธิการ,กระทรวง คู่มือครูประโยคมัธยมศึกษาตอนต้น วิชาวิทยาศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ 2
โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว นครหลวงกรุงเทพธนบุรี พ.ศ.2515, 98 หน้า.

ศึกษาธิการ,กระทรวง แบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พิมพ์ครั้งที่ 10
โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว พ.ศ.2513, 272 หน้า.

ศึกษาธิการ,กระทรวง ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา
โรงพิมพ์คุรุสภาพระสุเมรุ พระนคร พ.ศ.2515, 245 หน้า.

Cadart - Richard, Marie - Héline, Odette " A Programmed Approach
to self - teaching of the French Verb System " Dissertation
Abstracts, 31:5113 - A, April, 1971.

✓ Fan, Chun - Teh, Item Analysis Table, Educational Testing Service,
Princeton, New Jersey, 1952, 32pp.

Francis, George Harold; ' An Experimental Study of the effectiveness
of self - instruction Versus the Lecture - Demonstration
Method of Teaching Selected Phase of Electricity, " Dissertation
Abstracts, 27:3338 - A, April, 1967.

Fry, B.E., "Teaching Machines: The coming Automatic, " Educational
Technology Reading in Programmed Instruction, 1959.

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

National Society for the Study of Education, Science Education in American School, Forty-sixth Yearbook, National Society for the Study of Education, Chicago, 1947, 306pp.

Sohrann, Wilbur, Four Case Studies of Programmed Instruction, The offices of The Advancement of Education, Newyork, 1964, 119pp.

Waine, Sidney, Irwin, " The Effectiveness of a Programmed Textbook in Teaching Selected Chemistry topics to High School Introductory Biology Students, " Dissertation Abstracts, 31:4637 - A, March, 1971.

White, Charles, Colvin, " The Use of Programmed Texts of Remedial Mathematic Instruction in Collage, " Dissertation Abstracts, 30:3373 - A, February, 1970.

ภาคผนวก ก.
การวิเคราะห์แบบทดสอบและข้อมูล

Table D

ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	ข้อที่	P_H	P_L	p	r
1	69	26	.47	.43	21	54	20	.36	.36
2	70	28	.49	.42	22	94	59	.79	.52
3	57	7	.29	.58	23	70	31	.51	.39
4	65	13	.37	.55	24	74	22	.48	.52
5	87	33	.62	.56	25	88	35	.63	.56
6	76	39	.58	.38	26	89	39	.66	.54
7	51	16	.32	.39	27	48	28	.38	.21
8	65	22	.43	.44	28	57	24	.40	.34
9	33	15	.24	.21	29	89	44	.68	.51
10	79	44	.62	.37	30	68	22	.45	.47
11	55	31	.43	.25	31	44	16	.29	.49
12	31	15	.23	.22	32	93	61	.79	.49
13	79	48	.64	.35	33	93	43	.76	.71
14	51	20	.35	.31	34	55	28	.41	.28
15	63	33	.46	.30	35	68	30	.49	.37
16	54	10	.34	.42	36	59	24	.41	.36
17	54	13	.32	.46	37	61	39	.50	.22
18	43	11	.26	.40	38	10	7	.21	.46
19	30	9	.22	.41	39	51	28	.39	.24
20	55	20	.37	.37	40	74	28	.51	.46

21

การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad r_{tt} &= \frac{ns^2 - M(n - M)}{s^2(n - 1)} \\
 &= \frac{(40 \times 44.66) - 17.70(40 - 17.70)}{44.66(40 - 1)} \\
 &= \frac{1786.40 - 394.71}{1741.74}
 \end{aligned}$$

$$r_{tt} = 0.79$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้ในการทดลอง
ซึ่งแสดงในภาคผนวก ก. เท่ากับ 0.79

การอ่านซ้ำแนกของแบบทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	การอ่านซ้ำแนก	ข้อที่	การอ่านซ้ำแนก
1	3.08	14	6.55
2	3.47	15	4.55
3	2.08	16	5.36
4	3.35	17	6.27
5	2.82	18	4.50
6	3.88	19	5.12
7	5.96	20	8.83
8	3.34	21	7.05
9	2.04	22	5.21
10	3.70	23	5.00
11	4.71	24	10.86
12	3.45	25	7.76
13	5.31	26	4.31

คะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียน

กลุ่มทดลอง

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	16	27
2	12	25
3	8	21
4	15	30
5	12	24
6	14	18
7	15	32
8	9	17
9	11	22
10	16	25
11	12	22
12	11	16
13	15	26
14	16	23
15	11	17
16	16	23
17	17	21
18	9	15
19	12	19
20	10	19
21	17	21
22	14	22
23	8	11
24	12	17
25	13	20
26	12	15
27	11	20
28	14	22
29	10	19
30	15	25
31	15	24
32	17	23
33	15	17
34	15	22
35	16	23
36	11	25

กลุ่มควบคุม

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	17	18
2	14	22
3	13	18
4	14	16
5	13	14
6	9	18
7	15	23
8	9	14
9	11	12
10	10	12
11	13	16
12	14	21
13	14	16
14	13	15
15	9	18
16	14	15
17	12	15
18	15	18
19	19	23
20	16	17
21	10	12
22	11	14
23	10	12
24	11	19
25	10	13
26	13	14
27	9	11
28	11	17
29	13	14
30	12	13
31	11	17
32	15	19
33	18	19
34	12	14
35	13	14
36	12	13

การหาความสำคัญระหว่างคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนกับหลังการ เรียนของกลุ่มทดลอง

เลขที่	Pre	Post	D	D ²
1	16	27	11	121
2	12	25	13	169
3	8	21	13	169
4	15	30	15	225
5	12	24	12	144
6	14	18	14	196
7	15	32	17	289
8	9	17	8	64
9	11	22	11	121
10	16	25	19	361
11	12	22	10	100
12	11	16	5	25
13	15	26	11	121
14	16	23	7	49
15	11	17	6	36
16	16	23	7	49
17	17	21	4	16
18	9	15	6	36
19	12	19	7	49
20	10	19	9	81
21	17	21	4	16
22	14	22	8	64
23	8	11	3	9
24	12	17	5	25
25	13	20	7	49
26	12	15	3	9
27	11	20	9	81
28	14	22	8	64
29	10	19	9	81
30	15	25	10	100
31	15	24	9	81
32	17	23	6	36
33	15	17	2	4
34	15	22	7	49
35	16	23	7	49
36	11	25	14	196

ตรวจสอบ

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N - 1}}} \\
 &= \frac{336}{\sqrt{\frac{36 \times 3314 - (336)^2}{35}}} \\
 &= \frac{336}{\sqrt{\frac{11930 - 112896}{35}}} \\
 &= \frac{336}{\sqrt{\frac{6408}{35}}} \\
 &= \frac{336}{\sqrt{183.0857}} \\
 &= \frac{336}{13.5309} \\
 &= 24.0930
 \end{aligned}$$

ถ้า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01

(5)

การหาค่า t มีนัยสำคัญระหว่างคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนกับหลังการ เรียนของกลุ่มควบคุม

เลขที่	Pre	Post	D	D ²
1	17	18	1	1
2	14	22	8	64
3	15	18	5	25
4	14	16	2	4
5	13	14	1	1
6	9	18	9	81
7	15	23	8	64
8	9	14	5	25
9	11	12	1	1
10	10	12	2	4
11	15	16	3	9
12	14	21	7	49
13	14	16	2	4
14	13	15	2	4
15	9	18	9	81
16	14	15	1	1
17	12	15	3	9
18	15	18	3	9
19	19	23	4	16
20	16	17	1	1
21	10	12	2	4
22	11	14	3	9
23	10	12	2	4
24	11	19	8	64
25	10	13	3	9
26	13	13	1	1
27	9	11	2	4
28	11	17	6	36
29	13	14	1	1
30	12	13	1	1
31	11	17	6	36
32	15	19	4	16
33	18	19	1	1
34	12	14	2	4
35	15	14	1	1
36	12	13	1	1

จากสูตร

$$\begin{aligned} t &= \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N - 1}}} \\ &= \frac{121}{\sqrt{\frac{36 \cdot 645 - (121)^2}{35}}} \\ &= \frac{121}{\sqrt{\frac{23220 - 14641}{35}}} \\ &= \frac{121}{\sqrt{\frac{8579}{35}}} \\ &= \frac{121}{\sqrt{245.1143}} \\ &= \frac{121}{15.6561} \\ &= 7.7286 \end{aligned}$$

ค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01

6

การหาค่าเฉลี่ยระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมก่อนการ เรียน

กลุ่มทดลอง

$\bar{x}_1$	s_1^2	N_1
13.1111	7.1302	36

กลุ่มควบคุม

$\bar{x}_2$	s_2^2	N_2
12.6488	6.3516	36

จากสูตร

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}}$$

$$= \frac{13.1111 - 12.6488}{\sqrt{\frac{7.1302}{36} + \frac{6.3516}{36}}}$$

$$= \frac{0.4623}{\sqrt{\frac{13.4818}{36}}}$$

$$= \frac{0.4623}{\sqrt{0.3745}}$$

$$= \frac{0.4623}{0.6119}$$

$$= 0.7555$$

*

①

ค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01

(7)

การหาคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ก่อนการ เรียนของ กลุ่มทดลอง

X	f	fX	fX ²
17	3	51	867
16	5	80	1280
15	7	105	1575
14	3	42	588
13	1	13	169
12	6	72	864
11	5	55	605
10	2	20	200
9	2	18	162
8	2	16	128
Σ	36	472	6438

จากสูตร

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\Sigma fX}{\Sigma f} \\ &= \frac{472}{36} \\ &= 13.1111\end{aligned}$$

จากสูตร

$$\begin{aligned}s^2 &= \frac{N \Sigma fX^2 - (\Sigma fX)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{36 \times 6438 - 222784}{36 \times 35} \\ &= \frac{8984}{1260} \\ &= 7.1302\end{aligned}$$

(2)

8

การหาคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวน ของคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
หลังการ วิชาของกุดมทดลอง

X	f	fX	fX ²
32	1	32	1024
31	0	0	0
30	1	30	900
29	0	0	0
28	0	0	0
27	1	27	729
26	1	26	676
25	4	100	1152
24	2	48	1152
23	4	92	2116
22	5	110	2420
21	3	63	1323
20	2	40	800
19	3	57	1083
18	1	18	324
17	4	68	1156
16	1	16	256
15	2	30	450
14	0	0	0
13	0	0	0
12	0	0	0
11	1	11	121
Σ	36	768	17030

จากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\Sigma fX}{\Sigma f}$$

$$= \frac{768}{36}$$

$$= 21.3333$$

จากสูตร

$$S^2 = \frac{N \Sigma fX^2 - (\Sigma fX)^2}{N(N-1)}$$

$$= \frac{36 \times 17030 - 589824}{36 \times 35}$$

$$= \frac{613080 - 589824}{1260}$$

$$= \frac{23256}{1260}$$

$$= 18.4571$$

๕

การหาคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม

X	f	fX	fX ²
19	1	19	361
18	1	18	324
17	1	17	289
16	1	16	256
15	3	45	675
14	5	70	980
13	7	91	1183
12	4	48	576
11	5	55	605
10	4	40	400
9	4	36	324
Σ	36	455	5973

จากสูตร

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\Sigma fX}{\Sigma f} \\ &= \frac{455}{36} \\ &= 12.6388\end{aligned}$$

จากสูตร

$$\begin{aligned}S^2 &= \frac{N \Sigma fX^2 - (\Sigma fX)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{36 \times 5973 - 207025}{36 \times 35} \\ &= \frac{215028 - 207025}{1260} \\ &= \frac{8003}{1260} \\ &= 6.3516\end{aligned}$$

การหาคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
หลังการ ฝึกอบรมของกุ่มกวม

X	f	fX	fX ²
23	2	46	1058
22	1	22	484
21	1	21	441
20	0	0	0
19	3	57	1083
18	5	90	1620
17	3	51	867
16	3	48	768
15	3	45	675
14	7	98	1372
13	3	39	507
12	1	12	144
11	1	11	121
Σ	36	576	9572

จากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\Sigma fX}{\Sigma f}$$

$$= \frac{576}{36}$$

$$= 15.4444$$

จากสูตร

$$S^2 = \frac{N \Sigma fX^2 - (\Sigma fX)^2}{N(N - 1)}$$

$$= \frac{36 \times 9572 - 331776}{36 \times 35}$$

$$= \frac{344592 - 331776}{1260}$$

$$= \frac{12816}{1260}$$

$$= 10.1714$$

(11)

การวิเคราะห์สำคัญระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมหลังการเรียน

กลุ่มทดลอง

$\bar{X}_1$	S_1^2	N_1
21.3333	18.4572	36

กลุ่มควบคุม

$\bar{X}_2$	S_2^2	N_2
15.4444	10.1714	36

จากสูตร

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}} \\
 &= \frac{21.3333 - 15.4444}{\sqrt{\frac{18.4572}{36} + \frac{10.1714}{36}}} \\
 &= \frac{5.8889}{\sqrt{\frac{28.6286}{36}}} \\
 &= \frac{5.8889}{\sqrt{0.7952}} \\
 &= \frac{5.8889}{0.8918} \\
 &= 6.6034
 \end{aligned}$$

ถ้า t นี้อยู่ต่ำกว่าทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01

การหาความสำคัญระหว่างคะแนนการทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์
ก่อนและหลังการเรียนของกุ่มทาลอง

เลขที่	Pre	Post	D	D ²
1	91	95	4	16
2	107	108	1	1
3	86	88	2	4
4	89	88	-1	1
5	87	90	3	9
6	98	115	17	189
7	92	98	6	36
8	83	92	9	81
9	78	69	-9	81
10	102	99	-3	9
11	91	88	-3	9
12	99	100	1	1
13	84	88	4	16
14	98	96	-2	4
15	86	89	1	1
16	75	80	5	25
17	94	79	-15	225
18	97	105	8	64
19	94	94	0	0
20	87	84	-3	9
21	85	84	-2	4
22	92	86	-6	36
23	80	84	4	16
24	97	97	0	0
25	80	87	7	49
26	80	99	11	121
27	86	82	-6	36
28	90	90	0	0
29	97	75	-22	484
30	99	105	6	36
31	96	88	-8	64
32	90	105	15	225
33	95	105	10	100
34	94	87	-7	49
35	88	85	-3	9
36	101	95	-6	36

จากสูตร

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

$$= \frac{18}{\sqrt{\frac{36 \times 2046 - 324}{35}}}$$

$$= \frac{18}{\sqrt{\frac{73332}{35}}}$$

$$= \frac{18}{\sqrt{2095.2000}}$$

$$= \frac{18}{45.7733}$$

$$= 0.3932$$

ถ้า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05

การศึกษานัยสำคัญระหว่างคะแนนการทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์
ก่อนและหลังการเรียนของกลุ่มควบคุม

เลขที่	Pre	Post	D	D ²
1	93	87	-6	36
2	96	107	11	121
3	98	99	1	1
4	97	81	-16	256
5	94	96	2	4
6	103	95	-8	64
7	84	91	7	49
8	93	89	-4	16
9	102	98	-4	16
10	94	87	-7	49
11	103	103	0	0
12	105	108	3	9
13	97	100	3	9
14	72	83	11	121
15	98	86	-12	144
16	94	87	-7	49
17	108	107	-1	1
18	105	94	-11	121
19	92	95	3	9
20	90	85	-5	25
21	87	66	-21	441
22	95	91	-4	16
23	78	84	6	36
24	92	77	-15	225
25	95	104	9	81
26	108	108	0	0
27	92	82	-10	100
28	94	85	-9	81
29	93	101	8	64
30	94	90	-4	16
31	89	80	-9	81
32	93	82	-11	121
33	93	104	11	121
34	101	108	7	49
35	76	84	8	64
36	97	118	21	441

จากสูตร

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

$$= \frac{33}{\sqrt{\frac{36 \times 2877 - 1089}{35}}}$$

$$= \frac{33}{\sqrt{\frac{103572 - 1089}{35}}}$$

$$= \frac{33}{\sqrt{\frac{102483}{35}}}$$

$$= \frac{33}{\sqrt{2928.0857}}$$

$$= \frac{33}{54.1117}$$

$$= - 0.6098$$

ถ้า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05

การหาคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงแปรปรวนของคะแนนการทดสอบวัดทักษะและความสนใจ
ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนของกุ่มทอลอง

ช่วงคะแนน	คะแนนกลาง	f	d	fd	fd ²
106-110	108	1	4	4	16
101-105	103	2	3	6	18
96-100	98	8	2	16	32
91-95	93	8	1	8	8
86-90	88	11	0	0	0
81-85	83	2	-1	-2	2
76-80	78	3	-2	-6	12
71-75	73	1	-3	-3	9
Σ		36		23	97

จากสูตร

$$\bar{X} = A + \left\{ \frac{fd}{f} \right\}_1$$

$$= 88 + \frac{23 \times 5}{36}$$

$$= 88 + 3.1944$$

$$= 91.1944$$

$$S^2 = \frac{1}{N} \left\{ \frac{N \Sigma fd^2 - (\Sigma fd)^2}{N(N-1)} \right\}$$

$$= \frac{5^2}{35 \times 36} \left\{ \frac{(36 \times 97) - 529}{35 \times 36} \right\}$$

$$= \frac{25}{1260} \left\{ \frac{3492 - 529}{1260} \right\}$$

$$= \frac{25 \times 2693}{1260}$$

$$= \frac{74075}{1260}$$

$$= 58.7896$$

การหาคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบวิทย์ทัศนคติและความสนใจ
ทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนของกุดุมทดลอง

ชั้นคะแนน	คะแนนกลาง	f	a	fd	fd ²
111-115	113	1	5	5	25
106-110	108	1	4	4	16
101-105	103	4	3	12	36
96-100	98	6	2	12	24
91-95	93	4	1	4	4
86-90	88	11	0	0	0
81-85	83	5	-1	-5	5
76-80	78	2	-2	-4	8
71-75	73	1	-3	-3	9
66-70	68	1	-4	-4	16
Σ		36		21	143

จากสูตร

$$\bar{X} = A + \left\{ \frac{\Sigma fd}{\Sigma f} \right\}_1$$

$$= 88 + \left\{ \frac{21 \times 5}{36} \right\}$$

$$= 88 + 2.9166$$

$$= 90.9166$$

จากสูตร

$$S^2 = \frac{1}{N} \left\{ \frac{N \Sigma fd^2 - (\Sigma fd)^2}{N(N-1)} \right\}$$

$$= 5^2 \left\{ \frac{36 \times 143 - 441}{36 \times 35} \right\}$$

$$= 25 \left\{ \frac{5148 - 441}{1260} \right\}$$

$$= \frac{25 \times 4707}{1260}$$

$$= 93.3928$$

การหาคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจ
ทางวิทยาศาสตร์กับการเรียนของกลุ่มควบคุม

๕

ชั้นคะแนน	คะแนนกลาง	f	d	fd	fd ²
106-110	108	2	3	6	18
101-105	103	6	2	12	24
96-100	98	5	1	5	5
91- 95	93	15	0	0	0
86- 90	88	4	-1	-4	4
81- 85	83	1	-2	-2	4
76- 80	78	2	-3	-6	18
71- 75	73	1	-4	-4	16
Σ		36		5	89

จากสูตร

$$\bar{X} = A + \left\{ \frac{\Sigma fd}{\Sigma f} \right\}_1$$

$$= 93 + \frac{5 \times 5}{36}$$

$$= 93 + 0.6944$$

$$= 93.6944$$

จากสูตร

$$s^2 = \frac{1}{N-1} \left\{ \frac{N \Sigma fd^2 - (\Sigma fd)^2}{N(N-1)} \right\}$$

$$= \frac{5^2}{36 \times 35} \left\{ \frac{36 \times 89 - 25}{36 \times 35} \right\}$$

$$= 25 \left\{ \frac{3204 - 25}{1260} \right\}$$

$$= \frac{25 \times 3179}{1260}$$

$$= 63.0754$$

การหาคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบวัดทัศนคติและความสนใจ
ทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนของกลุ่มควบคุม

ชั้นคะแนน	คะแนนกลาง	f	d	fd	fd ²
116-120	118	1	6	6	36
111-115	113	0	5	0	0
106-110	108	5	4	20	80
101-105	103	4	3	12	36
96-100	98	4	2	8	16
91-95	93	5	1	5	5
86-90	88	6	0	0	0
81-85	83	8	-1	-8	8
76-80	78	2	-2	-4	8
71-75	73	0	-3	0	0
66-70	68	1	-4	-4	16
Σ		36		35	205

จากสูตร

$$\bar{X} = A + \left\{ \frac{\Sigma fd}{\Sigma f} \right\}_1$$

$$= 88 + \left\{ \frac{35 \times 5}{36} \right\}$$

$$= 88 + 4.8611$$

$$= 92.8611$$

จากสูตร

$$S^2 = 1^2 \left\{ \frac{N \Sigma fd^2 - (\Sigma fd)^2}{N(N-1)} \right\}$$

$$= 5^2 \left\{ \frac{36 \times 205 - 1225}{36 \times 35} \right\}$$

$$= 25 \left\{ \frac{7380 - 1225}{1260} \right\}$$

$$= \frac{25 \times 6155}{1260}$$

$$= \frac{153875}{1260}$$

$$= 122.1230$$

ภาคผนวก ข.
แบบเรียงโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์

คำแนะนำการไว้ผมเรียนโปรแกรม

1. บทเรียนนี้จะวัดผลด้วยเนื้อหาเพื่อให้เด็กเรียนเข้าใจได้ง่าย สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
2. ในบทเรียนจะแบ่งออกเป็น 3 แดง คือ แดงบน แดงกลาง และ แดงล่าง
3. นักเรียนจะต้องเรียนไปที่ละแถว คือ เรียนจากแถวบน แถงกลาง และแถวล่างตามลำดับ
4. นักเรียนจะต้องเรียนไปตามลำดับข้อในแต่ละแถวจนหมด แล้วจึงจะเรียนในแถวถัดไป
5. นักเรียนต้องศึกษาคำตอบเก็บลงไปในเรื่องว่างๆ ด้วยตนเองในแต่ละข้อ แล้วจึงค่อยเปิดดูคำตอบที่ให้ไว้ในบทเรียน
6. คำตอบของข้อใดๆ ที่ให้ไว้ในบทเรียน จะอยู่ใบข้อถัดไป ในหน้าถัดไป
7. เมื่อนักเรียนเรียนไปถึงตอนที่มีความรู้ เช่น ให้ทำการทดลอง หรือ ทำแบบฝึกหัด นักเรียนจะต้องทำตามคำสั่งเสียก่อน แล้วจึงกลับมาเรียนในข้อต่อไป
8. เพื่อให้นักเรียนมีจุดหมายของใจ ให้ถามผู้ควบคุมห้องทันที อย่าปล่อยข้ามไปเป็นอันขาด

๐

แบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์

เรื่อง

บวตสารและน้ำหนัก

1. "มวลสาร" เป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของสาร เหล็กแท่งใหญ่ย่อมมีมวลสารมากกว่าเหล็กแท่งเล็ก นั่นคือ ถ้าก้อนหิน 2 ก้อน ที่มีขนาดไม่เท่ากัน ย่อมมี.....ไม่เท่ากัน

55. เราได้ในก้อนแก้วว่า 480 มวลสาร เมื่อเราใช้วิธีการทาง

480

คณิตศาสตร์ เราจะได้ว่า มวลสารของเหล็ก = $480 \div 5 = \dots\dots\dots$

109. ถ้าไปเราจะตองหาน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับก้อนหิน และเนื่องจากน้ำหนักของก้อนหินในอากาศ 30 กรัม แต่ชั่งในน้ำได้เพียง 18 กรัม ดังนั้นน้ำหนักของก้อนหินจะหายไปในน้ำ - $30 - 18 = \dots\dots\dots$ กรัม

ความตวงจำเพาะ

2. "มวลสาร" หมายถึง ปริมาณเนื้อสารที่มีอยู่ในวัตถุใดๆ ทั้งนั้น ก่อนหิน 2 ก่อนที่มีมวลสารไม่เท่ากัน แสดงว่าขนาดใบเท่ากัน หรือ มีปริมาณ..... ใบแต่ละก้อนไม่เท่ากัน	มวลสาร
56.นักเรียนต้องจำไว้ให้ได้ว่า ความหนาแน่น = $\frac{\text{มวลสาร}}{\text{ปริมาตร}}$ หรือ $\frac{\text{มวลสารของสารนั้น}}{\text{ปริมาตรของสารนั้น}}$ ดังนั้น เราจะหาความหนาแน่นของสารใดก็ได้ เราต้องรู้ค่าของ 2 อย่างเสีย ก่อน คือ ก.ค่าของของสารนั้น ข.ค่าของ.....ของสารนั้น	2400
110. เราทราบว่าน้ำหนักของหินหายไปในน้ำ 12 กรัม แต่ตามหลักของ อาร์คิเมดส์กล่าวว่า "น้ำหนักของวัตถุที่หายไปในน้ำ ย่อมเท่ากับน้ำหนักของ น้ำที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุ" : ดังนั้น น้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับก้อนหิน จะเท่ากับ.....กรัมด้วย	12

3. วัตถุก้อนหนึ่งยอมมวลสาร เรือปริมาตรเนื้อสารภายในคงที่เสมอ ไปว่าจ.
นำไม้วางไว้ที่ไหน แสดงว่าเราจะวัดมวลสารของวัตถุที่แห่งหนตำบลใดก็ตาม
จะไ้ค่าไม่เปลี่ยนแปลง นั่นคือ มวลสารของแท่งเหล็กที่วัดที่กรุงเทพฯ ย่อม
เท่ากับค่าของ.....ของเหล็กแท่งนั้นเมื่อนำไปวัดที่ประเทศลาว

เนื้อสาร

57. การที่เราจะรู้ว่า วัตถุจะมีความหนาแน่นเท่าใด เราจะถ่วงรู้ค่าของ
ก. มวลสารของวัตถุนั้น ข. ปริมาตรของวัตถุนั้น ทั้งนี้เพราะเราทราบแล้ว
ว่า ความหนาแน่นของวัตถุใด $= \frac{\text{มวลสารของวัตถุนั้น}}{\text{ปริมาตรของวัตถุนั้น}}$

ปริมาตร , มวลสาร

ถ้าวัดวัตถุที่มีมวลสาร 50 กรัม และมีปริมาตร 25 ลบ.ซม. ย่อมมี
ความหนาแน่น $=$ กรัม ต่อ ลบ.ซม.

111. เป็นอันว่าเรารู้ ก) น้ำหนักของแอลกอฮอล์ที่มีปริมาตรเท่ากับก้อนหิน คือ
หนัก 10 กรัม และ ข) น้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับก้อนหิน คือ 12 กรัม
จงหาแตกต่างของแอลกอฮอล์และน้ำมีปริมาตรเท่ากันก็ต่างกันก็เท่ากับก้อนหิน
เราจึงสามารถหาความถ่วงจำเพาะของ.....ไ้

4. ในระบบอังกฤษ เรามีหน่วยวัดมวลสารของวัตถุเป็น "ปอนด์" เช่น
 ทรายมวลสาร 20 ปอนด์ ดังนั้น "ปอนด์" จึงเป็นหน่วยวัด.....
 ในระบบอังกฤษ

มวลกอดอล

50. ถ้าข้างล่างจะเห็นว่า วัตถุเป็นทรงกลม จึงสะดวกต่อการหาปริมาตร
 ทางเรขาคณิตต่างๆ เราเรียกวัตถุทรงกลมว่าใกล้เคียงกับ.....เป็นรูปทรงเรขาคณิต
 วัตถุที่มีทรงเรขาคณิตอื่นๆ เช่น รูปลูกบาศก์
 รูปกรวย.....
 ย่อมสะดวกแก่การหา.....เช่นกัน

2



112. ได้จาก

แอลกอฮอล์

ความถ่วงจำเพาะของแอลกอฮอล์ = $\frac{\text{น้ำหนักของแอลกอฮอล์}}{\text{น.น. น้ำที่ปริมาตรเท่าแอลกอฮอล์}}$
 ดังนั้นเมื่อ น.น. ของแอลกอฮอล์ 10 กรัม และ น.น. ของน้ำที่ปริมาตร
 เท่ากับแอลกอฮอล์ 12 กรัม และ ค.พ. ของแอลกอฮอล์ = $\frac{10 \text{ กรัม}}{12 \text{ กรัม}} = \dots$

5. ในระบบเมตริก เรามีหน่วยวัดมวลสารของวัตถุเป็น "กรัม" เช่น
 แท่งทองแดงมวลสาร 1000 กรัม ดังนั้น "กรัม" จึงเป็นหน่วยวัด.....
 ของวัตถุในระบบเมตริก

มวลสาร

59. มีวัตถุอีกประเภทหนึ่ง ที่ยุ่งยากแก่การหาปริมาณ เพราะไม่มีสูตรใน
 การคำนวณทางคณิตศาสตร์ คือ วัตถุที่ไม่เป็นทรงเรขาคณิต ก้อนหิน เศษ
 ไข่ไก่ เป็นต้น สิ่งที่ไม่เป็นทรงเรขาคณิตเหล่านี้เราจะหา.....
 โดยอาศัยสูตรทางคณิตศาสตร์ไม่ได้

ปริมาตร



115. สรุปไว้ว่าในการหาความถ่วงวาเพาะ (ถ.พ.) ของของเหลว เรายังคง
 ใช้หลักการเดิม คือถอยพยายามหาน้ำหนักของของเหลวนั้น และน้ำหนักของ
 น้ำ ที่วางถ่วง..... เท่ากัน

๐.8

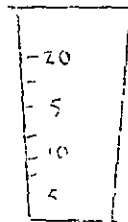
๖. ให้นักเรียนดูค่าชี้แจงการทลวงชุดที่ 1 ก่อนท้ายของบทเรียน

มวลสาร

60. วัตถุที่ไม่เป็นทรงเรขาคณิต โดยเฉพาะวัตถุที่จับในของเหลว หรือน้ำ เราอาจหาปริมาตรโดยวิธีการแทนที่น้ำ ก็ได้เอาวัตถุใส่ลงไปในภาชนะที่ขึ้นน้ำเต็ม น้ำจะล้นออกมา และน้ำที่ล้นออกมาจะมีปริมาตรเท่ากับวัตถุนั้น ดังนั้น เมื่อเราวัดปริมาตรของน้ำได้โดยใช้กระบอกวง เราก็สามารถรู้.....

ปริมาตร

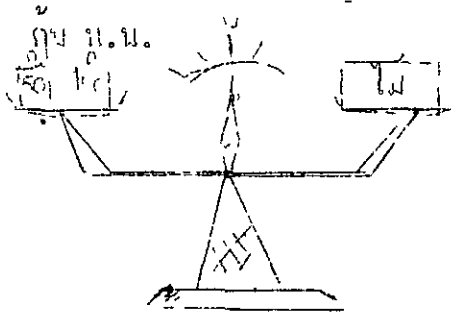
ของวัตถุแก้ว



114. นอกจากที่เราอาจหาความถ่วงจำเพาะของของเหลวได้ โดยการวัด
ขนาดความถ่วงจำเพาะ  ที่ข้างขวจะมีตัวเลขบอกความจุ
หรือปริมาตรไว้ ซึ่งถ้าเราเอาของเหลวใส่ลงไปจนเต็ม เราก็จะทราบ
.....ของของเหลวนั้นได้จากตัวเลขข้างขว

ปริมาตร

7. จากรูปเป็นการทวนวงสารของท่อนใบ โดยยี่ห้อข้างละแกน บนบานหนึ่ง
จะปั๊มหน้าหมัก และอีกจانبานหนึ่งว่างท่อนไม้นั้น ถ้าเข็มของกาตั้งชี้ที่



เลขศูนย์ แปลว่าหอนไม้มีมวลสาร
เท่ากับ มวลสารของกุ่มน้ำตึก นั่นคือ
ถ้ากุ่มน้ำตึก 100 กรัม ไม้หอนนี้ก็จะ
มีมวลสาร.....กรั๊ว๊ว

61. ให้นักเรียนถูกำหนดแจ้งการทดลองที่ 3 ตอนท้ายของบทเรียน

ឯកសារ

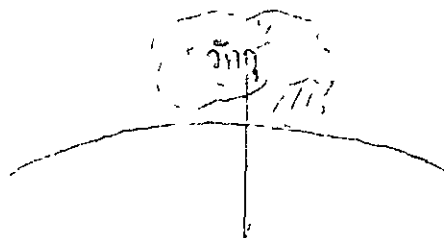
๑๑๕. นอกจากปรีชากรให้บอกไว้ข้างมาแล้ว เราจะต้องมีวิธีที่จะหาน้ำหนัก
ของของเหลวในขวดแก้ว ก่อนอื่นนักเรีนจึงจำเป็นต้องรู้จักวิธีใช้ขวดหา....
.....ในการหา ค.พ. ของของเหลว ก็จะกล่าวต่อไป

ប្រធាន

8. เราใช้ "ตาชั่งสองแขน" วัดมวลสารของวัตถุ โดยการทำให้วัตถุและลูกตุ้ม สมดุลย์กันบนตาชั่ง คือ เข็มของตาชั่งชี้ที่เลขศูนย์ กรณีนี้มวลสารของวัตถุจะ เปรียบเท่ากับมวลสารของลูกตุ้มนั้นเอง เช่นตาชั่งส่งคุลย์ที่ลูกตุ้มหนัก 100 กรัม แสดงว่ามวลสารของวัตถุจะเท่ากับ.....กรัมด้วย	100
62. ถ้าเอาวัตถุที่จมในของเหลว ใส่งไปในแก้วที่มีของเหลวเต็ม ของเหลว ก็จะล้นออกมาเท่ากับปริมาตรของวัตถุนั้น ดังนั้นเมื่อเราวัดปริมาตรของน้ำ ที่ล้นออก เราก็สามารถรู้.....ของวัตถุนั้น	
116. ในการใช้ขวดหาถ.พ. จะต้องชั่งหาน้ำหนักของขวดหาถ.พ.เปล่าๆก่อน แล้วเมื่อเราบรรจุของเหลวที่จะหาถ.พ. ลงไปจนเต็ม และชั่งหาน้ำหนัก ของ(ของเหลว ขวดหาถ.พ.) อีกครั้งหนึ่ง ดังนั้นเราจะหาน้ำหนักของ ของเหลวอย่างเดี๋ยวกี้ โดยการเอาน้ำหนักของขวดเปล่า หักออกจาก น้ำหนักของ (ของเหลว +)	กว่าขวดจําเพาะ

๑. มีปริมาณอีกอย่างหนึ่งคือ "น้ำหนัก" ของวัตถุ ซึ่งหมายถึงแรงดึงดูด หรือ แรงโน้มถ่วงของโลกที่มีต่อวัตถุ วัตถุทุกสิ่งที่อยู่บนโลกย่อมถูกโลกดึงดูด แรงที่โลกดึงดูดวัตถุใดๆย่อมหมายถึง.....ของวัตถุนั้น

100



น.น. ของวัตถุ หรือ แรงดึงดูดของโลกที่มีต่อวัตถุ

63. ถ้าเจาน้ำใส่ถ้วยแก้วให้เต็มพอดี แล้วเอาทรายจำนวนหนึ่งใส่ลงไป น้ำก็จะล้นออกมา และน้ำที่ล้นออกมามีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของ.....

ปริมาตร

117. ในห้องลงเดียวกัน เมื่อเรารู้ค่าหนักของขวดหาค.พ.แล้ว ถ้าเรา เจาน้ำใส่ลงไปในแก้วจนเต็มขวด แล้วชั่งน้ำหนักรวมของขวดหาค.พ. กับน้ำหนักของน้ำเต็มขวด เราก็สามารถหาน้ำหนักน้ำเต็มขวดได้ คือ
 น.น. น้ำเต็มขวด = (น.บ. รวมของขวดหาค.พ. กับ น.น. น้ำ) - (น.บ. ขวด)
 นั่นคือเราก็สามารถหาน้ำหนักของ.....เต็มขวดได้

ขวดหาค.พ.

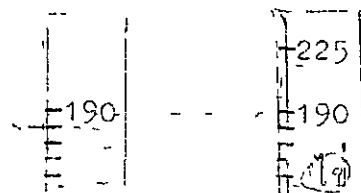
10. 'แรงดึงดูด หรือ แรงโน้มถ่วง' ของโลกที่มีต่อวัตถุ ย่อบเปลี่ยนแปลง ไปตามสถานที่ นั่นคือแรงดึงดูดของโลกที่มีต่อก้อนดินที่วางที่กรุงเทพฯ ย่อมน้อยกว่ากับแรง..... ของโลกที่มีต่อก้อนดินก้อน เดียวกันเมื่อวางอยู่ที่ประเทศอังกฤษ	น้ำหนัก
61. ให้แก่นักเรียนสามารถหาปริมาณของวัตถุได้โดยการแทนน้ำ หรือ ของเหลว เรา เรียกวัตถุในของเหลว หรือ น้ำ ปริมาตรของน้ำ หรือของเหลวที่ล้นออกมา จะเท่ากับปริมาตรของ..... นั่น	ทราย
113. เนื่องจาก ค.พ. ของของเหลวใด = $\frac{\text{น.น. ของของเหลวใน}}{\text{บ.น. ของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน}}$ หากก่อนนี้ เราทราบว่า น.บ. ของของเหลว "จะ" น.น. ของน้ำ ถ้า ปริมาตรเท่ากับของเหลว ค.พ. ใดนั้น เราจึงสามารถคำนวณหา..... ของของเหลวได้จากสูตรข้างบน	น้ำ

11.บรรพตภูเขา หรือ แรงโน้มถ่วงของโลกที่มีต่อวัตถุจะเปลี่ยนแปลงไปตาม
สถานที่ และเนื่องจากเราทราบแล้วว่า น้ำหนักของวัตถุ ก็คือแรงดึงดูด
หรือ แรงโน้มถ่วงของโลกที่มีต่อวัตถุนั่นเอง ดังนั้น น้ำหนักของวัตถุจะ
เปลี่ยนแปลงไปตาม.....ที่เราจะชั่งน้ำหนัก

แรงดึงดูดหรือ
แรงโน้มถ่วง

65.วัตถุ ในกระบอกทรงมีน้ำ บรรจุอยู่ 190 ลบ.ซม. เมื่อใส่ไข่(จนน้ำ)
พุ่งตกลงไปและไต่หนัก 50 กรัม ไข่จะอยู่ใต้น้ำทำให้ระดับน้ำสูงขึ้นเป็น
225 ลบ.ซม. ความหนาแน่นของไข่จะเป็นเท่าใด? ก่อนอื่นนักเรียนจะ
ถามไม่ลืมว่า เราต้องรู้ค่าของปริมาตรของไข่ และ ค่าของ.....
.....ของไข่เสียก่อน

วัตถุ

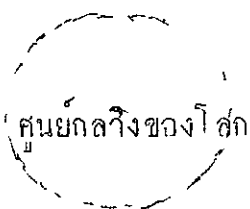


119.วัตถุ ขวดพลาสติก หนึ่งหนัก 40 กรัม เมื่อใส่น้ำเต็มจะหนัก
100 กรัม และเมื่อใส่แอลกอฮอล์เต็มจะหนัก 88 กรัม แอลกอฮอล์จะมี
ความถ่วงจำเพาะเท่าใด? อย่างไรก็ดีนักเรียนจะต้องไม่ลืมว่า เราจะ
หาค.ห. ของแอลกอฮอล์ได้เราต้องรู้ น้ำหนักของน้ำและน้ำหนักของ.....
.....ที่มีปริมาตร เท่ากัน

ความถ่วงจำเพาะ

12. ถ้าวัตถุของโลก ที่อยู่ใกล้ศูนย์กลางของโลก โลกจะออกแรงดึงดูด
ต่อวัตถุนี้มากกว่าวัตถุที่อยู่ห่างไกลศูนย์กลางของโลก ทั้งนี้เพราะโลกเรา
มีใกล้หมดแท้ แรงดึงดูด หรือ แรง.....ของโลกที่มีวัตถุใน
บริเวณต่างๆไปเท่ากัน

สถานที่



66. ถ้าวัดความหนาแน่นของไข่ เราต้องทราบน้ำหนักหรือมวลสารของ
ไข่ และปริมาตรของไข่ จากโจทย์ไข่หนัก 50 กรัม นักเรียนจงเข้าใจไว้
ถ้าวัดน้ำหนักในการคำนวณเราถือว่ามวลสารและน้ำหนักมีค่า ตัวเลขเท่ากัน
ดังนั้น จากโจทย์เราถือว่ามวลสารของไข่เท่ากับ.....กรัมด้วย

น้ำหนักหรือ
มวลสาร

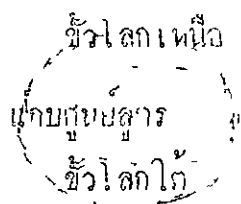
๑

120. จากโจทย์ เมื่อเอาแอลกอฮอล์ใส่ขวดหาค.พ.เต็มแล้ว มั่งได้ 80 กรัม
นั่นคือ (น.น.ขวดหาค.พ. + น.น.ของแอลกอฮอล์) = 88 กรัม
แต่ ขวดหาค.พ.อย่างเดียวน้ำหนัก = 40 กรัม
ดังนั้น น.น.ของแอลกอฮอล์เต็มขวดน้ำ = $88 - 40 = \dots\dots\dots$ กรัม

แอลกอฮอล์

13. ชั่วโลกเหนือและชั่วโลกใต้บีบรัดกะแทบ แก่แถบศูนย์สูตรจะโป่ง เป็นเหตุ
ให้แถบขั้วโลกทั้งสองอยู่ใกล้ศูนย์กลางของโลกมากกว่าแถบศูนย์สูตร ดังนั้น
แรงดึงดูดของโลกที่บีบรัดวัตถุในบริเวณขั้วโลกจึงมากกว่าแรงดึงดูดของโลกที่
บีบรัดวัตถุในแถบ.....

โน้มน้าว



67. ถกลองเราทราบกิโลกรัมของไข่แล้วคือ 50 กรัม แต่เรายังไม่ทราบค่า
ปริมาตรของไข่ เราจึงยังหาความหนาแน่นของไข่ไม่ได้ ถ้าเราต้องการหา
ความหนาแน่นของไข่เราจึงต้องหาค่า.....ของไข่ซึ่งเรายังไม่
รู้ก็ได้

50

121. เป็นอันว่าเราทราบค่าหนักของแอลกอฮอล์ที่มีปริมาตรเท่าขวดหาค.พ.
คือ 48 กรัม แต่เรายังไม่ทราบค่าน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่าแอลกอฮอล์ จึง
หาความถ่วงจำเพาะของแอลกอฮอล์ไม่ได้ จากโจทย์ถ้าเอาน้ำใส่ขวดหาค.พ.
จนเต็มแล้วจะชั่งได้ 100 กรัม และเนื่องจากขวดหาค.พ.อย่างเดิม
หนัก 40 กรัม ดังนั้นน้ำเต็มขวดจะหนัก = $100 - 40 = \dots\dots\dots$

48

14. ในเมื่อหัวโลก มีแรงโน้มถ่วง หรือแรงดึงดูด มากกว่า ในแถบศูนย์สูตร แกนนำหนักของวัตถุ หมายถึง แรงดึงดูดหรือแรงโน้มถ่วงของโลกที่มีต่อวัตถุ ก็นั้นน้ำหนักของวัตถุก็จะแตกต่างกันเมื่อขึงในแถบขั้วโลกย่อมได้มากกว่าเมื่อ ขึงในแถบ.....	ศูนย์สูตร
68.ต่อไปเราจะหาปริมาตรของไข่ เนื่องจากกระบอกทรงเป็นเครื่องวัดหา ปริมาตร จากโจทย์บอกว่า แต่เดิมน้ำในกระบอกทรงสูงแค่ระดับ 190 ซม. ซม. แต่เมื่อใส่ไข่ลงไประดับน้ำจะสูงขึ้นถึง 225 ซม. ซม. แสดงว่า ระดับน้ำสูง ขึ้นกว่าเดิม = $225 - 190 = \dots\dots\dots$ ซม. ซม.	ปริมาตร
122. เป็นอันว่าเรารู้แล้วว่า แอลกอฮอล์หนัก 48 กรัม และ น้ำหนัก 60 กรัม ซึ่งต่างก็มีปริมาตรเท่ากันคือปริมาตรเท่ากับขวดหาถ.พ. เมื่อ ถ.พ. ของแอลกอฮอล์ = $\frac{\text{ม.น. ของแอลกอฮอล์}}{\text{น.น. ของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน}}$ ดังนั้นแอลกอฮอล์มีความหนาแน่น = $\frac{48}{60} = \dots\dots\dots$	60

15. ในระบบเบตริก มีหน่วยวัดน้ำหนัก เป็น "กรัม" - น้ำหนัก ดังนั้น ถ้าเรา กล่าวว่า วัด 100 กรัม - น้ำหนัก ย่อมหมายถึงการวัด.....ของวัตถุ	ศูนย์สูตร
69. เราทราบว่า ระดับน้ำสูงขึ้น 35 ซม. และนักเรียนน่าจะเข้าใจได้ ว่าปริมาณที่เพิ่ม ควรจะเป็นปริมาตรของของสิ่งที่ใส่ลงไปในกระบอกตวง นั่นก็คือสิ่งที่เราเพิ่มลงไปในกระบอกตวงจะมีปริมาตร.....ลบ. มม.	35
123. ให้นักเรียนกล่าวชี้แจงการทดลองชุดที่ 5 ตอนท้ายของบทเรียน	0.8

16. ในระบบวงกลม มีหน่วยวัดน้ำหนัก เป็น "ปอนด์ - น้ำหนัก" ดังนั้น
ถ้ากล่าวว่า วัตถุ 200 ปอนด์ - น้ำหนัก ก็ย่อมหมายถึงการวัด.....
ของวัตถุนั้นเอง

น้ำหนัก

70. เราทราบในตอนต้นว่า สิ่งที่เราใส่ลงในกระบอกวงมีปริมาตร 35 ลบ.ซม.
แต่สิ่งที่เราใส่ลงไปในกระบอกวงก็ ไข่ ดังนั้นไข่ฟองนี้มีปริมาตร.....
.....ลบ.ซม.

35

124. โจทย์ ขวดหกล.พ.ใบหนึ่งเขียนว่าบรรจุไว้น้ำซาวเป็น 40 ลบ.ซม.
และซึ่งขวด.พ.อย่างเดียวกันได้ 10.5 กรัม เมื่อเอาน้ำมันชนิดหนึ่งบรรจุ
ลงเต็มขวดแล้วจึงได้ 30.5 กรัม น้ำมันจะมีความถ่วงจำเพาะเท่าใด
ความจุที่ ใช้น้ำมันซาวก็เป็นปริมาตรของขวด.พ.นั่นเอง ดังนั้นของเหลว
ที่ใส่ลงไปในขวดย่อมมีปริมาตรเท่ากับขวดก็..... ลบ.ซม.



17. โดยทั่วไปเราจะไม่เรียกว่าของน้ำหนักเป็น "กรัม - น้ำหนัก" หรือ "ปอนด์ - น้ำหนัก" แต่เรามักพูดว่า ถ้วยหนึ่งหนัก 10 กรัม หรือ 10 ปอนด์ ซึ่ง "กรัม" หรือ "ปอนด์" ที่แท้จริงไม่ใช่หน่วยของน้ำหนัก แต่เป็นหน่วยของ.....	น้ำหนัก
71. เป็นอันว่านักเรียนรู้ค่าที่ถ่วงการ 2 อย่าง คือ มวลสารของไข่ 50 กรัม และปริมาตรของไข่ 35 ลบ.ซม. จึงพร้อมที่จะหาความหนาแน่นของไข่ได้ เพราะ ความหนาแน่นของไข่ = $\frac{\text{มวลสารของไข่}}{\text{ปริมาตรของไข่}}$ ดังนั้น ไข่มีความหนาแน่น = $\frac{50 \text{ กรัม}}{35 \text{ ลบ.ซม.}} = \dots\dots \text{กรัม/ลบ.ซม.}$	35
125. จากโจทย์ เมื่อเอาน้ำมันใส่ของเหลว.พ.จนเต็มรังได้ 30.5 กรัม แสดงว่า (น.น.ของเหลว.พ. + น.น.น้ำมันเต็มขวด) = 30.5 กรัม แต่ น.น.ของเหลว.พ.อย่างเดียว = 10.5 กรัม ฉะนั้น น.น.ของน้ำมันเต็มขวด = $30.5 - 10.5 = \dots\dots \text{กรัม}$	40

18. ถอดลงว่าความแตกต่างของ "มวลสาร" กับ "น้ำหนัก" ต่างกันที่ หน่วยของการวัด คือ ในระบบเมตริก น้ำหนัก มีหน่วยวัดเป็น "กรัม - น้ำหนัก" แต่ มวลสาร จะมีหน่วยวัดเป็น.....	มวลสาร
72. ความหนาแน่นของไซฟองนี้ ประมาณ 1.43 กรัม/ลบ.ซม. โปรดสังเกตว่าไซฟองนี้มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ (น้ำมีความหนาแน่น 1.00 กรัม/ลบ.ซม.) ไซฟองจะจมในตัวเองเดียวกับ วัตถุโลกก็ตามที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำจะจมไป.....เสมอ	1.43
126. เราทราบว่าน้ำมันเต็มขวด ๗.๕ จันทน์ 20 กรัม แก้วชวดา ค.พ. มีปริมาตร 40 ลบ.ซม. แสดงว่าน้ำมันจะมีปริมาตร 40 ลบ.ซม. ด้วย และน้ำมัน 40 ลบ.ซม. จะหนัก.....กรัม	20

19. เนื่องจาก "น้ำหนัก" และ "มวลสาร" ต่างกันที่หน่วยวัด สำหรับระบบเมตริก น้ำหนักวัดเป็น กรัม - น้ำหนัก แต่มวลสารวัดเป็น กรัม ทำนองเดียวกัน ในระบบอังกฤษ น้ำหนักวัดเป็น ปอนด์ - น้ำหนัก แต่มวลสารวัดเป็น	กรัม
73. เพราะว่า ความหนาแน่นของวัตถุใด = $\frac{\text{มวลสารของวัตถุ}}{\text{ปริมาตรของวัตถุ}}$ ดังนั้นไม่ว่าวัตถุจะมีลักษณะใด นักเรียนต้องจำไว้ว่า ถ้าจะหาความหนาแน่นของวัตถุ นักเรียนต้องรู้ค่า 2 อย่าง คือ ก.มวลสารของวัตถุนั้น ข..... ของวัตถุนั้น	น้ำ
127. ตอนนี้ เรารู้แล้วว่าน้ำมันมีปริมาตร 40 ลบ.ซม. และหนัก 20 กรัม แต่เมื่อเราจะหาความถ่วงจำเพาะของน้ำมัน เราต้องรู้ว่ามีปริมาตรเท่ากับน้ำมัน น้ำหนัก เราต้องหาน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตร.....ลบ.ซม.	20

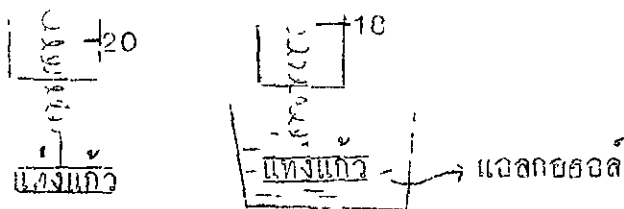
20.ภาพรูป เป็นการแสดงการชั่งน้ำหนักของวัตถุ โดยใช้ตาชั่งสปริง โลก ออกแรงดึงดูดต่อผลไม้เท่าใด เราดูจากเข็มของตาชั่งที่ขอยู่บนหน้าปัดของ ผลไม้ ตาชั่ง ถ้าผลไม้ตั้งในกรุงเทพฯปรากฏ ว่าเข็มชี้ที่เลข 50 แสดงว่าผลไม้ หนัก.....กรัม	ปอนด์
74.ต่อไปเราจะเรียนการกำหนด"ความถ่วงจำเพาะ(ด.พ.)ของวัตถุ แต่ ก่อนอื่นก็เรียนการจะเข้าใจ"หลักของอาร์คิมิดีส"เสียก่อน เพราะจำเป็น แก่การหาความถ่วงจำเพาะเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้ สมบัติเรียนไปรคได้ทำความเข้าใจ เข้าใจในหลักของ.....ให้เสียก่อน	ปริมาตร
128.เราถ่วงการหาน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตร 40 ลบ.ซม. นักเรียนจะต้อง ไม่ลืมว่า น้ำมีความหนาแน่น 1 กรัม/ลบ.ซม. หรือ น้ำ 1 ลบ.ซม.จะหนัก 1 กรัม ดังนั้นน้ำ 40 ลบ.ซม.จะหนัก.....กรัม	40

21. ฟอนไต้ซึ่งก่ายตาวังสะปริง เมื่อตั้งในกรุงเทพฯ ได้ 50 กรัม ถ้าตั้งกับ
แถบขั้วโลกซึ่งเราทราบแล้วว่ามีความโน้มถ่วงมากกว่าที่กรุงเทพฯ ย่อมได้ค่า
ของน้ำหนักเพิ่มขึ้น ถ้าเข็มของกาชังสะปริงชี้ที่เลข 55 แสดงว่า ฟอนไต้
หนัก กรัม ที่ขั้วโลก

50

75. หลักของอาร์คิมิดีส กล่าวว่า "น้ำหนักของวัตถุที่หายไปเมื่อตั้งในของ
เหลว จะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุนั้น" เช่น
แท่งแก้วขึ้นหนึ่งหนัก 20 ปอนด์ แต่พอตั้งในแอลกอฮอล์ได้เพียง 10 ปอนด์
จะเห็นว่า น.น. ของแท่งแก้วหายไป 2 ปอนด์ ถ้าอาศัยหลักของอาร์คิมิดีส
เราจะบอกได้ว่า แอลกอฮอล์ที่มีปริมาตรเท่ากับแท่งแก้วจะหนัก ปอนด์

อาร์คิมิดีส



129. เนื่องจากน้ำมันที่มีปริมาตร 40 ลบ.ซม. หนัก 20 กรัม และน้ำที่มี
ปริมาตร 40 ลบ.ซม. เท่ากันจะหนัก 40 กรัม

40

เพราะว่า ก.พ. ของน้ำมัน = $\frac{\text{น้ำหนักของน้ำมัน}}{\text{น้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน}}$

ดังนั้น ความถ่วงจำเพาะของน้ำมัน = $\frac{20 \text{ กรัม}}{40 \text{ กรัม}} = \dots\dots\dots$

22. ให้นักเรียนดูคำชี้แจงการทดลองชุดที่ 2 ก่อนทำของบทเรียน

55

76. หรือเราอาจกล่าวว่า "น้ำหนักของวัตถุที่หายไปในช่วงเวลา จะเท่ากับ น้ำหนักของช่องเวลาที่ถูกแทนที่" นั่นคือ น้ำหนักของช่องเวลาที่ถูกแทนที่ ก็คือ น้ำหนักของช่องเวลาที่ปริมาตรเท่ากับวัตถุชิ้นเอง ดังนั้น ถ้าช่องเวลาที่ถูกแทนที่ ๑ ปอนด์ แสดงว่าช่องเวลาที่ปริมาตรเท่ากับวัตถุหนัก.....ปอนด์

2

130. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 2 ก่อนทำของบทเรียน

0.5

๒๓. เมื่อมองจากถ้าเราวิ่งน้ำหนักกันหนึ่งในแถบขั้วโลก จะได้น้ำหนักว่าเมื่อซึ่ง
ในแถบศูนย์สูตร เจน เหล็ก 25 กรัม - น้ำหนัก(เมื่อซึ่งในกรุงเทพฯ) ถ้า
นำเหล็กก้อนนี้ไปซึ่งที่ขั้วโลกเลย(แถบขั้วโลก) จะได้น้ำหนักมากกว่า.....
.....กรัม - น้ำหนัก

หมายเหตุ กรุงเทพมหานครอยู่ในแถบศูนย์สูตร

17. เพราะว่า ความถ่วงจำเพาะของวัตถุ = $\frac{\text{น้ำหนักของวัตถุ}}{\text{น้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน}}$ 2
ดังนั้นจะเห็นว่าหลักของการที่เบสิส จะช่วยให้ทราบน้ำหนักของน้ำที่มี....
... ..เท่ากับวัตถุได้ ในการหา ค.ถ.ของวัตถุนั้น

๒๔. สรุปได้ว่า เท่าที่เราเรียนมา เราสามารถหาความถ่วงจำเพาะของ
ของเหลวได้ 2 วิธี คือ ก. ใช้ขวดหาคความถ่วงจำเพาะ ข. หาโดยอาศัย
หลักของอาร์คิมิดีส ต่อไปจะแนะนำให้นักเรียนรู้จักกับ "ไฮโดรมิเตอร์"
เป็นเครื่องมือสำหรับใช้วัดการหา ค.ถ. ของของเหลวใด ก็นำเครื่อง
นี้ใส่ใน..... ลอยลงในของเหลวนั้น

ไฮโดรมิเตอร์

24. 'ปราชญ์เทศา' มวลสารกับน้ำหัก นกจะต่างกับที่ หน่วยของการวัด แล้ว ยังต่างกันอีกอย่างหนึ่ง คือ มวลสารของวัตถุอันเดียวกันจะไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าเราจะซึ่งมวลสารที่แห่งหนตำบลใด ยกเว้นกันข้าม น้ำหนักของวัตถุอันเดียวกันจะ.....ไปตามสถานที่ที่เราไม่นับไปจึง	25
70. หลักของอาร์กิบีต มีประโยชน์ในการหาความถ่วงจำเพาะของวัตถุมาก ทั้งสองเหตุผลของแข็ง แล่นักเรียนจะตั้งข้อได้ชื่อว่า การหาถ.พ. ของสิ่งใด ๆ นักเรียนจะต้องการเกี่ยวกับสิ่งนั้น 2 อย่าง คือ ก. น้ำหนักของวัตถุนั้น ข. น้ำหนักของ.....ที่มีปริมาตร เท่ากับวัตถุนั้น	ปริมาตร
132. ไฮโดรมิเตอร์แบบสามัญ หาด้วยแก้วกลวง ส่วนบนก้นยาวนี้ตัวเลขบอกค่าความถ่วงจำเพาะ(ก.พ.) ส่วนตอนล่างเป็นกระเปาะที่บรรจุปรอท หรือแอลกอฮอล์ เชื้อถ่วงให้ทั้งคั้งเมื่อลอยในของเหลว เช่นเมื่อลอยไฮโดร- มิเตอร์ลงในน้ำ ระดับน้ำอยู่ที่เลข 1.00 แสดงว่าน้ำมี ถ.พ. 1.00 แต่ถ้าลอยในน้ำเชื่อมแล้วจนถึงระดับ 1.5 แสดงว่าน้ำเชื่อมมีถ.พ..... 1 ±0.5 ±1.00 ±1.5 ไฮโดรมิเตอร์	ไฮโดรมิเตอร์

25.ทรายที่มีมวลสาร 50 กรัม ไปว่าจะตั้งที่ไหนจะได้มวลสาร...กรับเสมอ
 เพราะเราทราบแล้วว่าค่าของมวลสารจะไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งต่างกับทราย
 น้ำหนัก 50 กรัม - น้ำหนัก ๗ ที่หนึ่ง จะไปเท่ากับ.....กรัม เพื่อนำไป
 ชั่งในที่อื่นๆ

เปลี่ยนแปลง

7๖. ให้นักเรียนหาค่าชี้แจงการทดลองชุดที่ 4 คนท้ายของบทเรียน

แก้

๑๖๕. 'แอลโคมิเตอร์' เป็นไฮโดรมิเตอร์ที่ใช้วัดความถ่วงเพาะของน้ำมัน
 เหม้น ถ้าเอาแอลโคมิเตอร์ลอยในน้ำมันแล้วปรากฏว่าระดับของน้ำมันอยู่
 ที่เลข 1.05 แสดงว่า ถ.ว. ของน้ำมันเท่ากับ.....

1.5

26. นักเรียนคงสังเกตเห็นแล้วว่า "น้ำหนัก" ของวัตถุขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดของโลกที่มีต่อวัตถุนั้น แต่มวลสารหาได้ขึ้นอยู่กับ.....ของโลกไม่

50,50

๓๐. นักเรียนพึงจำไว้ว่า "ความถ่วงจำเพาะของสารใด ๆ ก็คือ อัตราส่วนระหว่างมวลสารของสารนั้น กับ มวลสารของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน ถึงเวลาเขียนเป็นสูตรในการคำนวณดังนี้

$$\text{ความถ่วงจำเพาะของสารใด} = \frac{\text{มวลสารของสารนั้น}}{\text{มวลสารของน้ำที่มี.....เท่ากัน}}$$

154. ไฮโดรมิเตอร์ที่ใช้วัด ถ.พ. ของแอลกอฮอล์เรียกว่า "แอลกอฮอล์-มิเตอร์" ที่ใช้วัด ถ.พ. ของน้ำตาลเรียกว่า "ซุกคาไรมิเตอร์" และที่ใช้วัด ถ.พ. ของน้ำยักสวาระเรียกว่า "ยูรีโนมิเตอร์" อย่างไรก็ตามทั้งหมดนี้เป็นเครื่องวัดสำเร็จรูปที่เรียกว่า.....,ทั้งสิ้น

1.05

27. โลกเรามีแรงดึงดูดมากกว่าแรงดึงดูดของดวงจันทร์ประมาณ 6 เท่า ถ้าน้ำก้อนหินที่ชั่งน้ำหนักบนโลกได้ 300 ปอนด์ เมื่อนำก้อนหินก้อนนั้นบน ดวงจันทร์ถ่วงจะได้น้ำหนัก(มากกว่า หรือ น้อยกว่า)..... 300 ปอนด์	แรงดึงดูด
81. เราทราบแล้วว่า ความถ่วงจำเพาะของสารใด = $\frac{\text{มวลสารหรือน้ำหนักของสารนั้น}}{\text{มวลสาร (น้ำหนัก) น้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน}}$ นั่นคือ ค.พ.ของสารใด มวลสาร (น้ำหนัก) ของสารนั้นหารด้วย มวล สารของ.....ที่มีปริมาตรเท่ากัน	ปริมาตร
135. ไฮโดรมิเตอร์ มีประโยชน์ในการวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ของ ของเหลวได้ เช่น เหล้า น้ำกรรก ฯลฯ เพราะของเหลวที่บริสุทธิ์จะมี ค่าของความถ่วงจำเพาะค่าหนึ่งที่ตั้งที่ ดังนั้นถ้าเรานำ..... ลงอยู่ในของเหลวดังกล่าว เราจะรู้ว่า ค.พ.ของมันเปลี่ยนไปหรือไม่ และยังบริสุทธิ์หรือไม่	ไฮโดรมิเตอร์

28. ขบวนการของการกำหนดค่าของมวลสาร 1 กรัม ก็นำมาซึ่งมวลสาร
ของน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และมีปริมาตร 1 ลบ.ซม.
ฉะนั้นเหล็กที่มีปริมาตร เท่ากับ น้ำบริสุทธิ์ที่ 4 องศาเซลเซียสและมี
ปริมาตร 1 ลบ.ซม. จะมีมวลสาร... ..กรัม

น้อยกว่า

82. พิจารณาจากสูตร $\rho = \frac{m}{V}$ ของสารใด = มวลสาร ของสารนั้น
มวลสารของน้ำมีปริมาตรเท่ากัน
อ้างว่า เด็กเรียนจะหาความกว้างจากเสา ของสารใดได้นั้น บัดเรียนจะต้อง
เวลาที่สำคัญๆ 2 ค่า คือ ก. มวลสารหรือน้ำหนักของสารนั้น
ข. บวลาการ หรือน้ำหนักของ....ที่ปริมาตรเท่ากัน

น้ำ

136. การปลูก ในเขตเคอร์รี่ดอยบอร์จะมีน้ำกรกเป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่ง
และควรรู้ว่าเขาระของน้ำกรกที่ ประมาณ 1.28 ฉะนั้นเข็กรไ้ไปนานๆ
ก. ๗. ของน้ำกรกอาจเปลี่ยนไปได้ ว่าจริงหรือลองค่า ก. พ. ของน้ำกรกนี้
โดย.....ค่อยๆไป

ไฮโดรมิเตอร์

๒๑.ในระบบเมตริก หน่วยวัดมวลสาร นอกจากวัดเป็น "กรัม" แล้ว ยังมีหน่วยวัดเป็น "กิโลกรัม" คือ มวลสาร 1 กิโลกรัม เท่ากับ 1000 กรัม ดังนั้น ทราย 5 กิโลกรัม จะมีค่าเท่ากับทราย.....กรัม	1
๒๓.ในการหา ถ.พ.ของสารใด เราต้องรู้ มวลสารของสารนั้น หรือ น้ำหนักของสารนั้นโดยการชั่งถ้วยกาน้ำซึ่งไม่ยากแก่การหา แต่มวลสารหรือน้ำหนักของน้ำที่มี.....เท่ากับ ปริมาตรของน้ำจากถ้วยหลักของวาร์กึเบกิด	น้ำ
137.ทดลองเราอาจสรุปได้ว่าเราสามารถหาความกว้างจำเพาะของสารได้ 3 วิธี คือ ก.อาศัยหลักของวาร์กึเบกิด ข.ใช้ขวดหาความกว้างจำเพาะ ก.ไว้.....ซึ่งเป็นเครื่องมือสำเร็จรูป	ไฮโกรมิเตอร์

30. ในระบบอังกฤษหน่วยวัดมวลสาร นอกจากวัดเป็น "ปอนด์" แล้วยังมีหน่วยวัดเป็น "ออนซ์" และ "กรัม" โดยเทียบกันดังนี้ มวลสาร 1 กรัม เท่ากับ มวลสาร 2240 ปอนด์ "มวลสาร 1 ปอนด์ เท่ากับมวลสาร 16 ออนซ์ ดังนั้น น้ำแข็งมวลสาร 5 กรัม จะเท่ากับ มวลสาร.....ปอนด์	5000
๓๑. จากวลีของชาร์ลีเมตีสกล่าวว่า "น้ำหนักของวัตถุที่หายไปเมื่อซึ่งในของเหลว จะเท่ากับ น้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่" ฉะนั้นถ้าเราชั่งน้ำหนักของวัตถุในแก้ว และชั่งวัตถุในอากาศ เราจะรู้ได้ว่ำน้ำหนักของวัตถุจะหายไป น้ำเท่าใด สิ่งจะทำให้เรารู้ว่า น้ำหนักของ.....ที่ถูกแทนที่เป็นเท่าใดได้ว่	ปริมาตร
๓๒. เราหาความถ่วงจำเพาะของสารโดยการเปรียบเทียบความหนาแน่น กับ ความถ่วงจำเพาะของสารใด = $\frac{\text{ความหนาแน่นของสารนั้น}}{\text{ความหนาแน่นของน้ำ}}$ เช่น น้ำทะเลมีความหนาแน่น 1.03 กรัม/ลบ.ซม. และน้ำมีความหนาแน่น 1 กรัม/ลบ.ซม. ดังนั้นความถ่วงจำเพาะของน้ำทะเล $\frac{1.03 \text{ กรัม/ลบ.ซม.}}{1 \text{ กรัม/ลบ.ซม.}}$ นั่นคือ ค.พ.ของน้ำทะเล เท่ากับ.....	ไคโรมิเตอร์

31. เนื่องจากมวลสาร 1 ปอนด์ เท่ากับ มวลสาร 16 ออนซ์
 ดังนั้น สิ่งที่มีมวลสาร 10 ปอนด์ จะเท่ากับ สิ่งที่มีมวลสาร.....ออนซ์

11200

๑5. เนื่องจากวัตถุที่เราชั่งในน้ำ เป็นวัตถุที่จมน้ำ ดังนั้นน้ำที่ถูกแทนที่
 ก็คือ น้ำที่มีปริมาตร เท่ากับวัตถุนั้นเองฉะนั้นเมื่อทราบน้ำหนักของวัตถุที่หาย
 ไป เราจะรู้ว่าน้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่เมื่อเท่าใด และเราจะทราบต่อ
 ไปได้ว่า น้ำหนักของน้ำที่มี..... เท่ากับวัตถุเป็นเท่าใดด้วย

น้ำ

139. เพราะฉะนั้น

$$\text{ความถ่วงจำเพาะของสารใด} = \frac{\text{ความหนาแน่นของสารนั้น}}{\text{ความหนาแน่นของน้ำที่ปริมาตรเท่ากัน}}$$

1.03

นั่นหมายความว่า ถ.พ.ของ สารใด คือตัวเลขบอกว่าสารนั้นมีความหนาแน่น
 เป็นกี่เท่าของน้ำนั่นเอง เช่น แอลกอฮอล์มีความหนาแน่น 50 ปอนด์/ลบ.ฟุต
 และน้ำมีความหนาแน่น 62.5 ปอนด์/ลบ.ฟุต แสดงว่าแอลกอฮอล์มีความ
 หนาแน่น 0.8 เท่าของน้ำ นั่นคือแอลกอฮอล์มี ถ.พ.เท่ากับ.....

32. นอกจากให้นักเรียนอาจเปลี่ยน"หน่วย"วัดมวลสาร ระหว่างระบบอังกฤษ กับระบบเมตริก เช่น ขวลสาร 1 ปอนด์ในระบบอังกฤษ จะเท่ากับมวลสาร 453.6 กรัมในระบบเมตริก ดังนั้นนักเรียนจะบอกได้ว่า เหล็กที่มีมวลสาร 2 ปอนด์ในระบบอังกฤษ จะเท่ากับมวลสาร.....กรัมในระบบเมตริก	160
ย6.สรุปได้ว่า เราจะหาความกว้างจำเพาะของสารใดนั้น เราต้องรู้ค่าของ 2 อย่างเสียก่อน คือ ก.น้ำหนักจริง (ได้จากการชั่งในอากาศ) ข.น้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุ นั้น ซึ่งกล่าว แล้วว่า หาได้โดยการอาศัยหลักของ.....	ปริมาตร
140.พิจารณาจากสูตรการหาความกว้างจำเพาะคือ $\text{ความกว้างจำเพาะของสารใด} = \frac{\text{ความหนาแน่นของสารนั้น}}{\text{ความหนาแน่นของน้ำ}}$ แสดงว่า ค.บ.ของสารใด ก็คือ ตัว เลขที่ได้จากการ เอาค่าความหนาแน่น ของสารนั้น หรูด้วย ค่าความหนาแน่นของ.....	0.8

33. ผลมวลสาร 1 กิโลกรัมในระบบเมตริก มีค่าเท่ากับ มวลสาร 2,204 ปอนด์ในระบบอังกฤษ ฉะนั้นถ้าเขียนกฎจะบอกได้ว่า มวลสาร 1000 กรัมในระบบเมตริก จะเท่ากับ มวลสาร.....ปอนด์ในระบบอังกฤษ	907.2
87. โจทย์ แก้วหนึ่ง ตั้งในอากาศ ได้ 150 กรัม แต่เข้างในน้ำได้เพียง 90 กรัม แก้วนี้จะมีมวลถ่วงจำเพาะเท่าใด ะเห็นว่า แก้วนี้จมน้ำในน้ำ น้ำหนักของแก้วจะหายไป น้ำ = 150 - 90 นั่นคือ น้ำหนักของแก้วจะหายไป น้ำ = กรัม	ดาร์กเมดิส
141. น้ำเป็นสารมาตรฐานอย่างหนึ่งในการหาความถ่วงจำเพาะของสารใดๆ จึงนิยามไว้ว่า น้ำมีความหนาแน่น 1 กรัมต่อลบ.ซม.ในระบบเมตริก และน้ำมีความหนาแน่น 62.5 ปอนด์ ต่อ ลบ.ฟุต ในระบบอังกฤษ สำหรับความถ่วงจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1 ไม่ว่าจะหาจากระบบใด จะเห็นว่าความหนาแน่นนี้หน่วย วัด แต่ ความถ่วงจำเพาะไม่มี.....วัด	น้ำ

34.นักเรียนทราบดีอยู่แล้วว่า "บวลดาร์" และ "น้ำหนัก" คือปริมาณเช่นไร เก่งกันอย่างไรบ้าง หากยังมีปัญหาสงสัย ไปรบกวนถามคุณครูอีก ครั้งหนึ่ง แะ จะได้เรียนรู้เรื่อง "ความหนาแน่นของสาร" และ "ความถ่วง จำเพาะของสาร" ในบทเรียนต่อไป	2.204
๐๘.อาศัยหลักของอาร์คิมิดีสที่ว่า น้ำหนักของวัตถุที่หายไปในของเหลว จะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่" แต่เราทราบว่าน้ำหนักของแก้ว หายไปในน้ำ 60 กรัม แสดงว่าน้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่เท่ากับ.....กรัม	60
142. โจทย์ ไม่ระบุลักษณะยาวกว้างและ 5 ฟุต และมีมวลสาร 1875 ปอนด์ ไม้นี้จะมีความถ่วงจำเพาะเท่าใด? จากสูตร ความถ่วงจำเพาะของไม้ = $\frac{\text{ความหนาแน่นของไม้}}{\text{ความหนาแน่นของน้ำ}}$ ถึงแม้จะได้ว่าการคำนวณหา ค.พ. ของไม้ เราต้องรู้ค่าที่สำคัญ 2 ค่า ก็คือ ก.ค่าความหนาแน่นของไม้ ข.ค่าความหนาแน่นของ.....	หน่วย

35. ความหนาแน่นของสารใด หมายถึง ค่าเชิงมวลสารของสารนั้น ใน
 ปริมาตรหนึ่งปริมาตร เช่น ไม้ก๊อกที่มีปริมาตร 1 ลบ.ซม.
 มีมวลสาร 0.24 กรัม นั่นแสดงว่า ความหนาแน่นของไม้ก๊อกเท่ากับ.....
 ...กรัม/ลบ.ซม. (กรัม/ลบ.ซม.)

๑. ในเมื่อรักเรียนรู้ว่าน้ำหนักของน้ำที่ถูกตวงเท่ากับ 60 กรัม แล้วเมื่อ
 ว่าง น้ำหนักของน้ำที่ถูกตวงนั้นก็คือน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับแก้ว
 ที่มีน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตร เท่ากับแก้วเท่ากับ.....กรัม

60

๑.3. ส่วนที่ 2 ถ้าเราจะต้องรู้ในการหา จ.พ. ของไม้ ก็คือ ค่าความ
 หนาแน่นของไม้ และค่าความหนาแน่นของน้ำ "ค่าความหนาแน่นของน้ำ
 นั้นเรารู้ค่าให้ได้ คือน้ำมีความหนาแน่น.....ปอนด์/ลบ. ฟุต

น้ำ

35. ความหนาแน่นของวัตถุ คือค่าของมวลสารของวัตถุที่มีปริมาตร 1 หน่วย ปริมาตร เช่น ถ้าหนักเรียนรู้ว่า เหล็กที่มีปริมาตร 1 ลบ.ซม.จะมีมวลสาร 7.8 กรัม แต่เหล็กที่มีปริมาตร 1 ลบ.ซม.จะมีมวลสาร 1 กรัม จะเห็นว่า เหล็กมีความหนาแน่น.....กรัม ต่อ ลบ.ซม.ซึ่งจะมากกว่าความหนาแน่นของน้ำเพราะน้ำมีความหนาแน่น.....กรัม ต่อ ลบ.ซม.เท่านั้น

0.24

40. เพราะว่าน้ำหนักของแก้ว 150 กรัมทางโจทย์ และเราหาได้ว่า น้ำหนักของน้ำมีปริมาตรเท่ากับแก้ว 60 กรัม

60

จากสูตร ความถ่วงจำเพาะของแก้ว = $\frac{\text{น้ำหนักของแก้ว}}{\text{น้ำหนักของน้ำที่ปริมาตรเท่ากัน}}$

$$\text{ดังนั้น จ.พ.ของแก้ว} = \frac{150 \text{ กรัม}}{60 \text{ กรัม}} = \dots\dots\dots$$

144. เรารู้ค่าความหนาแน่นของน้ำแล้ว เราจะหาความหนาแน่นของไข่ได้อย่างไร การปกติโจทย์จะบอกข้อมูลอะไรจะหาได้แน่ๆ นักเรียนต้องไม่ลืมว่า ความหนาแน่นของสารใด = $\frac{\text{มวลสารของสารนั้น}}{\dots\dots\dots \text{ของสารนั้น}}$

62.5

37. ในทำนองเดียวกันเราอาจกล่าวได้ว่า ความหนาแน่นของสารใด ก็คือ
 ค่าของมวลสารของสารนั้น ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เช่น เหล็ก ที่มีปริมาตร
 1 ลบ.ซม. มีมวลสาร 7.8 กรัม แสดงว่าเหล็กมีความหนาแน่น.....
กรัม ต่อ ลบ.ซม.

7.8, 1

91. เรื่องที่นักเรียนเรียนผ่านขยาล้าวกะตมส่งมา่าง เพราะเป็นเรื่องใหม่
 สำหรับนักเรียน แต่หวังว่าไม่ว่าจะเกินความสามารถของนักเรียนแค่ไหน
 ขวไ้ให้นักเรียนพยายามสรุปสิ่งที่เรียนมาแล้ว จะช่วยเสริมความจำและความ
 เข้าใจได้ดียิ่ง

2.5

145. เนื่องจากความหนาแน่นของไม้ ก็คือ ค่าของมวลสารของไม้ ทหารก้วย
 ปริมาตรของไม้เนื้อเอง แต่ถามโจทย์ มวลสารของไม้เท่ากับ.....ปอนด์

ปริมาตร

38.นักเรียนซึ่งสังเกตว่า หน่วยของความหนาแน่น เป็น หน่วยของมวลสาร
ต่อ หน่วยของปริมาตร (มวลสาร ต่อ ปริมาตร)
ในระบบเมตริก วัณมวลสารเป็น "กรัม" และวัณปริมาตรเป็น"ลบ.ซม."
ดังนั้นความหนาแน่นควรมีหน่วยวัณเป็น ".....ต่อ ลูกบาศก์เซ็นติเมตร"

7.8

92.ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 1 ทวนท้ายของบทเรียน

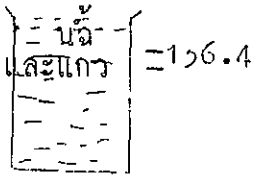
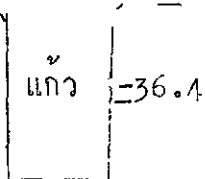
145.เนื่องจากเรารู้มวลสารของไม้ว่าเท่ากับ 1675 ปอนด์เพียงค่าเดียว
เราจึงหาความหนาแน่นของไม้ไม่ได้ เราจำเป็นต้องรู้ค่าปริมาตรของ
ไม้ด้วย เพราะจะหาความหนาแน่นนั้นจะต้องรู้ค่ามวลสารและค่า.....
ของสารนั้นๆ

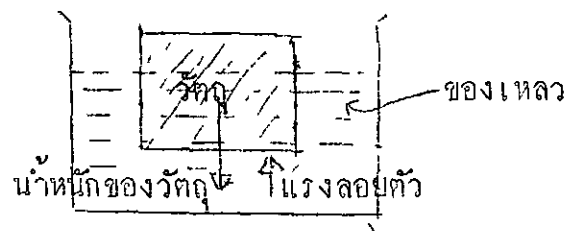
1875

3๑. เนื่องจากความหนาแน่นมีหน่วย เป็น หน่วยของมวลสาร ต่อ หน่วยของปริมาตร (มวลสาร ต่อ หน่วยปริมาตร) ในระบบอังกฤษ วัดมวลสารเป็น "ปอนด์" และวัดปริมาตรเป็น"ลบ.ฟุต" ดังนั้น ความหนาแน่นจึงมีหน่วยวัดเป็น ".....ต่อ ลบ.ฟุต"	กรัม
93. โจทย์ แก้วน้ำใบหนึ่งหนัก 36.4 กรัม เมื่อใส่น้ำเต็มแก้วแล้วชั่งได้น้ำหนัก 136.4 กรัม ในขณะที่มีน้ำเต็ม' แล้วเอาก่อนหินซึ่งชั่งในอากาศได้ 50 กรัม ใส่ลงไปปรากฏว่าน้ำล้นออกส่วนหนึ่ง แล้วชั่งน้ำหนักใหม่ได้ 156.4 กรัม หินก้อนนี้มีความถ่วงจำเพาะเท่าใด นักเรียนต้องจำสูตรให้ไว้คือ $\text{ถ.พ. ของหิน} = \frac{\text{มวลสารของหิน}}{\text{มวลสารของน้ำที่ปริมาตรเท่าหิน}}$ คือการหาถ.พ.ของหินจะต้องรู้ค่าสำคัญ 2 ค่า คือ มวลสารหรือน้ำหนักของหินที่ชั่งในอากาศ และมวลสารหรือน้ำหนักของ.....ที่ปริมาตรเท่าหิน	ตัน
147. เราจะหาปริมาตรของของลูกบาศก์ได้อย่างไร เนื่องจากลูกบาศก์มีความยาวด้านละ 5 ฟุต เพราะว่า ปริมาตรของลูกบาศก์ = กว้าง × ยาว × สูง ดังนั้น ปริมาตรของลูกบาศก์ = $5 \times 5 \times 5$ ลบ.ฟุต = ลบ.ฟุต	ปริมาตร

40. ขอยกตัวอย่างเพื่อเสริมความเข้าใจดังนี้ ทองแดงที่มีปริมาตร 20 หน่วยปริมาตร มีมวลสาร 178 หน่วยมวลสาร ทองแดงที่มีปริมาตร 1 หน่วยปริมาตร มีมวลสาร $= \frac{178}{20}$ หน่วยมวลสาร $= 8.9$ หน่วยมวลสาร นั่นคือ ทองแดงมีมวลสาร 8.9 หน่วยของมวลสาร คือ หนึ่งหน่วยปริมาตร แสดงว่า ทองแดงมีความหนาแน่น.....หน่วยมวลสาร ต่อ ปริมาตร	ปอนด์
94. ในเมื่อเราจะกำหนดหา ถ.พ. ของหิน เราจะต้องรู้ค่าที่สำคัญ 2 ค่า เสียก่อนคือ ก. น้ำหนักของหินในอากาศซึ่งโจทย์บอกมาคือ 50 กรัม ข. น้ำหนักของ.....ที่ปริมาตรเท่ากับหินซึ่งโจทย์ไม่ได้บอก	น้ำ
148. ตอนนี้เรารู้ค่าที่จำเป็นแก่การหาความหนาแน่นของไม้ทั้ง 2 ค่าแล้ว คือ ก. มวลสารหรือน้ำหนักของไม้เท่ากับ 1875 ปอนด์ ข. ม. ปริมาตรของไม้เท่ากับ 625 ลูกบาศก์ฟุต (ลบ. ฟุต) และเพราะว่า ความหนาแน่นของไม้ $= \frac{\text{มวลสารของไม้}}{\text{ปริมาตรของไม้}}$ ดังนั้น ความหนาแน่นของไม้ $= \frac{1875 \text{ ปอนด์}}{625 \text{ ลบ. ฟุต}} = \dots\dots \text{ปอนด์ ต่อ ลบ. ฟุต}$	625

41. ถ้าวัตถุชิ้นหนึ่งมีปริมาตร V หน่วย มีมวลสาร M หน่วยมวลสาร ก็นั้นถ้าวัตถุชิ้นนี้มีปริมาตร $\frac{M}{V}$ หน่วยจะมีมวลสาร $\frac{M}{V}$ หน่วยมวลสาร เพราะฉะนั้น ถ้า $\frac{M}{V}$ ก็คือค่าของมวลสารของวัตถุที่มีปริมาตร....หน่วย ของปริมาตร	8.9
95. เรายังไม่ทราบน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับก้อนหิน จึงไม่สามารถ หา ถ.พ. ของหินได้ แต่โจทย์จะต้องบอกข้อมูลมาพอที่จะหาน้ำหนักของน้ำ ที่มีปริมาตรของหินได้แน่ๆ นักเรียนจึงต้องพยายามหาน้ำหนักของน้ำที่มี ปริมาตรเท่ากับ..... ไปได้	น้ำ
149. จุดมุ่งหมายของเราคือต้องการหาความถ่วงจำเพาะของไม้ และเรา ก็รู้ค่าที่สำคัญ 2 ค่า พร้อมที่จะหา ถ.พ. ของไม้ได้แล้ว คือ ก. ความหนาแน่นของไม้ เราหาได้ 3 ปอนด์ ต่อ ลบ.ฟุต ข. ความหนาแน่นของน้ำ 62.5 ปอนด์ ต่อ ลบ.ฟุต เนื่องจาก ความถ่วงจำเพาะของไม้ = $\frac{\text{ความหนาแน่นของไม้}}{\text{ความหนาแน่นของน้ำ}}$ ฉะนั้นไม้มี ถ.พ. เท่ากับ = $\frac{3 \text{ ปอนด์ ต่อ ลบ.ฟุต}}{62.5 \text{ ปอนด์ ต่อ ลบ.ฟุต}}$ =	3

42. เนื่องจาก "ความหนาแน่น" ของวัตถุ หมายถึง มวลสารของวัตถุที่มี ปริมาตร 1 หน่วยปริมาตร ถ้าวัตถุนั้น 1 หน่วยปริมาตร มีมวลสาร $\frac{M}{V}$ หน่วย ดังนั้น $\frac{M}{V}$ ก็คือค่าของ.....ของวัตถุนั้นเอง	1
96. เนื่องจาก (น.น.ของน้ำเต็มแก้ว + น.น.ของแก้วเปล่า) = 136.4 กรัม แก้วเปล่าอย่างเดียวน้ำหนัก 36.4 กรัม ดังนั้น น.น.ของน้ำเต็มแก้วอย่างเดียวนั้น = 136.4 - 36.4 กรัม = กรัม  	ก่อนหีน
150. นักเรียนต้องจำไว้ว่า ในการหาความถ่วงจำเพาะของสารใดๆ อาจอาศัยสูตรที่ว่า ถ.พของสารใด = $\frac{\text{ความหนาแน่นของสารนั้น}}{\text{ความหนาแน่นของน้ำ}}$ ขั้นตอนการหาความหนาแน่นของสารนั้น มาเปรียบเทียบกับ..... ...ของน้ำนั่นเอง	0.048

43. เราทราบว่า $\frac{M}{V}$ คือ ค่าความหนาแน่นของวัตถุ โดยที่ M คือ ค่าของมวลสารของวัตถุ V คือ ค่าปริมาตรของวัตถุ และถ้าให้ D คือค่าความหนาแน่นของวัตถุนั้น เราอาจเขียนเป็นสัญลักษณ์แทนสูตรไว้ดังนี้ ... = $\frac{M}{V}$	ความหนาแน่น
97. เราทราบว่าน้ำเต็มแก้วจะหนัก 100 กรัม แล้วต่อนักเรียนจะน้ำหนัก ของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับหินได้อย่างไร จากโจทย์ (น.น. แก้ว + น.น. หิน - น.น. น้ำที่เหลือในแก้ว) = 166.4 กรัม แต่ (น.น. แก้ว + น.น. หิน) = 36.4 ÷ 50 = กรัม น้ำที่เหลือ และ แก้ว หิน = 166.4 แก้วเปล่า = 86.4	100
151. ต่อไปจะกล่าวถึง "แรงลอยตัว" ของวัตถุ คือ เมื่อนำวัตถุลอยใน ของเหลว จะมีแรงที่เกิดจากของเหลวดันวัตถุขึ้นในทิศทางสวนกันกับทิศทาง ของน้ำหนักของวัตถุ แรงดังกล่าวที่เราเรียกว่า..... 	ความหนาแน่น

44. นั่นคือเราจะหาความหนาแน่นของวัตถุได้ ถ้าเรารู้ค่าสำคัญ 2 ค่าคือ ก. มวลสารของวัตถุนั้น ซึ่งเราอาจแทนด้วย m ข. ปริมาตรของวัตถุนั้น ซึ่งเราแทนด้วย V ดังนั้น เราอาจเขียนเป็นสูตรสำหรับหาความหนาแน่นของวัตถุได้ดังนี้ ความหนาแน่นของวัตถุ = $\frac{\text{มวลสารของวัตถุ}}{\text{ปริมาตรของวัตถุ}}$ หรือ $D = \dots\dots\dots$	D
๑๘. เพราะว่า (น.น. แก้ว + น.น. หิน + น.น. น้ำที่เหลือ) = 166.4 กรัม แก้ว (น.น. แก้ว + น.น. หิน) = 86.4 กรัม ดังนั้น น.น. น้ำที่เหลือในแก้ว = 166.4 - 86.4 = กรัม น้ำที่เหลือ — และ — — แก้ว — (หิน) ลบด้วย แก้วเปล่า — (หิน) ได้ น.น. ของน้ำที่เหลือในแก้ว	86.4
152. นักเรียนยังคงจำได้ว่า เมื่อนักเรียนทิ้งวัตถุในของเหลว จะพบว่า น้ำหนักของวัตถุจะหายไป ถือน้ำหนักของวัตถุจะน้อยลงทั้งนี้เพราะของเหลวมีแรงกันขึ้น แต่ถ้าเป็นวัตถุที่ลอยได้ในของเหลว แรงลอยตัวของวัตถุจะเท่ากับน้ำหนักของวัตถุนั้น เช่น น้ำแข็งลอยในน้ำ น้ำหนักของน้ำแข็งจะเท่ากับ... ..ของน้ำแข็งในน้ำ	แรงลอยตัว

45. เนื่องจาก ความหนาแน่น = $\frac{\text{มวลสาร}}{\text{ปริมาตร}}$

ในระบบเมตริก วัคมวลสารเป็น กรัม และ ปริมาตรเป็น ลบ.ซม.

ดังนั้นความหนาแน่นควรวัดเป็น.....

$\frac{M}{V}$

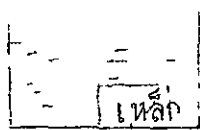
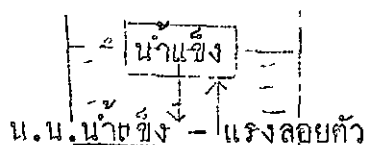
99. เป็นอันว่าเราได้ว่า น.น. ของน้ำเต็มแก้ว 100 กรัม จากโจทย์เมื่อเอาหินใส่ลงไปในแก้วที่มีน้ำเต็มและปล่อยให้หิน ค้นออก ปรากฏว่า น้ำที่เหลือในแก้วมีเพียง 80 กรัมเท่านั้น

แสดงว่าน้ำหนักของน้ำจะหายไป $100 - 80 = \dots\dots\dots$ กรัม

80

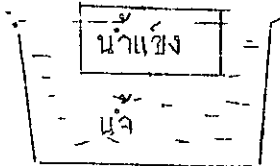
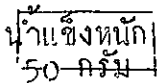
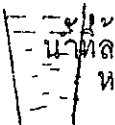
153. อันวัตถุที่ลอยในน้ำ แสดงว่า แรงลอยตัวของวัตถุในน้ำจะเท่ากับ น้ำหนักของวัตถุพอดี และวัตถุใดก็ตามที่จมในน้ำ ก็แสดงว่าแรงลอยตัวของวัตถุในน้ำน้อยกว่าน้ำหนักของวัตถุ เช่น เหล็กจมในน้ำ นั้นหมายความว่า น้ำหนักของเหล็ก มากกว่า.....ของเหล็กในน้ำนั้น

แรงลอยตัว



น.น. เหล็ก (มากกว่าแรงลอยตัว)

46. เนื่องจาก ความหนาแน่น = $\frac{\text{มวลสาร}}{\text{ปริมาตร}}$ ในระบบอังกฤษวัดมวลสารเป็น ปอนด์ และ ปริมาตรเป็น ลบ.ฟุต ดังนั้น ความหนาแน่นการวัดเป็น.....	กรัม ก่อ ลบ.ซม.
100. เกมนี้เฉพาะน้ำจริงๆเต็มแก้วมีน้ำหนัก 100 กรัม แต่ต่อมาจะมีน้ำ เหลืออยู่ในแก้วเพียง 80 กรัมจึงเป็นอันว่าน้ำหายไป 20 กรัม น้ำที่หายไป นี้ ก็คือน้ำที่ล้นออกจากแก้วนั่นเอง เพราะก่อนรินลงไปแทนที่ แสดงว่า น้ำที่ล้นออกต้องมีปริมาตรเท่ากับหิน ดังนั้นน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับ หิน ก็คือน้ำที่ล้นออกซึ่งหนัก.....กรัมดังกล่าวแล้ว	20
154. เพราะว่า " น้ำหนักของวัตถุ (ที่ลอยในของเหลว) จะเท่ากับน้ำหนัก ของของเหลวที่ถูกแทนที่ " แต่ของเหลวที่ถูกแทนที่จะมีปริมาตรเท่ากับส่วน ที่จมอยู่ใต้ของเหลวของวัตถุ ดังนั้นน้ำหนักของวัตถุ(ที่ลอยในของเหลว)ทั้งก้อน จะเท่ากับน้ำหนัก ของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับส่วนที่จมอยู่ได้..... ของเหลวเต็ม แก้วพอดี ส่วนที่จม ของเหลวที่ล้น ออกจะเท่ากับส่วนที่จม	แรงลอยตัว

47. เนื่องจาก ความหนาแน่น = $\frac{\text{มวลสาร}}{\text{ปริมาตร}}$ แท่งแก้วมีมวลสาร 26 กรัมและปริมาตร 10 ลบ.ซม. จะมีความหนาแน่นเท่ากับ $\frac{26\text{กรัม}}{10\text{ลบ.ซม.}} = \dots\dots\dots$ กรัม กอ ลบ.ซบ.	ปอนด์ กอ ลบ.ฟุต
101. ตกลง เราสามารถหาน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตร เท่ากับก้อนหินได้ ก่อ 20 กรัม และโหลยบอคน้ำหนักของก้อนหินนั้นมาถึง 50 กรัม เมื่อเรารู้ 2 ค่านี้ เราก็จะสามารถหาความถ่วงจำเพาะของ.....ได้	20
155. ถ้าเอา น้ำแข็ง (ลอยในน้ำ) ลอยลงไปในถังน้ำที่มีน้ำเต็มพอดี น้ำก็จะล้นออกมา และน้ำที่ล้นออกมาจะมีปริมาตร เท่ากับน้ำแข็งส่วนที่จมใต้น้ำ น้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมาจะเท่ากับน้ำหนักของน้ำแข็งทั้งก้อน เช่นถ้าเรา รับน้ำที่ล้นออกมาไปชั่งได้ 50 กรัม แสดงว่าน้ำแข็งก้อนนั้นมีน้ำหนัก เท่ากับ..... กรัมด้วย   น้ำแข็งหนัก 50 กรัม  น้ำที่ล้นออก หนัก 50 กรัม	ของเหลว

48. ในระบบอังกฤษ น้ำที่มีปริมาตร 1 ลบ.ฟุต จะมีมวลสาร 62.5 ปอนด์
 ดังนั้นในระบบนี้ ความหนาแน่นของน้ำเป็น.....ปอนด์ ต่อ ลบ.ฟุต

2.6

102. เพราะว่าความถ่วงจำเพาะของหิน = $\frac{\text{น้ำหนักของหิน}}{\text{น้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่าหิน}}$
 เราทราบแล้วว่า น้ำหนักของหิน 50 กรัม และ น้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตร
 เท่ากับหิน 20 กรัม

หิน

$$\text{ดังนั้น ถ.พ.ของหิน} = \frac{50 \text{ กรัม}}{20 \text{ กรัม}} = \dots\dots\dots$$

156. วัตถุที่ลอยบึงอยู่ในน้ำได้ ก็เพราะ แรงลอยตัวของวัตถุ เท่ากับ
 น้ำหนักของวัตถุพอดี แต่น้ำหนักของวัตถุจะเท่ากับน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตร
 เท่ากับวัตถุส่วนที่จมอยู่ในน้ำ
 จึงสรุปได้ว่า แรงลอยตัวของวัตถุในน้ำ จะเท่ากับน้ำหนักน้ำที่มี.....
 เท่ากับวัตถุส่วนที่จมใต้น้ำ

50

4. นักเรียนลองนึกดูซิว่า น้ำที่มีปริมาตร 1 ลิตร (1000 ลบ.ซม.) จะหนักกี่กรัม ในเมื่อน้ำมีความหนาแน่น 1 กรัม ต่อ ลบ.ซม. หรือ น้ำ 1 ลบ.ซม. จะหนัก 1 กรัม นักเรียนคิดได้อ่านว่า 1 ลิตร หนัก.....กรัม	62.5
103. อย่างไรก็ตามนักเรียนต้องจำไว้ว่า ในการหาความถ่วงจำเพาะของสารใดก็ตามนักเรียนต้องหาค่าที่จำเป็นอย่างยิ่ง 2 ค่าคือ ก. น้ำหนักหรือมวลสารของสารนั้น ข. น้ำหนักหรือมวลสารของ....ที่มีปริมาตรเท่ากับสารนั้น	2.5
157. วัตถุชิ้นหนึ่งเมื่อใส่ลงไปในน้ำ ปรากฏว่าจมอยู่ใต้น้ำเพียง 30 ลบ.ซม. เท่านั้น แรงลอยตัวของวัตถุนี้ในน้ำจะมีเท่าใด นักเรียนลองไม่คิดก็รู้ว่า แรงลอยตัวของวัตถุ จะเท่ากับ น้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่จมในน้ำ แต่โจทย์บอกว่า ปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมในน้ำ.....ลบ.ซม.	ปริมาตร

50.นักเรียนจงอาศัยความรู้ข้างต้นมาพิจารณาข้อนี้ว่า ถ้าวัตถุก้อนหนึ่งหนักเท่ากับ 50 กรัม และมีปริมาตร 8 ลบ.ซม. วัตถุนี้จะมีความหนาแน่นเท่าใด ถ้า ความหนาแน่นของวัตถุ = $\frac{\text{มวลสารหรือน้ำหนักของวัตถุ}}{\text{ปริมาตรของวัตถุนั้น}}$ ดังนั้น ความหนาแน่นของวัตถุ = กรัม ต่อ ลบ.ซม.	1000
104. เราเอาเหล็กของอาร์กิมิดีส มาช่วยในการหาความถ่วงจำเพาะของของเหลวก็ได้เช่นกัน อย่างไรก็ตามนักเรียนต้องไม่ลืมสูตรเดิม คือ ความถ่วงจำเพาะของของเหลวใด = $\frac{\text{น้ำหนักของของเหลวนั้น}}{\text{น้ำหนักของ....ที่ปริมาตรเท่ากัน}}$	น้ำ
158. เราทราบว่าวัตถุจมอยู่ในน้ำ 30 ลบ.ซม. ดังนั้นเราจึงต้องหาให้ได้ว่า น้ำส่วนที่มีปริมาตร 30 ลบ.ซม. นี้จะมีน้ำหนักเท่าใด แต่เรารู้ว่าน้ำมีความหนาแน่น 1 กรัม ต่อ ลบ.ซม. หรือน้ำ 1 ลบ.ซม. จะหนัก 1 กรัม ดังนั้นน้ำ 30 ลบ.ซม. จะหนัก.....กรัม	30

51. โจทย์ ทองเหลืองก้อนทรงกลมมีรัศมี 3 ซม. จะมีปริมาตรเท่าใด? สูตร ปริมาตรของทรงกลม = $\frac{4}{3} \times \pi \times (\text{รัศมี})^3$ เพราะฉะนั้นปริมาตรของก้อนทองเหลือง = $\frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times 3 \times 3 \times 3$ =ลบ.ซม.	6.25
105. โจทย์ ชินก้อนหนึ่งซึ่งในอากาศได้ 30 กรัม เมื่อชั่งในน้ำจะได้เพียง 18 กรัม และซึ่งในแอลกอฮอล์ได้ 20 กรัม ถ.พ.ของแอลกอฮอล์จะเป็นเท่าใด? นักเรียนก้งจำไว้เสมอว่า จะหา ถ.พ.ของสารใดก็ตาม ต้องรู้ค่าจำเป็น 2 ค่า คือ ถ.น้ำหนักของสารนั้น ถ.น้ำหนักของ.....ที่ปริมาตรเท่ากัน	น้ำ
159. ตอนนี้เราทราบแล้วว่าน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่จมนั้นหนัก 30 กรัม แต่แรงลอยตัว = น.น. ของน้ำที่มีปริมาตรเท่าส่วนที่จมนั้นของวัตถุ เพราะฉะนั้นแรงลอยตัวของวัตถุในน้ำ =กรัม	30

52. ถ้าทองเหลืองที่มีลักษณะเป็นทรงกลมรัศมี 3 ซม. และมีมวลสาร 791 กรัม จะมีความหนาแน่นเท่าใด

เพราะว่า ความหนาแน่นของทองเหลือง = $\frac{\text{มวลสารของทองเหลือง}}{\text{ปริมาตรของทองเหลือง}}$

และเนื่องจากปริมาตรเท่ากับ 113 ลบ.ซม. (โดยประมาณ) มวลสาร 791 กรัม เพราะฉะนั้นทองเหลืองมีความหนาแน่น = กรัม/ลบ.ซม.

113

(โดยประมาณ)

106. เนื่องจาก ด.พ. ของแอลกอฮอล์ = $\frac{\text{น.น. ของแอลกอฮอล์}}{\text{น.น. น้ำที่ปริมาตรเท่ากัน}}$

เพราะว่าชั่งหินในอากาศได้ 30 กรัม แต่เมื่อชั่งในแอลกอฮอล์ได้เพียง 20 กรัมเท่านั้น

แสดงว่าน้ำหนักของหินหายไปในแอลกอฮอล์ = $30 - 20 = \dots\dots\dots$ กรัม

น้ำ

160. ในขณะที่วัตถุลอยอยู่ในของเหลว ส่วนหนึ่งของวัตถุจะอยู่เหนือของเหลว เมื่อเราออกแรงกดให้วัตถุจมมิดพอดี แรงที่เรากดนั้นเรียกกันว่า "แรงยกตัวของวัตถุ" ในของเหลว เช่นถ้าเอาก้อนหินหนัก 50 กรัม



วางบนวัตถุแล้วทำให้วัตถุจมมิดพอดี แสดงว่าแรงยกตัวของวัตถุเท่ากับ.....กรัม

30

53. โจทย์ เหล็กก้อนหนึ่งมีปริมาตร 3 ลบ.ฟุต และมีความหนาแน่นเท่าที่ 480 ปอนด์ ต่อ ลบ.ฟุต เหล็กก้อนนี้จะหนักเท่าใด จากสูตร ความหนาแน่นของเหล็ก = $\frac{\text{.....}}{\text{ปริมาตรของเหล็ก}}$	7.0 (โดยประมาณ)
107. เพราะน้ำหนักของหินหายไปในแอลกอฮอล์ 10 กรัม เราอาศัยหลักของอาร์คิมิดีสได้ว่า "น้ำหนักของหินที่หายไปในแอลกอฮอล์ ย่อมเท่ากับน้ำหนักของแอลกอฮอล์ที่มีปริมาตร เท่ากับหิน" ดังนั้นน้ำหนักของแอลกอฮอล์ที่มีปริมาตร เท่ากับหินคือ.....กรัม	10
161. "แรงยกตัว" ของวัตถุในน้ำ จะเท่ากับน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่อยู่เหนือน้ำ เช่น น้ำแข็งลอยอยู่ในน้ำ และส่วนที่อยู่เหนือน้ำมีปริมาตร 100 ซม.คบ. ถ้าน้ำ 1 ลบ. ซม.หนัก 1 กรัม แล้วน้ำส่วนที่มีปริมาตร 100 ลบ. ซม. จะหนัก 100 กรัม ดังนั้นแรงยกตัวของน้ำแข็งในน้ำจะเท่ากับ.....กรัมด้วย	50

54. เพราะว่า ความหนาแน่นของเหล็ก = $\frac{\text{มวลสารของเหล็ก}}{\text{ปริมาตรของเหล็ก}}$ แท่งเหล็กมีปริมาตร 5 ลบ.ฟุต และมีความหนาแน่น 480 ปอนด์/ลบ.ฟุต เมื่อแทนค่าทั้งสองลงในสูตร เราจะได้ :..... = $\frac{\text{มวลสารของเหล็ก}}{5}$	มวลสารของ เหล็ก
108. เป็นอันว่าแอลกอฮอล์ที่มีปริมาตรเท่ากับหินจะหนัก 10 กรัม สิ่งที่เราจะต้องหาต่อไปคือ น้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับแอลกอฮอล์หรือน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับก้อนหินนั่นเอง ถ้าเราหาสิ่งนี้ได้เราก็พร้อมที่จะหา.....ของแอลกอฮอล์ได้	10
162. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 3 ตอนท้ายของบทเรียน	100

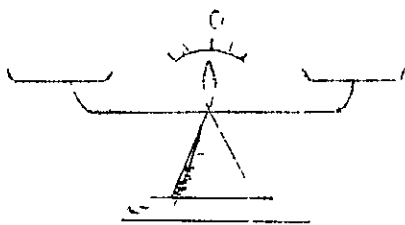
การทดลองที่ 1

การวัดมวลสารของวัตถุ

"ค่าของ มวลสารของวัตถุจะไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะนำวัตถุนั้นไปวัดมวลสารที่สถานที่ใดบนโลก"

อุปกรณ์การทดลอง

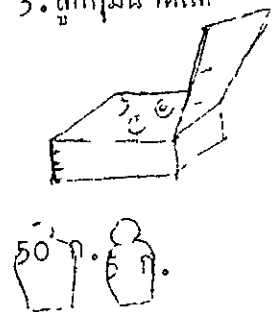
1. ภาชนะสองแขน



2. วัตถุที่จะวัดมวลสาร



3. ลูกตุ้มน้ำหนัก



วิธีการทดลอง

1. ปรับภาชนะสองแขนให้เข็มชี้ที่เลข ศูนย์

2. วางวัตถุที่จะวัดมวลสารบนจานชั่งด้านหนึ่ง

ข้อสังเกต เข็มของตาชั่งจะเบนไปทางไหน.....

3. เอาลูกตุ้มวางบนจานชั่งอีกด้านหนึ่ง โดยค่อยๆเพิ่มทีละน้อยๆ

ข้อสังเกต เข็มของตาชั่งจะค่อยๆเบนไปด้านใด.....

4. เติบลูกตุ้มจนกระทั่งเข็มชี้ที่เลข ศูนย์ ตามเดิม

ข้อสังเกต รวมน้ำหนักของมวลสารของลูกตุ้มทั้งหมด ซึ่งเขียนบอกไว้ข้างลูกตุ้มแต่ละอัน

5. รวมมวลสารของลูกตุ้มทั้งหมดได้.....กรัม

6. มวลสารของวัตถุจะมีค่าเท่ากับมวลสารของลูกตุ้มนั่นเอง ดังนั้นวัตถุนี้นี้มีมวลสาร....กรัม

7. ถ้านักเรียนจะทำตาชั่งในข้อ 4. เข็มของตาชั่งจะชี้ที่เลข ศูนย์ตามเดิม ไม่ว่าจะนำ

ในสถานที่ใด ก็ได้อีก.....กรัม

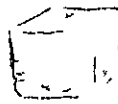
การทดลองที่ 2

การวัดหรือชั่งน้ำหนักของวัตถุ

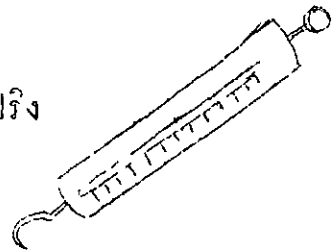
- "1. น้ำหนักของวัตถุ หมายถึง แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ
2. น้ำหนักของวัตถุก่อนหนึ่งๆย่อมเปลี่ยนแปลงไปตามสถานที่ที่ตั้ง"

อุปกรณ์การทดลอง

1. วัตถุที่จะชั่งน้ำหนัก



2. กาชั่งสปริง



วิธีการทดลอง

1. จับกาชั่งสปริงห้อยแขวนขึ้น

สังเกต เข็มของกาชั่งชี้ที่เลข.....

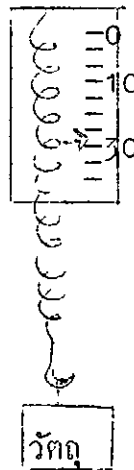
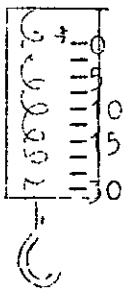
2. เอาวัตถุที่จะชั่งน้ำหนักแขวนเข้ากับกาชั่ง

สังเกต เข็มของกาชั่งชี้ที่เลข.....

แสดงว่าวัตถุนี้นหนัก..... กรัม

หรืออาจกล่าวว่าโลกออกแรงดึงดูดต่อวัตถุนี้น.....กรัม

ถ้าโลกออกแรงดึงดูดวัตถุเพิ่มขึ้น (เช่นนำไปชั่งแถบขั้วโลก) น้ำหนักของวัตถุก็จะเพิ่มขึ้น
ด้วยหรือไม่



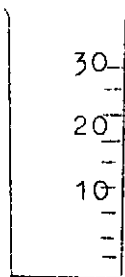
การทดลองชุดที่ 3

การหาปริมาตรของสิ่งที่จมในของเหลว

"วัตถุที่ไม่เป็นทรงเรขาคณิต จะหาปริมาตรได้ยาก จึงต้องใช้วิธีแทนที่ของเหลว เพราะเมื่อวัตถุจมในของเหลว ของเหลวที่ถูกแทนที่จะมีปริมาตรเท่ากับวัตถุ"

อุปกรณ์การทดลอง

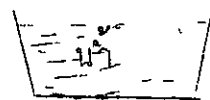
1. กระจกบอแก้ว



2. ทราย



3. น้ำ



วิธีการทดลอง

1. เติมน้ำใส่ในกระจกบอแก้วพอประมาณ

สังเกต ระดับน้ำอยู่ที่เลข.....

แสดงว่าน้ำที่ใส่ลงไปมีปริมาตร... ..ลบ.ซม.

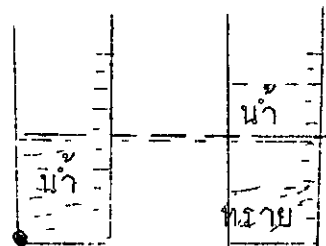
2. เพิ่มทรายลงไปในกระจกบอแก้ว (ที่มีน้ำอยู่ในตอนแรก)

สังเกต ระดับเพิ่มขึ้น และอยู่ที่เลขใด.....

แสดงว่าปริมาตรของน้ำและทรายรวมกัน..... ลบ.ซม.

นั่นคือปริมาตรที่เพิ่มขึ้น.....ลบ.ซม.

นั่นคือทรายมีปริมาตร.....ลบ.ซม.



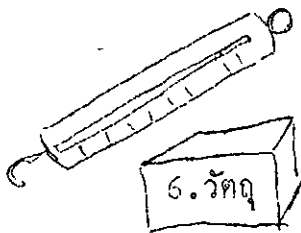
การทดลองชุดที่ 4

การพิสูจน์กฎของอาร์คิมิดีส (วัตถุที่จมในของเหลว)

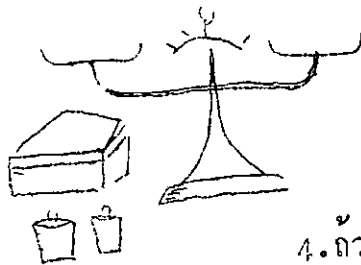
"เมื่อชั่งวัตถุ (ที่จมในของเหลว) ในชั่งเหลว น้ำหนักของของเหลวจะหายไปและน้ำหนักของวัตถุที่หายไปจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุนั้น"

อุปกรณ์การทดลอง

1. คาชั่งสปริง



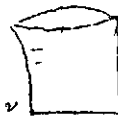
2. คาชั่งสองแขนพร้อมถ้วยตวงน้ำหนัก 1 ชุด



3. ถ้วยยูเรก้า



4. ถ้วยแก้ว



วิธีการทดลอง

1. เชวนวัตถุเข้ากับคาชั่ง

สังเกต เข็มของคาชั่งชี้ที่เลข....

นั่นคือวัตถุนั้นหนัก.....กรัม

2. น้ำใส่ในถ้วยยูเรก้าเต็มพอดี

3. หย่อนวัตถุที่เชวนอยู่กับคาชั่งสปริงให้จมน้ำในถ้วยยูเรก้า

ซึ่งหมายถึงการชั่งวัตถุในน้ำนั้นเอง และพร้อมกันนี้จะต้องเอา

ถ้วยแก้วรองรับน้ำที่จะล้นออกมาตรงพวยของยูเรก้า



สังเกต เข็มของคาชั่งชี้ที่เลข..... (ซึ่งจะน้อยลง)

นั่นคือชั่งวัตถุในน้ำได้.....กรัม และน้ำหนักของวัตถุจะหายไป.....กรัม

4. ชั่งน้ำหนักของถ้วยแก้วและน้ำที่รองรับไว้ด้วยคาชั่งสองแขนได้.....กรัม

5. เทน้ำในถ้วยแก้วออกแล้วชั่งถ้วยแก้วได้.....กรัม

สังเกต เฉพาะน้ำในถ้วยแก้วจะหนักเพียง.....กรัม

น้ำหนักของน้ำในถ้วยแก้ว จะเท่ากับน้ำหนักของวัตถุที่หายไปหรือไม่.....

การทดลองชุดที่ 5

การหาความถ่วงจำเพาะของของเหลวโดยใช้ขวดหาค.พ.

"ความถ่วงจำเพาะของของเหลวใด = $\frac{\text{น้ำหนักของของเหลวที่เติมขวดหาค.พ.}}{\text{น้ำหนักของน้ำที่เติมขวดหาค.พ.}}$ "

อุปกรณ์การทดลอง

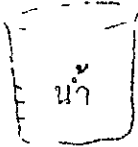
1. ขวดหาค.พ.



2. น้ำเชื่อม



3. แก้วน้ำ



4. หลอดหยดน้ำ


5. คาชั่งสองแขน

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักของขวดหาค.พ. ด้วยคาชั่งสองแขนได้.....กรัม
2. เติมน้ำบรรจุในขวดหาค.พ. โดยใช้หลอดหยดน้ำจนเต็มพอดี
3. ชั่งน้ำหนักของขวดหาค.พ. ที่มีน้ำเต็มด้วยคาชั่งสองแขนได้.....กรัม
4. เปรียบเทียบข้อมูลจากข้อ 3 ลบด้วย ข้อมูลจากข้อ 1
เราได้น้ำหนักของน้ำเต็มขวดหาค.พ. เท่ากับ.....กรัม
5. เทน้ำออกจากขวดหาค.พ. แล้วบรรจุน้ำเชื่อม (ที่จะหาค.พ.) ลงไปจนเต็ม
6. ชั่งน้ำหนักของขวดหาค.พ. ที่มีน้ำเชื่อมเต็มด้วยคาชั่งสองแขนได้.....กรัม
7. เปรียบเทียบข้อมูลจากข้อ 6 ลบด้วยข้อมูลจากข้อ 1
เราได้น้ำหนักของน้ำเชื่อมเต็มขวดหาค.พ. เท่ากับ.....กรัม

สังเกต น้ำหนักของน้ำเชื่อมจากข้อ 7 และ น้ำหนักของน้ำจากข้อ 4 จะมีปริมาตรเท่ากับ

ก็ต่างก็เท่ากับขวดหาค.พ. ความถ่วงจำเพาะ

ฉะนั้นความถ่วงจำเพาะของน้ำเชื่อม = $\frac{\text{น้ำหนักของน้ำเชื่อมเต็มขวดหาค.พ.}}{\text{น้ำหนักของน้ำเต็มขวดหาค.พ.}}$

ดังนั้น น้ำเชื่อมมีความถ่วงจำเพาะ =

แบบฝึกหัดชุดที่ 1

1. มวลสารกับน้ำหนักต่างกันอย่างไรบ้าง?
2. จงให้ความหมายของ "ความหนาแน่น" และ "ความถ่วงจำเพาะ" ?
3. หลักของอาร์คิเมดีสกล่าวว่าอย่างไร?

ตัวอย่างการคำนวณ โจทย์ ขวดใบหนึ่งหนัก 18.8 กรัม เมื่อใส่น้ำเต็มชั่งได้ 43.6 กรัม และเมื่อใส่แอลกอฮอล์เต็มจะชั่งได้ 38.64 กรัม แอลกอฮอล์มีความหนาแน่นเท่าใด?

วิธีทำ นักเรียนคงไม่ลืมว่า ความหนาแน่นของแอลกอฮอล์ = $\frac{\text{น้ำหนักแอลกอฮอล์}}{\text{ปริมาตรแอลกอฮอล์}}$

จากโจทย์ บอกว่าขวดหนัก = 18.8 กรัม

และขวดใบนั้นเมื่อใส่น้ำเต็มชั่งได้ = 43.6 กรัม

ฉะนั้นน้ำในขวดอย่างเดียวน้ำหนัก $43.6 - 18.8 = 24.8$ กรัม

เมื่อเรารู้น้ำหนักของน้ำในขวดเราจะหาปริมาตรของขวดได้ดังนี้

เพราะว่าน้ำมีความหนาแน่น 1 กรัม ต่อ ลบ.ซม. หรือน้ำ 1 กรัม มีปริมาตร 1 ลบ.ซม.

ดังนั้นน้ำ 24.8 กรัม จะมีปริมาตร 24.8 ลบ.ซม.

เนื่องจากน้ำมีปริมาตรเท่ากับขวด นั่นคือขวดมีปริมาตร 24.8 ลบ.ซม.

และขวดใบเดิมเมื่อใส่แอลกอฮอล์เต็มชั่งได้ = 38.64 กรัม

ฉะนั้นเฉพาะแอลกอฮอล์ในขวดหนัก $38.64 - 18.8 = 19.84$ กรัม

แต่แอลกอฮอล์มีปริมาตรเท่ากับขวดคือ 24.8 ลบ.ซม.

$$\text{ดังนั้นความหนาแน่นของแอลกอฮอล์} = \frac{19.84 \text{ กรัม}}{24.8 \text{ ลบ.ซม.}}$$

ตอบ แอลกอฮอล์มีความหนาแน่น = 0.8 กรัม ต่อ ลบ.ซม.

4. อาวุมึเนียบมีน้ำหนัก 18.93 กรัม ใส่ลงไปในแก้วน้ำที่มีปริมาตร 50 ลบ.ซม. และเมื่อเติมน้ำลงไป 42.99 ลบ.ซม. น้ำจะเต็มแก้วน้ำพอดี อาวุมึเนียบมีความหนาแน่นเท่าใด?

(คำตอบ 2.7 กรัม ต่อ ลบ.ซม.)

5. แท่งเหล็กรูปลูกบาศก์ยาวด้านละ 2.5 ซม. มีน้ำหนัก 121.875 กรัม จะมีความหนาแน่นเท่าใด (คำตอบ 7.8 กรัม ต่อ ลบ.ซม.)

แบบฝึกหัดชุดที่ 2

ตัวอย่างการคำนวณ โจทย์ เพชรเม็ดหนึ่งชั่งในอากาศได้ 18.67 กรัม เมื่อชั่งในน้ำได้ 12.47 กรัม และชั่งในแอลกอฮอล์ได้ 14.07 กรัม จงหาถ.พ.ของแอลกอฮอล์

วิธีทำ จากโจทย์ชั่งเพชรในอากาศได้ 18.67 กรัม
และชั่งเพชรในน้ำได้เพียง 12.47 กรัม
แสดงว่าน้ำหนักของเพชรหายไปในน้ำ $18.67 - 12.47 = 6.20$ กรัม
อาศัยหลักของอาร์คิมิดีสเราจะรู้ได้ว่า
น้ำที่มีปริมาตรเท่ากับเพชรจะหนัก 6.20 กรัม
และชั่งเพชรในแอลกอฮอล์ได้เพียง 14.07 กรัม
แสดงว่าน้ำหนักของเพชรหายไปในแอลกอฮอล์ $18.67 - 14.07 = 4.60$ กรัม
อาศัยหลักของอาร์คิมิดีสเราจะรู้ได้ว่า
แอลกอฮอล์ที่มีปริมาตรเท่ากับเพชรจะหนัก 4.60 กรัม
จะเห็นว่าน้ำ 6.20 กรัม และแอลกอฮอล์ 4.60 กรัมมีปริมาตรเท่ากันคือเท่าเพชร
จาก ถ.พ. ของแอลกอฮอล์ = $\frac{\text{น้ำหนักของแอลกอฮอล์}}{\text{น้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน}}$
$$= \frac{4.60 \text{ กรัม}}{6.20 \text{ กรัม}} = 0.74$$

ตอบ การบดงจำเพาะของแอลกอฮอล์ 0.74

1. ทองคำขาวชิ้นหนึ่งชั่งในอากาศได้ 126.75 กรัม เมื่อชั่งในน้ำได้ 120.55 กรัม

ทองคำขาวจะมีความถ่วงจำเพาะเท่าใด? (คำตอบ 20.44)

2. เหล็กแท่งหนึ่งชั่งในอากาศได้ 78 กรัม และชั่งในน้ำได้ 68 กรัม เหล็กจะมีความถ่วงจำเพาะเท่าใด และถ้าชั่งในน้ำทะเลได้ 67.7 กรัม น้ำทะเลจะมีความถ่วงจำเพาะเท่าใด? (คำตอบ 7.8 และ 1.03)

3. ขวดหาความถ่วงจำเพาะใบหนึ่งหนัก 16.24 กรัม เมื่อใส่ น้ำเต็มแล้วชั่งได้ 36.24 กรัม แต่ถ้าเอากรรก้ามะถันใส่จนเต็มแล้วชั่งได้ 66.24 กรัม แรกก้ามะถันจะมีความถ่วงจำเพาะเท่าใด? (คำตอบ 2.5)

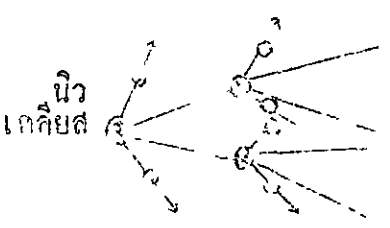
แบบฝึกหัดชุดที่ 3

1. จงอาศัยความรู้เกี่ยวกับ "แรงลอยตัว" ขาดอธิบายว่าทำไมเรือเหล็กจึงลอยน้ำได้ ทั้งๆที่แท่งเหล็กก็จมน้ำ
2. ถ้า 1 กิโลกรัม เท่ากับ 2.2 ปอนด์มวลสาร 500 กรัมจะเท่ากับ กี่ ปอนด์
3. ไฮโดรมิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้ประโยชน์อะไร? และใช้วิธีใช้อย่างไร?
4. แอลกอฮอล์มีความถ่วงจำเพาะ 0.8 และน้ำมีความถ่วงจำเพาะ 1.0 ถ้าเอาไขก่อนหนึ่งลอยในน้ำครึ่งหนึ่ง และลอยใน เวดกลดดีอีครึ่งหนึ่ง ไม้จะจมในของเหลวชนิดไหนมากกว่า?
5. กระป๋องนมวิคนี 7 ซม. และสูง 10 ซม. จะบรรจุน้ำได้ กี่ กรัม (กำหนด 1540)
6. กระบอกทรงกลมอยู่แล้วถึงขีด 10 ซม. สม. เมื่อเอาวัตถุที่จมน้ำลงไปปรากฏว่าระดับน้ำจะสูงถึงขีด 14.55 ซม. สม. วัตถุนั้นจะมีปริมาตรเท่าใด? (กำหนด 4.55 ซม. สม.)
7. น้ำแข็งก้อนหนึ่งลอยอยู่ในน้ำ ปรากฏว่าส่วนที่จมน้ำใต้น้ำ 1000 ซม. สม. ถ้าน้ำมีความหนาแน่น 1 กรัม ต่อ ซม. สม. น้ำแข็งก้อนนี้จะบิ่่น้ำหนักเท่าใด? และแรงลอยตัวของน้ำแข็งใต้น้ำจะมีค่าเท่าใด? (กำหนด 1000 กรัม, 1000 กรัม)
8. แก้วหนึ่งซึ่งในอากาศได้ 150 กรัม เมื่อใส่ลงไปในแก้วที่มีน้ำเต็ม ปรากฏว่าน้ำจะล้นออกมา 23 ซม. สม. ถ้าน้ำมีความหนาแน่น 1 กรัม ต่อ ซม. สม. แก้วหนึ่งนี้จะมีความหนาแน่นเท่าใด? (กำหนด 6.5 กรัม ต่อ ซม. สม.)

แบบเรียนโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์

เรื่อง

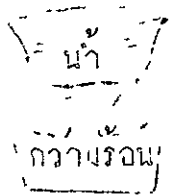
-พลังงาน

1. โลกที่เราอาศัยนี้เป็นธรรมชาติที่มีองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ประการ คือ สสาร และ <u>พลังงาน</u> เช่น ไม้ คิบ น้ำ อากาศ ฯลฯ ล้วนเป็นสสาร แต่ ความร้อน แสงสว่าง เสียง ฯลฯ ไม่ได้เป็นสสาร แสดงว่าต้องเป็น.....	
29. พลังงานอะตอม หรือ เรียกว่า <u>พลังงานนิวเคลียร์</u> เป็นพลังงานอีก "รูป" หนึ่งที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงภายในอะตอมของธาตุบางชนิด เช่น การแตกสลายของนิวเคลียสภายในอะตอมของธาตุยูเรเนียม เป็นการเกิดพลังงานอะตอม หรือเรียกว่าพลังงาน..... 	เกม
57. กฎการถาวรของพลังงาน กล่าวว่า "พลังงานย่อมไม่สูญหาย หรือทำให้เกิดขึ้นมาใหม่ได้ แต่อาจเปลี่ยนรูปได้" การที่พลังงานเคมีในถ่านไฟฉาย เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า ย่อมเป็นไปตามกฎ.....	ความร้อน

๒. "พลังงาน" คือความสามารถที่จะทำงานได้ ความร้อนสามารถทำให้น้ำเดือดและเราผ่านไอน้ำเดือดให้ไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะเห็นได้ว่า ความร้อนสามารถทำงานได้ ความร้อนจึงเป็น... ..

พลังงาน

ไอน้ำเดือด → เครื่องกำเนิดไฟฟ้า → กระแสไฟฟ้า



30. ธาตุยูเรเนียม และธาตุเรเดียม งามธรรมชาติแล้วนิวเคลียสภายในอะตอมจะสลายตัวตลอดเวลาและในที่สุดจะกลายเป็นตะกั่ว เนื่องจากพลังงานนิวเคลียร์เกิดจากการสลายตัวของนิวเคลียสภายในอะตอม ดังนั้นการที่ยูเรเนียมและเรเดียมกลายเป็นตะกั่วในธรรมชาติ จึงเป็นการเกิดพลังงาน.....

นิวเคลียร์

50. เนื่องจาก "พลังงาน" เปลี่ยนรูปได้ ในทางอาทิตย์จะเปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานรูปต่าง ๆ เช่น พลังงานแสง พลังงานความร้อน พลังงานรังสี เป็นต้น ก็ย่อมเป็นไปตามกฎ.....

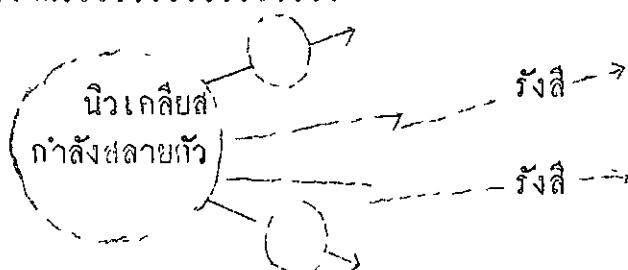
ความถาวรของพลังงาน

3. ความร้อนเป็นพลังงาน เรามองไม่เห็น และก่อกำเนิดไม่ได้ ไม่มีน้ำหนัก ไม่ต้องการที่อยู่ จึงไม่มีตัวตน ดังนั้น แสง เสียง ไฟฟ้า ฯลฯ ซึ่งต่างก็เป็นพลังงาน สิ่งเหล่านี้จึงไม่มี.....

พลังงาน

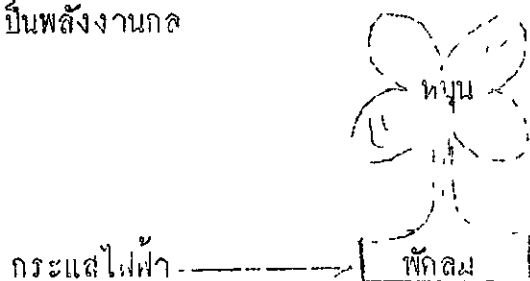
31. การสลายของนิวเคลียสภายในอะตอมของยูเรเนียมและเรเดียม เป็นการเกิดพลังงานอะตอมหรือพลังงานนิวเคลียร์ และจะให้รังสีชนิดต่างๆ ออกมาเช่นรังสีเบต้า เป็นต้น เราจึงกล่าวได้ว่า รังสีเหล่านี้ได้มาจากพลังงาน.....หรือพลังงานอะตอม

นิวเคลียร์ หรือ
อะตอม



59. กระแสไฟฟ้าทำให้พัดลมหมุน แต่การหมุนของพัดลมเป็นพลังงานกล ดังนั้นตัวอย่างนี้เป็นการเปลี่ยนรูปของพลังงานจากพลังงาน.....เป็นพลังงานกล

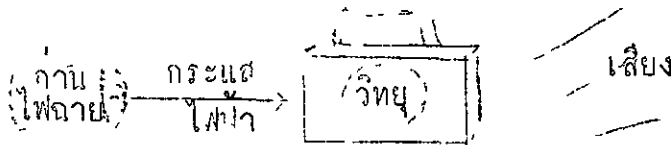
ความถาวรของ
พลังงาน



4. ความร้อนจากดวงอาทิตย์เป็นพลังงานรูปหนึ่ง เมื่อกระทบกับร่างกายเรา ร่างกายจะดูดความร้อนไว้ ทำให้รู้สึกร้อน เวลานั้นใกล้ ๆ กองไฟ เรา รู้สึกร้อนเหมือนกัน ดังนั้นความร้อนจากดวงอาทิตย์เป็น.... ..รูปหนึ่ง	ตัวคน
32. พลังงานความร้อนเป็นพลังงานที่ล้าสมัยที่ได้จากพลังงานนิวเคลียร์ แต่จะต้องควบคุมการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีให้เหมาะสม ถ้าเราควบคุมให้เกิดการสลายตัวอย่างต่อเนื่อง รวดเร็ว เราจะได้พลังงาน. ออกมาและนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง ๆ	นิวเคลียร์
60. ปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิชชัน ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของธาตุยูเรเนียม และเรเดียม นั้น เราทราบแล้วว่าจะให้พลังงานรังสีชนิดต่าง ๆ ออกมา ย่อมเป็นตัวอย่างหนึ่งของการเปลี่ยนรูปของพลังงาน คือพลังงานนิวเคลียร์ เป็นพลังงาน.....	ไฟฟ้า

5. ไฟฟ้าที่เราใช้ตามบ้านเป็น "พลังงานไฟฟ้า" รูปหนึ่ง และสามารถทำให้
 วัตถุของเราส่งเสียงดังได้ ไฟฟ้าจากถ่านไฟฉายก็ทำให้วัตถุส่งเสียงดังได้
 เช่นเดียวกัน ดังนั้นไฟฟ้าจากถ่านไฟฉาย จึงเป็นพลังงาน.....ด้วย

พลังงาน



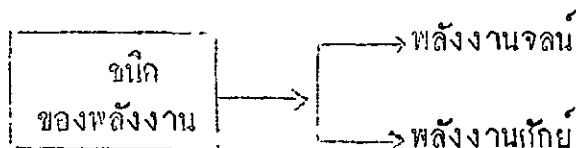
33. ปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิชชัน หมายถึงการสลายตัวของนิวเคลียสภายใน
 อะตอมของธาตุบางชนิด ดังนั้นการสลายตัวของนิวเคลียสภายในอะตอมของ
 ยูเรเนียมและเรเดียมจึงกล่าว ย่อว่าเป็นการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบ..

ความร้อน

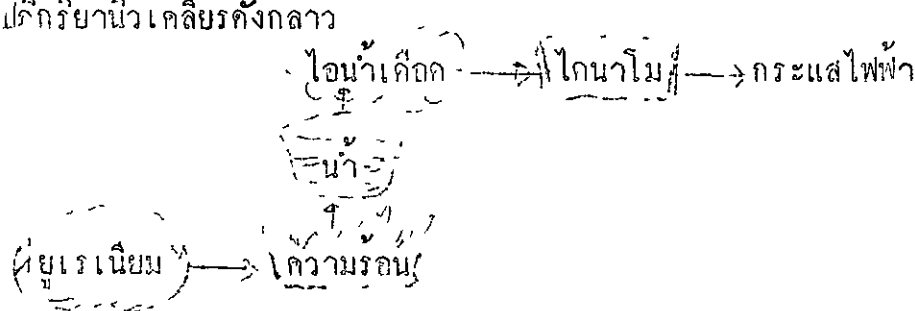
61. ถึงตอนนี้พอสรุปได้ว่า รูปของพลังงานที่สำคัญมี 8 รูป และพลังงานจะ
 เปลี่ยนรูปได้ ต่อไปจะกล่าวถึงชนิดของพลังงานกันบ้าง คือพลังงานจะ
 แบ่งออกเป็น "2 ชนิด" ได้แก่ พลังงานจลน์ และ พลังงานศักย์
 พลังงานจลน์ และ พลังงานศักย์ จึงไม่ใช่รูปของพลังงาน แต่เป็น.....

รังสี

ของพลังงาน



6. ความร้อน แสง เสียง ต่างก็เป็นรูปหนึ่งของพลังงานซึ่งเรียกว่า พลังงานความร้อน พลังงานแสง และพลังงานเสียงตามลำดับ ดังนั้นนักเรียน ควรจะบอกได้ว่า ไฟฟ้าก็เป็นพลังงานรูปหนึ่งและเรียกว่าพลังงาน.....	ไฟฟ้า
34. ปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิชชัน คือปฏิกิริยาที่เกิดจากการสลายตัวของ นิวเคลียสภายในอะตอมของธาตุ และระเบิดปรมาณูก็ต้องอาศัยการสลายตัว ของนิวเคลียสภายในอะตอมของธาตุ ดังนั้นในระเบิดปรมาณูจึงเป็นการเกิด ปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบ.....	ฟิชชัน
62. "พลังงานจลน์" คือพลังงานที่มีอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ นั่นคือพลังงาน ที่มีอยู่ในรถยนต์ที่กำลังวิ่งบนถนนคือ.....	จลน์

7.สรุปแล้วพลังงานมีหลาย "รูป" สิ่งใดก็ตามที่กำลังเคลื่อนไหว ต่างก็มีพลังงานรูปหนึ่ง ซึ่งเราเรียกว่า "พลังงานกล" ถูกผูกมัดดลที่กำลังเคลื่อนที่บนสนามหญ้าจึงมีพลังงาน.....	ไฟฟ้า
35.ปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิชชัน ในอะตอมของยูเรเนียมและเรเกียมจะให้พลังงานความร้อนออกอย่างมากมาย โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์จะอาศัยพลังงาน..... ..(ในการกักน้ำเพื่อนำไอน้ำไปหมุนไคนาโม) ซึ่งได้มาจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ดังกล่าว 	ฟิชชัน
63.เนื่องจากการเคลื่อนที่ของวัตถุจะมี"<u>พลังงานจลน์</u>" ดังนั้นชนิดของพลังงานที่มีในมะม่วงที่กำลังตกจากกิ่ง พัดลมกำลังหมุน ม้ากำลังลากเกวียนให้เคลื่อนคือ.....	พลังงานจลน์

8.พลังงานกล เกิดจากการเคลื่อนไหวของวัตถุ ดังนั้นการเขียนหนังสือซึ่งเกิดจากการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ จึงเป็น"พลังงาน....."ซึ่งเป็นพลังงานรูปหนึ่ง	กล
36. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้พลังงานนิวเคลียร์ จะอาศัยปฏิกิริยานิวเคลียร์ในยูเรเนียมในการให้ความร้อนเพื่อต้มน้ำ และนำไอน้ำไปหมุนไดนาโม โดยไม่ต้องใช้ถ่านหินหรือน้ำมันเชื้อเพลิงในการต้มน้ำ นี่คือโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์จะให้ความร้อนมาจากปฏิกิริยา.....แบบฟิชชัน	ความร้อน
64. สิ่งต่อไปนี้ที่อยู่ใบวงเล็บ อะไรที่มีพลังงานจลน์ จงนำมาเติมลงในช่องว่าง..... (น้ำไหล รถยนต์จอดอยู่ข้างถนน ลมพัด เครื่องบินจอดอยู่บนลานบิน)	พลังงานจลน์

๑. ถ้าพลังงานกลเป็นพลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของวัตถุใด ๆ แล้ว คนที่กำลังตัด คนที่กำลังปั่น คนที่กำลังเดิน ม้าที่กำลังลากเกวียน ฯลฯ ต่าง ก็มีพลังงาน.....ทั้งสิ้น	กล
37. ยูเรเนียม 1 ปอนด์ จะให้ความร้อน มากกว่า ความร้อนที่ได้จากถ่านหิน จำนวน 1 ปอนด์ เท่ากันถึง 2 ล้านเท่า แสดงว่า ยูเรเนียมเพียงเล็กน้อยก็จะ ให้พลังงาน.....อย่างมากมาย	นิวเคลียร์
65. "พลังงานศักย์" คือพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุใด ๆ ที่กำลังหยุดนิ่งและ พร้อมที่จะเคลื่อนที่ เช่น มะม่วงกำลังจะตกจากกิ่ง มันจะสะสมพลังงานไว้ และพลังงานที่สะสมไว้นี้ เราเรียกว่า.....	น้ำไหล, ลมพัด

10. สิ่งต่อไปนี้ที่อยู่ในวงเล็บ อะไรที่เป็นพลังงานกล จงนำมาเติมลงในช่องว่าง..... (กังหันกังหันลม พลังงานต่าง ๆ ที่ได้จากดวงอาทิตย์ ก้อนหินตกจากหน้าผา รังสีอุลตราไวโอเล็ต)	กล
38. เรือคาน้ำที่ใช้พลังงานนิวเคลียร์ สามารถดำอยู่ใต้น้ำนาน ๆ ไม่ต้องโผล่ขึ้นมาเติมเชื้อเพลิงบ่อย ๆ แต่ถ้าใช้น้ำมันเชื้อเพลิงก็จะต้องเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงเสมอ ๆ นั่นคือถ้าต้องการให้เรือคาน้ำอยู่ใต้น้ำนาน ๆ จึงต้องใช้พลังงาน.....	ความร้อน
66. "พลังงานศักย์" เป็นพลังงานที่สะสมไว้ในวัตถุที่หยุดนิ่ง ลูกตุ้มที่แขวนไว้บนเพดาน ย่อมสะสมพลังงาน.....ไว้	พลังงานศักย์

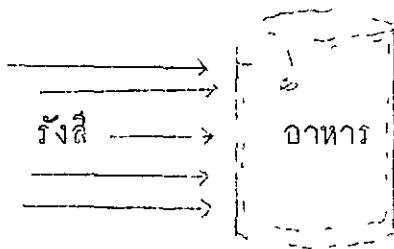
11. รังสีอินฟราเรด เป็น"พลังงานรังสี" ซึ่งเป็นพลังงานรูปหนึ่ง และในแสงแดดมีรังสีอินฟราเรด ดังนั้นในแสงแดดจึงมีพลังงาน.....	กัมมันกำลังหมุน. ก่อนหินตกจาก หน้าผา
39. รังสีที่ได้จากการสลายตัวของยูเรเนียม ใช้ประโยชน์ในวงการแพทย์ เช่นรักษาโรคมะเร็ง โดยการฉายรังสีที่ได้จากการสลายตัวของอะตอมของธาตุ.. ..	นิวเคลียร์
67. ขณะที่เหนียวหนึ่งสีกักเพื่อจะปล่อยกระสุน กระสุนจะสะสมพลังงานซึ่งเรียกว่า"พลังงานศักย์" แต่เมื่อปล่อยกระสุนออกไปแล้ว พลังงานศักย์ก็จะเปลี่ยนเป็นพลังงาน.....อันเป็นพลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของกระสุน	ศักย์

12. รังสีอินฟราเรดเป็นพลังงานรังสีในแสงแดด ซึ่งมีรังสีความร้อน การยืนกลางแดดนาน ๆ จะทำให้ผิวหนังไหม้เกรียม และรังสีคอสมิกก็เป็นรังสีที่ได้จากดวงอาทิตย์ซึ่งมีอยู่ทั่วไปในบรรยากาศ แม้จะไม่ใช่รังสีความร้อนแต่ก็เป็นพลังงานรูปเดียวกันกับรังสีอินฟราเรด คือพลังงาน.....

รังสี

40. อาหารที่อบรังสี (พลังงานรังสี) จะช่วยให้เก็บไว้ได้นาน ๆ โดยที่อาหารไม่เสีย ดังนั้นอาหารที่ถูกฉายพลังงาน.....ผ่านเข้าไปจะสามารถเก็บไว้นาน ๆ

ยูเรเนียม

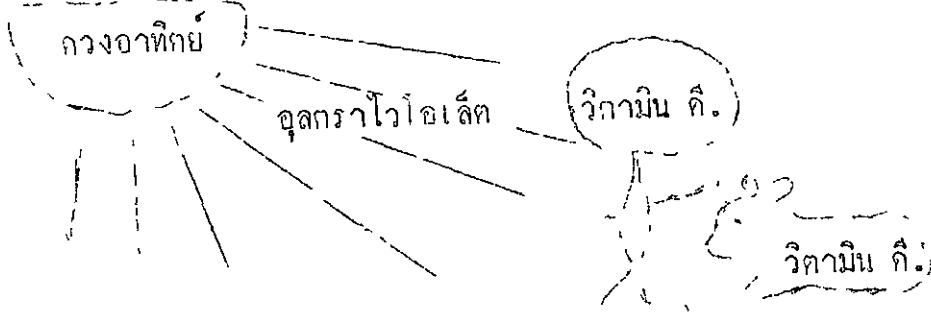


68. สิ่งต่อไปนี้ในวงเล็บ ตัวอย่างใดเป็นพลังงานจลน์ ถ้าพลังงานจลน์คือพลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของวัตถุ แล้วนำมาเติมลงในช่องว่าง

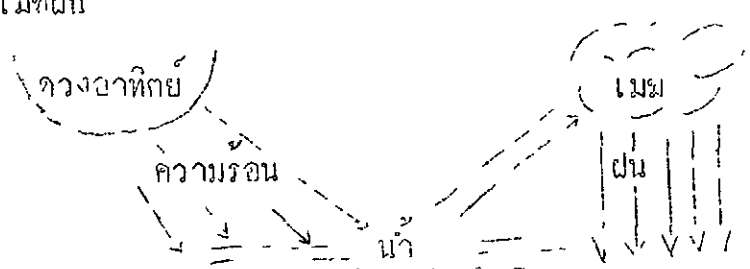
จลน์

(หนังสือวางบนโต๊ะ นกเกาะบนกิ่งไม้ ยูเรเนียมกำลังสลายตัว
ระเบิดขดกำลังระเบิด)

13. รังสีอุลตราไวโอเล็ตได้มาจากดวงอาทิตย์เช่นเดียวกัน และยอมมีอยู่ในแสงแดด จะเป็นพลังงานรูปเดียวกับกับรังสีอินฟราเรดและรังสีคอสมิก คือต่างก็เป็นพลังงาน.....เหมือนกัน	รังสี
41. อย่างไรก็ตามนำเอาพลังงานนิวเคลียร์มาใช้ประโยชน์ แม้จะใช้แทนเชื้อเพลิงอย่างอื่นเช่น น้ำมัน หรือ ถ่านหินได้ก็ตาม แต่ต้องออกค่าใช้จ่ายสูง เพราะยูเรเนียมเป็นธาตุที่หายาก ทว่า เราจำเป็นต้องใช้พลังงาน.....อยู่ต่อไป	รังสี
69. สิ่งต่อไปที่ในวงเล็บ ตัวอย่างใดเป็นพลังงานศักย์ ถ้าพลังงานศักย์คือพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุที่หยุดนิ่ง แล้วนำมาเติมลงในช่องว่างนี้..... (ก้อนเมฆเคลื่อนลอยอยู่ในอากาศ นกถูกยิงห้อยแขวนอยู่บนกิ่งไม้ หัดลมกำลังหมุน)	ยูเรเนียมกล่าว สลายตัว, ระเบิดขงกกา ระเบิด

14.รังสีอุลตราไวโอเล็ต เป็นพลังงานรังสีที่ช่วยให้เกิด วิตามิน คี, ในคน และสัตว์ ได้ ดังนั้นคนและสัตว์อาจได้รับวิตามิน คี จากรังสี..... ซึ่งเป็นพลังงานรังสีที่ได้จากดวงอาทิตย์ 	รังสี
42. แก่การใช้พลังงานนิวเคลียร์อาจเป็นอันตรายได้ง่าย เพราะปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิชชันที่เกิดขึ้นในยูเรเนียม จะมีรังสีที่เป็นอันตรายแก่ชีวิตออกมาด้วย ในการนำพลังงาน.....มาใช้จึงต้องระมัดระวัง	นิวเคลียร์
70.พลังงานอาจเปลี่ยนแปลงจากชนิดหนึ่งไปเป็นอีกชนิดหนึ่งได้ ถูกหุ้มที่บรรจุภายในภาชนะที่เรียกว่า แก้วกันรังสี หรือ แก้วกันความร้อน ซึ่งพลังงานจลน์จะเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์เป็น.....	นอกจากนี้ยังห่อหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน, อยู่บนกิ่งไม้,

15. รังสีทุกชนิด ต่างก็เป็นพลังงานรังสีทั้งสิ้น ดังนั้นรังสีเอ็กซ์ (เอ็กซ์-เรย์) ที่ใช้ในการแพทย์ ก็จะเป็นพลังงาน.....	อุตสาหกรรมไอโอเลท
43. รังสีที่เป็นผลที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ดังกล่าว ถ้าผ่านร่างกายเรา มาก ๆ จะเป็นอันตรายแก่อวัยวะของร่างกายและอาจถึงตายได้ เหตุนี้เอง แหล่งพลังงานนิวเคลียร์ เช่นที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์จึงต้องมีเครื่องกัน เพื่อไม่ให้.....ผ่านออกมาข้างนอกได้	นิวเคลียร์
71. มะม่วงที่กำลังตกจะมีพลังงานจลน์ ถ้ามะม่วงผลนั้นตกลงมาข้างอยู่ บนหลังคาบ้าน พลังงานก็จะเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์ทันที นี่ก็ตัวอย่างหนึ่ง ที่เป็นการเปลี่ยนชนิดของพลังงาน คือพลังงานจลน์จะเปลี่ยนเป็น.....	พลังงานจลน์

16. เสียงที่เราหูได้ยินกัน เป็นพลังงานรูปหนึ่งเรียกว่า "พลังงานเสียง" การสั่น ก็เป็นการทำให้เกิดพลังงานรูปเดียวกันกับเสียงหู นั่นคือการสั่น ก็เป็นการทำให้เกิด..... อันเป็นรูปหนึ่งของพลังงาน	รังสี
44. สรุปไว้ว่าการสลายตัวของอะตอมของธาตุบางชนิดก่อก่แล้ว เป็น ปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิวชั่น ใ้ว่าจะเป็น การสลายตัวตามธรรมชาติ หรือ ที่นักวิทยาศาสตร์ควบคุมการสลายตัว นักเรียนจึงจำไว้ว่าปฏิกิริยาเช่นนี้ยอม เรียกปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบ.....ทั้งสิ้น	รังสี
72. นักเรียนย่อมทราบดีแล้วว่า พลังงานจากดวงอาทิตย์มีประโยชน์ต่อสิ่ง มีชีวิตบนโลกอย่างมาก ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น น้ำฝนมีประโยชน์ต่อ คน สัตว์ และพืช ซึ่งเป็นผลมาจากความร้อนจาก.....ช่วยให้ เกิดเมฆฝน 	พลังงานศักย์

17.พลังงานเสียงเกิดจากการสั่นสะเทือนของโมเลกุลของวัตถุ ฉะนั้น การสั่น การพุด การตีกอง ฯลฯ ย่อมทำให้เกิดการ..... ของ โมเลกุลของวัตถุ จึงเกิดเสียงขึ้นได้	พลังงานเสียง
45.ที่เราเรียกว่า "ปฏิกิริยานิวเคลียร์" ยังมีอีกแบบหนึ่ง คือ "ปฏิกิริยา นิวเคลียร์แบบฟิวชัน" ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของนิวเคลียสภายในอะตอมของ ธาตุชนิดหนึ่ง แล้วกลายเป็นนิวเคลียสของอีกธาตุหนึ่ง เช่นนิวเคลียสภายใน อะตอมของไฮโดรเจนรวมตัวเป็นนิวเคลียสของฮีเลียมจะเป็นปฏิกิริยา นิวเคลียร์แบบ.....	ฟิวชัน
73.แสงสว่างเป็นพลังงานแสงที่เราได้จากดวงอาทิตย์ ช่วยให้เรามองเห็น สิ่งต่าง ๆ ได้ พลังงาน.....จากดวงอาทิตย์ช่วยให้โลกเราสว่างไสว	ดวงอาทิตย์

18. ดังนั้นทุกครั้งที่เกิดเสียงขึ้น จะมีการสั่นสะเทือนของ... ..
ของวัตถุ

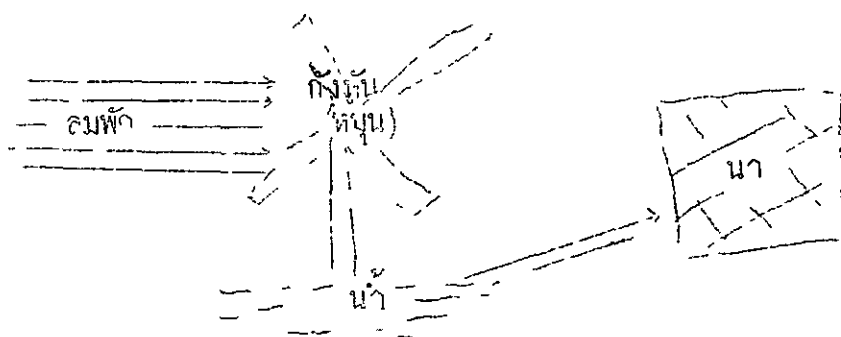
สั่นอะไอน

46. ปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิวชัน เป็นการเกิดพลังงานนิวเคลียร์อย่างหนึ่งที่ให้พลังงานบางอย่างออกมา เช่น พลังงานความร้อน พลังงานรังสี เป็นต้น นั่นคือ พลังงานความร้อน และ พลังงานรังสีที่กล่าวนี้ เป็นพลังงานที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบ.....

ฟิวชัน

74. เราอาจอาศัยแรงสั่นเพื่อหมุนกังหันในการวิดน้ำเข้านา ความร้อนจากดวงอาทิตย์ช่วยให้เกิดลมพัด นี่เป็นตัวอย่างหนึ่งที่มนุษย์ต้องอาศัยพลังงานความร้อนจาก.....โดยทางอ้อม

แสง



19. เราทราบมาแล้วว่า กระแสไฟฟ้าเป็นพลังงาน"รูป"หนึ่ง ที่เรียกว่า "พลังงานไฟฟ้า" ในวงเล็บข้างล่างนี้ อะไรที่เป็นพลังงานไฟฟ้าบ้าง จงนำมาเติมในช่องว่างนี้..... (พลังงานที่ได้จากดวงอาทิตย์โดยตรง พลังงานที่ได้จากถ่านไฟฉาย พลังงานน้ำตก พลังงานที่เกิดจากลมพัด)	โมเลกุล
47. ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งเกิดพลังงานหลายรูป เช่น ความร้อน รังสี แสง พลังงานเหล่านี้เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิวชั่นในดวงอาทิตย์ เพราะเกิดจากการรวมตัวของนิวเคลียสภายในอะตอมของไฮโดรเจน และเปลี่ยนเป็นนิวเคลียสของอะตอมของ.....	ฟิสิกส์
75. พืชเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของมนุษย์ เพราะเรากินพืชเป็นอาหาร แสงสว่างจากดวงอาทิตย์อันเป็นพลังงานแสง ช่วยในการปรุงอาหารของพืช ดังนั้นพลังงาน.....จากดวงอาทิตย์มีประโยชน์ทางอ้อมต่อเรา	ดวงอาทิตย์

20. "โกนาโม" เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่สำคัญ แต่เนื่องจากเราเรียก กระแสไฟฟ้าว่า "พลังงานไฟฟ้า" ดังนั้น โกนาโมเป็นแหล่งผลิตพลังงาน.....	พลังงานที่ได้จาก ถ่านไฟฉาย
48. ในดวงอาทิตย์จะเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่ขับเคลื่อนเวลา คือ ไฮโดรเจน 4 อะตอม จะรวมเป็น ฮีเลียม 1 อะตอม แต่ตามความจริงปรากฏว่ามวลสารของไฮโดรเจน 4 อะตอม จะมากกว่า มวลสารของฮีเลียม 1 อะตอม แสดงว่าการรวมตัวแต่ละครั้งจะสูญเสีย.....ไป	ฮีเลียม
76. "เตาแสงแดด" และ "แบตเตอรี่หรือเซลล์แสงแดด" ดวงอาทิตย์แสงแดด ซึ่งเป็นพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ อุปกรณ์หรือเครื่องมือทั้งสองดังกล่าว จะขาดพลังงานแสงจาก.....ไม่ได้เพราะเครื่องมือจะไม่ทำงาน	แสง

21. ในวงเล็บข้างล่างนี้ อะไรเป็นพลังงานไฟฟ้าบ้าง จงนำมาเขียนในช่องว่าง..... (พลังงานที่ได้จากเปลวเทียน พลังงานน้ำไหล พลังงานที่ได้จากไดนาโม)	ไฟฟ้า
49. ถ้าไฮโดรเจน 100 กรัม จะเปลี่ยนเป็นฮีเลียมได้เพียง 99.28 กรัม ดังนั้นมวลสารหายไป 0.72 กรัม และมวลสารที่หายไปนี้จะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานทั้งสิ้น นั่นคือ มวลสาร 0.72 กรัม จะเปลี่ยนไปเป็น..... ชนิดต่าง ๆ ไฮโดรเจน 100 กรัม $\rightarrow$ ฮีเลียม 99.28 กรัม + พลังงาน	มวลสาร
77. "ธาตุไฮโดรเจน" และ "ธาตุฮีเลียม" เมื่อถูกแสงสว่างก็จะเกิดกระแสไฟฟ้า และเราทราบแล้วว่าที่เราเรียก "แบตเตอรี่" เป็นเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า ดังนั้นในแบตเตอรี่แสงแดดจึงต้องมีธาตุ..... หรือธาตุ.....เป็นฉนวนประกอบ	วงจรอาทิตย์

22. "พลังงานเคมี" เป็นพลังงานอีกรูปหนึ่ง ที่เกิดจากการเกิดปฏิกิริยาเคมี ถ่านไฟฉายที่ให้กระแสไฟฟ้าออกมา ก็เพราะปฏิกิริยาเคมีของสารเคมีภายใน ถังนั้น กระแสไฟฟ้าที่ได้จากถ่านไฟฉายจึงเกิดจากพลังงาน..... <pre> graph LR A["ถ่านไฟฉาย (เกิดพลังงานเคมี)"] --> B["กระแสไฟฟ้า"] </pre>	พลังงานที่ได้จาก โถงไฟฉาย
50. เนื่องจากในดวงอาทิตย์จะเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิวชั่นตลอดเวลา และในปฏิกิริยาแบบนี้จะสูญเสียมวลสารไป ดังนั้น.....ของ ดวงอาทิตย์จะหายไปตลอดเวลา	พลังงาน
78. แบตเตอรี่แสงแดด ต้องมีธาตุซีเลเนียม หรือ ธาตุซิลิกอน เป็นองค์ ประกอบเพราะธาตุทั้งสองนี้ เมื่อถูกแสงแดดจะเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น ดังนั้น แบตเตอรี่แสงแดดจะผลิตพลังงาน.....ไว้ถ่วงอาทิตย์แสงแดด <pre> graph LR A["แสงแดด"] --> B["แบตเตอรี่แสงแดด (ซีเลเนียม, ซิลิกอน)"] B --> C["กระแสไฟฟ้า"] </pre>	ซีเลเนียม ซิลิกอน

23. ในถ่านไฟฉายมีสารเคมีซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยาทางเคมีกับกระบอกสังกะสีที่ห่อหุ้มก็จะเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น นั่นคือ แสงงานไฟฟ้าจึงกล่าวเกิดมาจากพลังงาน.....ในถ่านไฟฉาย The diagram shows a rectangular container labeled 'สังกะสี' (Zinc) on the left. Inside the container, there is a smaller, rounded object labeled 'สารเคมี' (Chemical substance) on the right. The container has a dashed outline, and the internal object is also outlined.	เคมี
51. ดวงอาทิตย์เป็นกลุ่มก๊าซที่มีความร้อนสูงมาก และปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบนิวตันจะเกิดขึ้นตลอดเวลา จึงทำให้มวลสารหายไปตลอดเวลา มวลสารที่หายไปจะเปลี่ยนไปเป็น.....ต่าง ๆ เช่น แสง ความร้อน รังสี เป็นต้น	มวลสาร
79. ความธรรมดา"แบบเทอร์"ที่เราเคยเห็น เช่นที่ใช้กับรถยนต์ รถมอเตอร์ไซค์ ฯลฯ ว่าเป็นจะต้องอัดพลังงานไฟฟ้าเพื่อเก็บ หรือสะสมเอาไว้ใช้แบบเทอร์แสงแดดก็เช่นเดียวกัน แต่จะสะสมพลังงานไฟฟ้าโดยอาศัยแสงแดดจาก.....	ไฟฟ้า

24. การเกิดไฟเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีระหว่าง ออกซิเจน กับ สารใด ๆ ที่เป็นเชื้อเพลิง แต่เราทราบแล้วว่า ในปฏิกิริยาเคมีก็เป็นการเกิดพลังงานเคมีนั่นเอง ดังนั้นการเกิดไฟจึงเป็นการเกิดพลังงาน..... ออกซิเจน + เชื้อเพลิง $\longrightarrow$ การเกิดไฟ	เคมี
52. ทุก ๆ วินาที ในดวงอาทิตย์ ไฮโดรเจน 564 ล้านตัน เปลี่ยนไปเป็นฮีเลียมได้เพียง 560 ล้านตัน แสดงว่า ในวินาทีหนึ่ง ๆ มวลสารของดวงอาทิตย์จะหายไป.....ล้านตัน	พลังงาน
80. เตาแสงแดด" ประกอบด้วยแผ่นอาลูมิเนียมรูปเว้าโค้ง เพื่อที่จะทำให้ความร้อนจากแสงแดดไปรวมอยู่ที่จุดเดียวกัน จึงได้ความร้อนสูง ๆ ใช้ในการหุงต้ม หรืออาจใช้ประโยชน์อื่น ๆ เตาหุงต้มที่ใช้แสงแดดเช่นนี้ เราเรียกว่า.....	ดวงอาทิตย์

25. <u>การสันดาป</u> เป็นปฏิกิริยาทางเคมี ระหว่าง สารใด ๆ กับออกซิเจน และการติดไฟเป็นปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างออกซิเจนกับเชื้อเพลิง ฉะนั้น การติดไฟจึงเป็นการ..... ออกซิเจน + สารใด ๆ $\longrightarrow$ การสันดาป	เคมี
53. ทุก ๆ วินาที มวลสารของดวงอาทิตย์จะหายไป 4 ล้านตัน เนื่องจาก เราทราบแล้วว่า ในปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิวชั่นจะมีมวลสารส่วนหนึ่งเปลี่ยนไปเป็นพลังงาน ดังนั้นมวลสารของดวงอาทิตย์ที่หายไปจะเปลี่ยนไปเป็น.....ชนิดต่าง ๆ	4
81. ในกรณีของ แบคทีเรียแสงแดด เคาแสงแดด ต้องอาศัยแสงแดดจาก ดวงอาทิตย์ ทำหน้าที่คล้าย ๆ กับเชื้อเพลิงเช่นถ่านหิน หรือน้ำมัน ในโรงไฟฟ้า คราวใดที่ดวงอาทิตย์ยังไม่ดับ การประดิษฐ์อุปกรณ์ที่อาศัย.....จากดวงอาทิตย์น่าจะมีประโยชน์อยู่	เภาแสงแดด

26. การเกิดสนิมของเหล็ก เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างออกซิเจนกับเหล็ก แต่เป็นปฏิกิริยาที่ไม่รุนแรง เช่น การตักไฟ อย่างไรก็ตามเราก็ถือว่า เป็นการสนิมอย่างหนึ่ง เพราะเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารใด ๆ กับ... 	สนิมดาบ
54. ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ซึ่งเราทราบแล้วว่ามวลสารของมันก็หายไปตลอดเวลา ดังนั้นโอกาสที่ดวงอาทิตย์จะดับไปคงมีแต่คงอีกนาน หากดวงอาทิตย์ดับไป บนโลกเราจะขาด.....ต่างๆ และสิ่งมีชีวิตต้องตายสิ้น	พลังงาน
82. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 3 ก่อนทำของแบบเรียน	แสงแดด

27. โปรดสังเกตว่า การเผาไหม้หรือการติดไฟ เป็นการสันดาปที่มีเปลวไฟ
เกิดขึ้น ส่วนการเผาผลาญอาหารในร่างกายหรือการเกิดสนิมของเหล็กจะ
ไม่มีเปลวไฟเกิดขึ้นเพราะเป็นปฏิกิริยาอย่างช้า อย่างไรก็ดีตามทางก็เป็น
การ.....ทั้งสิ้น

ออกซิเจน

55. เป็นอันเราสรุปได้ว่า พลังงานที่สำคัญ ๆ มี 8 รูป นักเรียนจงคิดเติม
รูปของพลังงานให้ครบ 8 รูปด้วย คือ พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า
พลังงานเสียง พลังงานแสง พลังงานความร้อน พลังงานเคมี

พลังงาน

28. นักเรียนอย่าลืมว่า การสันดาปก็เป็นการเกิดพลังงานเคมีนั่นเอง การเผาผลาญอาหารในร่างกาย ก็เป็นการสันดาประหว่าง ออกซิเจนกับ อาหาร การสันดาปอาหารในร่างกายจึงเป็นการเกิดพลังงาน..... ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 1 ก่อนทำของแบบเรียน	สันดาป
56. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 2 ก่อนทำของแบบเรียน	พลังงานรังสี พลังงานนิวเคลียร์

แบบฝึกหัดชุดที่ 1

1. พลังงานมีคุณลักษณะ.....
2. คอนันักเรียนรู้จักพลังงาน.....รูป กี่.....
.....
3. พลังงานกลคือ พลังงานที่มีลักษณะ.....
ตัวอย่างดีที่พลังงานกลเช่น
4. พลังงานเสียงเป็นพลังงานที่เกิดจาก.....
ตัวอย่างของแหล่งเกิดพลังงานเสียงก่อ 1.....2.....
3.....4.....5.....
5. แหล่งเกิดพลังงานไฟฟ้าได้แก่ 1.....2.....
6. แหล่งพลังงานรังสีได้แก่ 1.....2.....
7. พลังงานเคมีเกิดจาก.....
8. การสันดาปเกิดจาก.....
ตัวอย่างของการสันดาป 1.....2.....

แบบฝึกหัดชุดที่ 2

1. พลังงานนิวเคลียร์เกิดจาก.....
2. ปฏิกิริยานิวเคลียร์มี.....แบบ กี่.....
ปฏิกิริยานิวเคลียร์แต่ละแบบมีลักษณะดังนี้.....
.....
3. แหล่ง พลังงานนิวเคลียร์ได้แก่ 1.....2.....3.....
4. แหล่งพลังงานนิวเคลียร์จะให้พลังงานรูปใดบ้าง 1.....2.....4.....
5. มนกวงอาตีย์มีปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบ.....และให้พลังงานในรูปต่างๆเช่น.....
.....
6. ความปกติเราต้องยอมรับว่า มวลสารของกวางอาตีย์หายไปตลอดเวลา นักเรียนออกมา
ชีวามันหายไปไหน.....

แบบฝึกหัดชุดที่ 3

1. กฎความถาวรของพลังงานกล่าวว่า.....
2. พลังงานเปลี่ยนรูปกันได้อย่างไรหรือไม่.....จงยกตัวอย่างอุปกรณ์ดังต่อไปนี้
 - ก. การเปลี่ยนจากพลังงานไฟฟ้า เป็น พลังงาน ความร้อน.....
 - ข. การเปลี่ยนจากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล
 - ค. การเปลี่ยนจากพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า.....
 - ง. การเปลี่ยนจากพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า.....
 - จ. การเปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานความร้อน.....
 - ฉ. การเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า.....
3. สรุปได้ว่าพลังงานมีรูป ก็คือ.....
.....
4. ชนิดของพลังงานมี.....ชนิด คือ
5. พลังงานสามารถเปลี่ยนชนิดกันได้ตัวอย่างเช่น.....
ซึ่งเปลี่ยนจากพลังงาน.....เป็น พลังงาน.....
6. เรา.....ที่ใช้ในการหาขนาดของแอมแปร์ และมันมีคุณสมบัติที่สำคัญ
คือ.....
7. สิ่งต่อไปนี้ เป็นพลังงานชนิดใด
 - ก. พลังงานในฉนวนนาฬิกา.....
 - ข. พลังงานในขณะที่เราเปิดประตู.....

๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐

ภาคผนวก ก.

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
และแบบทดสอบวัดทักษะคุณลักษณะและความสนใจทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้น ม.ศ. 1
เรื่อง พลังงาน มวลสารและน้ำหนัก ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะ แรงลอยตัว แรงยกตัว
คำชี้แจงในการตอบ

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นี้ มี 40 ข้อ
2. ให้ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 45 นาที
3. วิธีตอบให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียวในแต่ละข้อ แล้วทำเครื่องหมาย ~~X~~ ทับหัวข้อความตอบที่ถูกต้องที่สุด

ตัวอย่าง

ข้อ 0. เพราะเหตุใดเหล็กจึงจมน้ำ

- ก. น้ำหนักของเหล็กเท่ากับแรงลอยตัวพอดี
- ~~ข.~~ น้ำหนักของเหล็กมากกว่าแรงลอยตัว
- ค. น้ำหนักของเหล็กน้อยกว่าแรงลอยตัว
- ง. น้ำหนักของเหล็กมากกว่าแรงยกตัว

4. เมื่อนักเรียนตอบคำถามใดไปแล้ว แต่ต้องการจะตอบคำถามใหม่ ให้เขียนวงกลมทับหัวข้อนั้นเสีย

ตัวอย่าง

ข้อ 0. เพราะเหตุใดเหล็กจึงจมน้ำ

- ~~ก.~~ น้ำหนักของเหล็กเท่ากับแรงลอยตัวพอดี
- ข. น้ำหนักของเหล็กมากกว่าแรงลอยตัว
- ค. น้ำหนักของเหล็กน้อยกว่า แรงลอยตัว
- ง. น้ำหนักของเหล็กมากกว่าแรงยกตัว

5. ให้นักเรียนอ่านคำถามอย่างละเอียด ก่อนที่จะเลือกคำตอบใด ๆ หนึ่งว่านักเรียนทำข้อสอบได้เป็นอย่างดี

ข้อ 1. ข้อใดที่ปฏิจจกัมม

- ก. นกถูกยิงตายห้อยอยู่บนกิ่งไม้
- ข. ก้อนหินวางบนศีรษะ
- ค. หนังสือตกกำลังยี่ง่าง
- ง. ถูกทั้ง 3 ข้อ

ข้อ 2. ข้อใดเป็นปฏิริยานิวเคลียร์แบบฟิชชัน

- ก. การสลายตัวของยูเรเนียม
- ข. การรวมตัวของไฮโดรเจนเป็นฮีเลียม
- ค. การเกิดสนิมเหล็ก
- ง. ปฏิริยานิวเคลียร์บนดวงอาทิตย์

ข้อ 3. ข้อใดเป็นปฏิริยานิวเคลียร์แบบฟิวชัน

- ก. การสลายตัวของยูเรเนียม
- ข. ปฏิริยาในระเบิดปรมาณู
- ค. การเกิดสนิมเหล็ก
- ง. ปฏิริยานิวเคลียร์บนดวงอาทิตย์

ข้อ 4. แหล่งปฏิริยานิวเคลียร์แบบฟิวชันคือข้อใด

- ก. ระเบิดปรมาณู
- ข. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบนิวเคลียร์
- ค. ดวงอาทิตย์
- ง. ปรมาณูเรเนียม

ข้อ 5. ในดวงอาทิตย์เป็นพลังงานอะตอม

- ก. พลังงานที่ได้จากถ่านหินฟอสซิล, การกลั่น
- ข. พลังงานในดวงอาทิตย์, การกลั่น
- ค. พลังงานในดวงอาทิตย์, พลังงานในยูเรเนียม
- ง. พลังงานในยูเรเนียม, การกลั่น

ข้อ 6. เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดไฟฟ้า

จะเกิดพลังงานอะไรขึ้นบ้าง

- ก. ความร้อน
- ข. แสง
- ค. ความร้อน และ แสง
- ง. ความร้อน แสง และ อะตอม

ข้อ 7. ในแบตเตอรี่แสงแดด วัสดุที่ช่วยให้เกิด

กระแสไฟฟ้า คือธาตุอะไร

- ก. ซิลิกอน หรือ เซเลเนียม
- ข. ซิลิกอน หรือ ยูเรเนียม
- ค. ยูเรเนียม หรือ ฮีเลเนียม
- ง. เรเดียม หรือ ฮีเลเนียม

ข้อ 8. ข้อใดที่เป็นประโยชน์ ที่มนุษย์ได้รับ

จากดวงอาทิตย์โดยทางอ้อม

- ก. วิตามิน คี จากแสงแดด
- ข. แสงช่วยในการมองเห็น
- ค. มนุษย์กินพืชเป็นอาหาร
- ง. ถูกทั้ง 3 ข้อ

ข้อ 9. โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ ได้

ความร้อนมาจากไหน ในการต้มน้ำ

- ก. ดวงอาทิตย์
- ข. ยูเรเนียม
- ค. เมื่อดำเนิน
- ง. เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิง

ข้อ 10. ข้อใดเป็นประโยชน์ของพลังงานรังสี

- ก. รักษาโรคมะเร็ง
- ข. อบอาหารเพื่อให้เก็บรักษาไว้ได้นานๆ
- ค. ถ่ายภาพปอด หัวใจ เพื่อตรวจสอบโรค
- ง. ถูกทั้ง 3 ข้อ

ข้อ 11. มวลสารของดวงอาทิตย์หายไปไหน

- ก. เปลี่ยนเป็นพลังงานต่างๆ
- ข. แยกกระจายไปในอวกาศ
- ค. ไม่ได้สูญหายไปไหนเลย
- ง. ถูกเผาไหม้เพราะร้อนจัดมาก

ข้อ 12. ถ้าเผาถ่านไม้ในขวดที่ปิดมิดชิด ด้วยไฟฟ้า น้ำหนักก่อนเผาและหลังเผาทั้งระบบจะเป็นเช่นไร

- ก. น้ำหนักหลังเผาจะเพิ่มขึ้น
- ข. น้ำหนักหลังเผาจะลดลง
- ค. น้ำหนักเท่าเดิม
- ง. ไม่สามารถสรุปได้

ข้อ 13. ข้อใดที่เป็นแหล่งพลังงานรังสี

- ก. ซิลิกอน
- ข. ยูเรเนียม
- ค. ซีเอนียม
- ง. ระเบิดขวด

ข้อ 14. ระเบิดปรมาณูเป็นปฏิกิริยาแบบใด

- ก. ปฏิกิริยาเคมีแบบฟิวชั่น
- ข. ปฏิกิริยาเคมีแบบฟิชชั่น
- ค. ปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิวชั่น
- ง. ปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิชชั่น

ข้อ 15. ข้อใดที่เป็นลักษณะของมวลสาร

- ก. แรงโน้มถ่วงของโลกที่มีต่อวัตถุ
- ข. ปริมาณเนื้อสารของวัตถุ
- ค. ความหนาแน่นมาก มวลสารจะน้อย
- ง. ความหนาแน่นน้อยมวลสารจะมาก

ข้อ 16. คุณสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปตามสถานที่ เป็นคุณสมบัติของปริมาณชนิดใด

- ก. มวลสาร
- ข. ความตึงจำเพาะ
- ค. น้ำหนัก
- ง. ไม่มีข้อถูกเลย

ข้อ 17. มวลสาร 10 ปอนด์ มีค่าเท่ากับกี่ กิโลกรัม

- ก. 4536 กิโลกรัม
- ข. 453.6 กิโลกรัม
- ค. 45.36 กิโลกรัม
- ง. 4.536 กิโลกรัม

ข้อ 18. ข้อใดเป็นหน่วยของมวลสาร

- ก. กรัม ต่อ ลบ.ซม.
- ข. กรัม
- ค. ปอนด์ - น้ำหนัก
- ง. ปอนด์ - คบง.ฟุต

ข้อ 19. น้ำ 1 ลิตรหนัก กี่ ปอนด์

- ก. มากกว่า 2 ปอนด์
- ข. น้อยกว่า 2 ปอนด์
- ค. เท่ากับ 2 ปอนด์
- ง. ไม่ถูกทั้ง 3 ข้อ

ข้อ 20. ข้อใดหมายถึงความหนาแน่น

- ก. ปริมาตรของเนื้อสารในวัตถุ
- ข. แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ
- ค. เลขที่บอกว่าวัตถุหนักเป็นกี่เท่าของน้ำเมื่อมีปริมาตรเท่ากัน

ง. มวลสารของวัตถุใน 1 หน่วยปริมาตร

ข้อ 21. ข้อใดหมายถึงความถ่วงจำเพาะ

- ก. ปริมาตรเนื้อสารของวัตถุ
- ข. แรงโน้มถ่วงของโลกที่มีต่อวัตถุ
- ค. เลขที่บอกว่าวัตถุหนักเป็นกี่เท่าของน้ำเมื่อมีปริมาตรเท่ากัน
- ง. มวลสารของวัตถุใน 1 หน่วยปริมาตร

ข้อ 22. ก้อนหินมวลสาร 40 กรัม มีปริมาตร 5 ลบ.ซม. จะมีความหนาแน่นเท่าใด

- ก. 8.0 กรัม ต่อ ลบ.ซม.
- ข. 8.0 กรัม - ลบ.ซม.
- ค. $\frac{1}{8}$ กรัม ต่อ ลบ.ซม.
- ง. $\frac{1}{8}$ กรัม - ลบ.ซม.

ข้อ 23. ขวดหา ถ.พ.หนัก 80 กรัม ใส่น้ำของเหลวเต็มซึ่งได้ 87 กรัม ถ้าขวดมีความจุ 10 ลบ.ซม. ของเหลวจะมีความหนาแน่นเท่าใด

- ก. 7.0 กรัม ต่อ ลบ.ซม.
- ข. 8.0 กรัม ต่อ ลบ.ซม.
- ค. 0.7 กรัม ต่อ ลบ.ซม.
- ง. 0.8 กรัม ต่อ ลบ.ซม.

ข้อ 24. จากข้อ 23 ของเหลวจะมี ถ.พ.เท่าใด

- ก. 7.0
- ข. 8.0
- ค. 0.7
- ง. 0.8

ข้อ 25. น้ำมีความหนาแน่นเท่าใด

- ก. 6.25 ปอนด์ ต่อ ลบ.ฟุต
- ข. 62.5 ปอนด์ ต่อ ลบ.ฟุต
- ค. 6.25 กรัม ต่อ ลบ.ซม.
- ง. 62.5 กรัม ต่อ ลบ.ซม.

ข้อ 26. หินก้อนหนึ่งหนัก 100 กรัม ปล่อยในถ้วยแก้ว

ที่มีน้ำเต็ม น้ำจะล้นออกมา 20 ลบ.ซม.

หินจะมีความถ่วงจำเพาะเท่าใด

ก. 5.0

ข. 0.5

ค. 2.0

ง. 0.2

ข้อ 27. ทองแดง 52.8 กรัม มีปริมาตร 7 ลบ.ซม.

เมื่อจุ่มในน้ำได้ 45.8 กรัม อาศัยกฎของ

อาร์คิมิดีส จะได้ผลเช่นไร

ก. น้ำที่ล้นออกมีปริมาตร 7 ลบ.ซม.

ข. น้ำที่ล้นออกหนัก 52.8 กรัม

ค. น้ำที่ล้นออกหนัก 98.6 กรัม

ง. น้ำที่ล้นออกหนัก 7.0 กรัม

ข้อ 28. วัตถุชิ้นหนึ่งหนัก A กรัม มีปริมาตร B ลบ.ซม.

แต่น้ำที่มีปริมาตรเท่ากันหนัก C กรัม

วัตถุชิ้นนี้มี จ.พ. เท่าใด

ก. $A \div B$

ข. $A \div C$

ค. $(A \times C) \div B$

ง. $(A \times B) \div C$

ข้อ 29. ก้อนหินซึ่งไปอากาศได้ 250 กรัม เมื่อจุ่ม

ในแอลกอฮอล์จะได้เท่าใด

ก. 250 กรัม-เอค

ข. มากกว่า 250 กรัม

ค. น้อยกว่า 250 กรัม

ง. ยังสรุปไม่ได้

ข้อ 30. เหล็กมีความหนาแน่น A กรัม/ลบ.ซม.

น้ำมีความหนาแน่น B กรัม/ลบ.ซม.

เหล็กจะมีความถ่วงจำเพาะเท่าใด

ก. $A \times B$

ข. $B \div A$

ค. $A \div B$

ง. ข้อมูลไม่สามารถหา จ.พ. เหล็กได้

ข้อ 31. ทองคำ จ.พ. 19.3, เงิน จ.พ. 10.5,

และทองแดง จ.พ. 8.8, ทั้งสามอย่างมี

น้ำหนักเท่ากัน สิ่งใดจะมีปริมาตรน้อยที่สุด

ก. ทองคำ

ข. เงิน

ค. ทองแดง

ง. เท่ากันทั้งสามอย่าง

ข้อ 32. ตะกั่วซึ่งในอากาศได้ 360 ปอนด์ แต่จุ่ม

ในน้ำได้ 310 ปอนด์ น้ำที่มีปริมาตรเท่า

กับตะกั่วจะหนักเท่าใด

ก. 310 ปอนด์

ข. 360 ปอนด์

ค. 370 ปอนด์

ง. 50 ปอนด์

ข้อ 33. จากข้อ 32 ตะกั่วจะมี จ.พ. เท่าใด

ก. $360 \div 50$

ข. $360 - 50$

ค. $360 - 370$

ง. $360 - 670$

ข้อ 34. แล็กโทมิเตอร์ เป็นไฮโครมิเตอร์ที่ใช้วัด

ความทึบจำเพาะของอะไร

ก. น้ำเชื่อม

ข. น้ำนม

ค. น้ำปัสสาวะ

ง. แอลกอฮอล์

ข้อ 35. ยูริโอมิเตอร์ เป็นไฮโครมิเตอร์ที่ใช้วัด

ความทึบจำเพาะของอะไร

ก. น้ำเชื่อม

ข. น้ำนม

ค. น้ำปัสสาวะ

ง. แอลกอฮอล์

ข้อ 36. ของเหลวที่ไม่ละลายน้ำมี ด.พ. 0.8 เมื่อ

รินใส่ในแก้วน้ำ ของเหลวจะอยู่อย่างไร

ก. แยกเป็นชั้นอยู่บนน้ำ

ข. แยกเป็นชั้นอยู่ใต้น้ำ

ค. กระว่ายอยู่ในน้ำ

ง. แยกเป็นหลายชั้นสลับอยู่ในน้ำ

ข้อ 37. ข้อใดที่หมายถึงแรงลอยตัว

ก. แรงที่วัตถุกดลงในของเหลว

ข. แรงที่ของเหลวดันวัตถุขึ้น

ค. แรงที่ของเหลวดันรอบ ๆ วัตถุ

ง. แรงโน้มถ่วงของโลกที่ดึงวัตถุลง

ข้อ 38. ข้อใดที่หมายถึงแรงยกตัวของวัตถุ

ก. แรงที่วัตถุดันลงในของเหลว

ข. แรงที่ของเหลวดันวัตถุขึ้น

ค. แรงที่มีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับส่วนที่จม

ง. แรงที่มีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่อยู่เหนือของเหลว

ข้อ 39. ไม้ท่อน 500 ลบ.ซม.หนัก 50 กรัมใน

อากาศ เมื่อวางลอยน้ำ แล้วเอาแท่งเหล็ก

หนัก 10 กรัมวางลงบน ไม้ทำให้ไม้จมน้ำ

น้ำพอดี แรงยกของไม้จมน้ำจะเป็นเท่าใด

ก. 500 กรัม

ข. 50 กรัม

ค. 60 กรัม

ง. 10 กรัม

ข้อ 40. แลกกาโรมิเตอร์ เป็นไฮโครมิเตอร์ที่ใช้

วัดความทึบจำเพาะของอะไร

ก. น้ำเชื่อม

ข. น้ำนม

ค. น้ำปัสสาวะ

ง. แอลกอฮอล์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และความสนใจ

ทางวิทยาศาสตร์

๐๐๐๐๐๐๐

คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบนี้ มี 26 ข้อ
2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบนี้ 20 นาที
3. แบบทดสอบนี้ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องที่สุด
4. ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ท่านเห็นค่าที่สุด
5. ตัวอย่างการทำแบบทดสอบ

ข้อ ๑. การเรียนวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดความเจริญทางจิตใจแก่ผู้เรียน

นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่

- | | |
|-------------------------------------|----------------------|
| ☒ | เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
| ☐ | เห็นด้วย |
| ☐ | ไม่แน่ใจ |
| ☐ | ไม่เห็นด้วย |
| ☐ | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |

6. เมื่อนักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย ○ ล้อมรอบคำตอบเดิมที่ไม่ต้องการ แล้วตอบใหม่ตามคำแนะนำในข้อ 5. ดังตัวอย่าง

ข้อ ๑. การเรียนวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดความเจริญทางจิตใจแก่ผู้เรียน

นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่

- | | |
|-------------------------------------|----------------------|
| ☒ | เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
| ☐ | เห็นด้วย |
| ☒ | ไม่แน่ใจ |
| ☐ | ไม่เห็นด้วย |
| ☐ | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |

ข้อ 1. นักเรียนอยากรู้เกี่ยวกับการดำรง
ของปลวกมากน้อยเพียงใด

☐	อยากรู้มากที่สุด
☐	อยากรู้ค่อนข้างมาก
☐	อยากรู้พอสมควร
☐	ไปค่อยอยากรู้
☐	ไม่อยากรู้เลย

ข้อ 2. ถ้าเราสงสัยสิ่งใดเราจะต้องหา
คำตอบให้ได้

☐	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
☐	เห็นด้วย
☐	เฉย ๆ
☐	ไม่เห็นด้วย
☐	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อ 3. ทุกสิ่งทุกอย่างรอบตัวเราน่าศึกษา

☐	มากที่สุด
☐	มาก
☐	ปานกลาง
☐	น้อย
☐	น้อยมาก

ข้อ 4. ปกติไฟฟ้ามีอันตรายถึงตายได้ แต่
ถ้าไม่มีสื่อบะหว่างตัวเรากับสาย

☐	ไฟฟ้า ก็ไม่เป็นไร
☐	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
☐	เห็นด้วย
☐	ไม่แน่ใจ
☐	ไม่เห็นด้วย
☐	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อ 5. ถ้าพิสูจน์ได้ว่าไสยศาสตร์เป็นเรื่องจริง
นักเรียนจะเชื่อเพียงใด

☐	เชื่อมากที่สุด
☐	เชื่อนาน
☐	เชื่อครึ่ง ไม่เชื่อครึ่ง
☐	เชื่อบ้างเล็กน้อย
☐	ไม่เชื่อเลย

ข้อ 6. เราเชื่อว่าดาวเคราะห์มี 9 ดวง แต่
นักวิทยาศาสตร์ค้นพบอีก 2 ดวง เป็น
11 ดวง นักเรียนจะเชื่อเพียงใด

☐	เชื่อมากที่สุด
☐	เชื่อนาน
☐	เชื่อครึ่ง ไม่เชื่อครึ่ง
☐	เชื่อบ้างเล็กน้อย
☐	ไม่เชื่อเลย

ข้อ 7. ปกติน้ำเดือดที่ 100 องศาเซลเซียส
ถ้ามีคนทดลองว่าน้ำเดือดที่ 50 องศา
เซลเซียส นักเรียนจะเชื่อหรือไม่

☐	เชื่อมากที่สุด
☐	เชื่อนาน
☐	เชื่อครึ่ง ไม่เชื่อครึ่ง
☐	เชื่อบ้างเล็กน้อย
☐	ไม่เชื่อเลย

ข้อ 8. น้ำประปาเป็นน้ำที่สะอาด ถ้าในระยะ
หนึ่งกรรณนามัยประกาศว่า อย่าดื่มน้ำ
ประปาจะเป็นอันตราย นักเรียนเห็น
กลัวหรือไม่

- ☐ เห็นกลัวอย่างยิ่ง
- ☐ เห็นกลัว
- ☐ ไม่แน่ใจ
- ☐ ไม่เห็นกลัว
- ☐ ไม่เห็นกลัวอย่างยิ่ง

ข้อ 9. ระบุว่า ผีมีจริง ครูเคยถูกผีหลอก
มาแล้ว นักเรียนเชื่อหรือไม่

- ☐ ไม่เชื่อเลย
- ☐ เชื่อบ้างเล็กน้อย
- ☐ เชื่อครึ่ง ไม่เชื่อครึ่ง
- ☐ เชื่อมาก
- ☐ เชื่อมากที่สุด

ข้อ 10. เครื่องรางของขลังจะช่วยป้องกัน
อันตรายในยามคับขันได้ นักเรียน
เห็นกลัวหรือไม่

- ☐ ไม่เห็นกลัวอย่างยิ่ง
- ☐ ไม่เห็นกลัว
- ☐ ไม่แน่ใจ
- ☐ เห็นกลัว
- ☐ เห็นกลัวอย่างยิ่ง

ข้อ 11. ชีวิตของคนจะเกิดหรือไม่ขึ้นอยู่กับ
" ดวง " ของคนนั้น นักเรียนเห็น
กลัวหรือไม่

- ☐ ไม่เห็นกลัวอย่างยิ่ง
- ☐ ไม่เห็นกลัว
- ☐ ไม่แน่ใจ
- ☐ เห็นกลัว
- ☐ เห็นกลัวอย่างยิ่ง

ข้อ 12. เวทย์มนต์คาถา สามารถรักษาโรค
ได้หลาย ๆ ชนิด นักเรียนเห็นกลัว
หรือไม่

- ☐ ไม่เห็นกลัวอย่างยิ่ง
- ☐ ไม่เห็นกลัว
- ☐ ไม่แน่ใจ
- ☐ เห็นกลัว
- ☐ เห็นกลัวอย่างยิ่ง

ข้อ 13. ถ้านักเรียนทดลองพบว่า น้ำเดือดที่
80 องศาเซลเซียส เติมน้ำอีกแล้ว
น้ำเดือดที่ 100 องศาเซลเซียส
แสดงว่าการทดลองนั้นเชื่อถือไม่ได้

- ☐ ไม่เห็นกลัวอย่างยิ่ง
- ☐ ไม่เห็นกลัว
- ☐ ไม่แน่ใจ
- ☐ เห็นกลัว
- ☐ เห็นกลัวอย่างยิ่ง

ข้อ 14. นักเรียนสนใจการทดลองวิทยาศาสตร์

มากน้อยเพียงใด

☐	มากที่สุด
☐	มาก
☐	ปานกลาง
☐	น้อย
☐	น้อยที่สุด

ข้อ 15. เมื่อครูสอนวิทยาศาสตร์ด้วยการ

ทดลอง นักเรียนจะต้องสังเกตและ

ติดตามผลการทดลองอย่างถึถาน

☐	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
☐	เห็นด้วย
☐	ไม่แน่ใจ
☐	ไม่เห็นด้วย
☐	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อ 16. ในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์

นักเรียนอยากปฏิบัติด้วยตนเอง

☐	มากที่สุด
☐	มาก
☐	ปานกลาง
☐	น้อย
☐	น้อยที่สุด

ข้อ 17. การทดลองวิทยาศาสตร์เป็นที่น่าสนใจ

☐	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
☐	ไม่เห็นด้วย
☐	เฉย ๆ
☐	เห็นด้วย
☐	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อ 18. ถ้าสงสัยในเรื่องมือใด ๆ ควร

ศึกษาโดยละเอียด

☐	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
☐	เห็นด้วย
☐	เฉย ๆ
☐	ไม่เห็นด้วย
☐	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อ 19. คนที่ชอบหรือเกลียดการทดลอง

เรียกว่าเป็นนักทดลองหรือไม่

☐	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
☐	ไม่เห็นด้วย
☐	ไม่แน่ใจ
☐	เห็นด้วย
☐	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อ 20. ถ้าจะตั้งชุมนุมวิทยาศาสตร์ในโรง

เรียน นักเรียนจะเห็นด้วยหรือไม่

☐	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
☐	เห็นด้วย
☐	เฉย ๆ
☐	ไม่เห็นด้วย
☐	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อ 21. นักเรียนต้องการเป็นสมาชิกของ

☐	ชุมนุมวิทยาศาสตร์
☐	มากที่สุด
☐	มาก
☐	ปานกลาง
☐	น้อย
☐	น้อยที่สุด

ข้อ22. นักเรียนสนใจข่าวความก้าวหน้าทาง

วิทยาศาสตร์

☐	มากที่สุด
☐	มาก
☐	ปานกลาง
☐	น้อย
☐	น้อยที่สุด

ข้อ23. นักเรียนชอบสะสมวัสดุทางวิทยาศาสตร์

☐	มากที่สุด
☐	มาก
☐	ปานกลาง
☐	น้อย
☐	น้อยที่สุด

ข้อ24. การอ่านเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์

เป็นงานอดิเรกอย่างหนึ่ง

☐	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
☐	เห็นด้วย
☐	ไม่แน่ใจ
☐	ไม่เห็นด้วย
☐	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อ25. นักเรียนชอบภาพยนตร์ประเภทวิทยา

ศาสตร์

☐	มากที่สุด
☐	มาก
☐	ปานกลาง
☐	น้อย
☐	น้อยที่สุด

ข้อ26. นักเรียนเห็นว่าอาชีพที่เกี่ยวข้องกับ

วิทยาศาสตร์เป็นอาชีพที่ก้าวหน้า

☐	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
☐	เห็นด้วย
☐	ไม่แน่ใจ
☐	ไม่เห็นด้วย
☐	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง