

บทที่ 6

การสร้างเครื่องมือวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์

โครงร่างของเนื้อหา

เนื้อหาที่ 6.1 ทักษะทางวิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 6.1.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 6.1.2 ความหมายของทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์

เนื้อหาที่ 6.2 การสร้างเครื่องมือวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 6.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 6.2.2 ทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์

สาระสำคัญ

1. ทักษะทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกได้เป็น 2 ทักษะคือ

1.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงความสามารถในด้านการสังเกต การวัดการบันทึกข้อมูล การจัดกระทำกับข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การออกแบบทดลอง การทดลอง การคิดคำนวณ เป็นต้น

1.2 ทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญในการปฏิบัติการทดลองในการหยิบจับเครื่องมือ การใช้เครื่องมืออย่างถูกวิธี การระมัดระวัง และรักษาเครื่องมือในขณะทำการทดลอง เป็นต้น

2. การสร้างเครื่องวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์ ขั้นแรกผู้สร้างจะต้องนิยามทักษะให้ชัดเจนก่อนว่า เราจะวัดทักษะอะไร ขั้นต่อมาจึงเลือกเครื่องมือวัด หรือแบบทดสอบที่เหมาะสม และเป็นปัจจัย เมื่อสร้างเสร็จแล้วจึงนำไปทดลองใช้หาคุณภาพต่อไป

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อศึกษาหนึ่งจบแล้วนักศึกษาสามารถ

1. บอกความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้
2. บอกความหมายของทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ได้
3. สร้างเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้
4. สร้างเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ได้

เนื้อหาที่ 6.1

ทักษะทางวิทยาศาสตร์

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานได้ให้ความหมายของคำว่า "ทักษะ" หมายถึง ความชำนาญ มีฝีมือหรือความสัมภัติในเชิงงาน (ราชบัณฑิตยสถาน, 2523:456) ใน การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ปัจจุบันใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ ซึ่งทักษะเหล่านี้จะเป็นเครื่องมือสำหรับนักเรียนใช้สำรวจหาความรู้เองได้ในอนาคต ซึ่งรายละเอียดจะได้กล่าวต่อไป

เรื่องที่ 6.1.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีผู้ให้ความหมายไว้หลายประการ แต่ละความหมายก็จะคล้ายๆ กัน ดังนี้

พจน์ สะเพียรชัย (2517 : 49) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ "เป็นพฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถในด้านการสังเกต การวัดการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย การจัดกรรำทำข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูลและสรุป การสร้างสมมุติฐาน" การออกแบบและ การดำเนินการทดลอง การคิดคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ"

ประหยด จันทร์ชุมภู และ ประพลสันต์ อัษฎร์มัต (2518 : 23-24) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง "ความคล่องแคล่วชำนาญในการเรียนวิทยาศาสตร์และครุต้องสอนให้นักเรียนเกิดทักษะ 2 ประการ กือทักษะในการทำ หรือในการใช้

เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในการแก้หรือตอบปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือมีทักษะความสามารถในเชิงสติปัญญา และการใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วถูกต้อง มีเหตุผล"

ปรีชา วงศ์ชัยศิริ (2526:249) กล่าวว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้เสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์"

นิคม หาดเงง และ สุจินต์ วิเศวีรานันท์ (2525:48) ได้กล่าวว่า "ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการหนึ่งของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ เพราะการทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นตอนนั้นจะประสบความสำเร็จ หรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน"

นอกจากนี้ เนย์และคณะ (Nay and Associates 1971 : 201 - 203) ได้กล่าวมีใจความว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นการลำดับกิจกรรมหรือลำดับการปฏิบัติการซึ่งกระทำโดยนักวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะศึกษาเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมีกระบวนการต่าง ๆ ในการจัดเรียงลำดับขั้นของการทำงาน

คลอฟเฟอร์ (Kusopfer, 1971:568-573) ได้กล่าวเกี่ยวกับเรื่องนี้ว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสืบสอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์

คัลลัน และ สโตน (Kuslan and Stone, 1968 : 229) ทั้งสองท่านนี้ยังกล่าวถึงทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ว่า "ความจริงก็คือการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยการสังเกต การวัด การทดลองและออกแบบการทดลอง การอธิบาย การสรุปหลักเกณฑ์การพิจารณาเหตุผลเชิงปรนัย"

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นเครื่องมืออันสำคัญของนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ครูผู้สอนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปลูกฝังกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนให้ได้

อีกท่านหนึ่ง ปีเตอร์สัน (Peterson, 1978 : 153) ได้นิยามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า "เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ที่ได้รับมาใช้ในการแก้ไขปัญหานักเรียนให้ได้"

สื่อความหมาย การนำประโภชน์ไปใช้

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการสังเกต การวัด การบันทึกข้อมูล การจัดกรรำทำกับข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การทำการทดลอง และการคิดคำนวณ เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Skills) ได้แก่

1. การสังเกต (Observing)
2. การจำแนกประเภท (Classifying)
3. การวัด (Measuring)
4. การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างคำแห่งที่อยู่และเวลา
(Using Space-Time Relationships)
5. การคำนวณ (Using Number)
6. การสื่อความหมาย (Communicating)
7. การทำนาย (Predicting)
8. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

2. ทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Skills) ได้แก่

1. การควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
2. การแปลความหมายจากข้อมูล (Interpreting Data)
3. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
4. การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining Operationally)
5. การปฏิบัติการทดลอง (Experimenting)

ส่วนรายละเอียดแต่ละทักษะได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 เรื่องที่ 2.2.2

กิจกรรมที่ 6.1.1

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงอะไร
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน กับขั้นบูรณาการ แตกต่างกันอย่างไร

เรื่องที่ 6.1.2 ความหมายของทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์

ทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญในการปฏิบัติการทดลอง ทั้งการหยิบจับเครื่องมือ การจัดเตรียมเครื่องมือ การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง การระมัดระวัง และรักษาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ตลอดจนมีเทคนิคต่างๆ ในการทดลอง เช่น การรินสารละลาย การเขย่าสารละลาย การดมสาร เป็นต้น

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 4-58) ได้กำหนดทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ทักษะในการวัด
2. ทักษะในการซัง
3. ทักษะในการวัดปริมาตร
4. ทักษะการใช้ตะเกียง
5. ทักษะในการใช้สารเคมี การตัก การริน
6. ทักษะในการคนสาร
7. ทักษะในการต้มสาร
8. ทักษะในการกรอง
9. ทักษะในการใช้อินดิกेटอร์
10. ทักษะในการใช้กล้องจุลทรรศน์

11. หักษะการเตรียมส์ไลด์
12. หักษะการย้อมสีเนื้อเยื่อ
13. หักษะการใช้เครื่องจ่ายกำลังไฟฟ้า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2522:139-142) ชี้งทำหน้าที่ปรับปรุงหลักสูตรและวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ เน้นความสำคัญของการทดลอง ถือว่าเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะภาคปฏิบัติ และได้กำหนดความหมายของหักษะปฏิบัติไว้ 29 หักษะ ดังต่อไปนี้

หักษะ 1 การใช้เทอร์โมมิเตอร์ หมายถึง การใช้และอ่านเทอร์โมมิเตอร์อย่างถูกวิธี คือ กระเบาะเทอร์โมมิเตอร์ท้องสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการวัด ไม่สัมผัสกับด้านข้างและกันภายนอก ขณะอ่านสายตาต้องอยู่ในระดับเดียวกันกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์ และเมื่อใช้เสร็จแล้ว ทำการสะอาดเช็ดให้แห้ง และเก็บเข้าที่

หักษะ 2 การใช้ตาขั้ง หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ตาขั้งอย่างถูกวิธี คือปรับศูนย์ก่อนใช้ ขณะชี้งน้ำหนักค่อยๆ เลื่อนตุ้มน้ำหนักจนตาขั้งสมดุล และอ่านค่าน้ำหนักได้ถูกต้อง

หักษะ 3 การใช้ตาขั้งสปริง ในการใช้ตาขั้งสปริงชั่งน้ำหนักต้องให้ตาขั้งในแนวตั้งอ่านหน่วยน้ำหนักเป็นกรัมหรือนิวตัน ขณะอ่านตาต้องอยู่ในระดับเดียวกับปุ่มโลหะออกค่าน้ำหนักถ้าต้องใช้ตาขั้งสปริงในแนวอื่น เพื่อเปรียบเทียบแรงดึงต้องรักษาทิศทางให้อยู่ในแนวเดียวกัน

หักษะ 4 การใช้ตะเกียง หมายถึง ความสามารถในการใช้ตะเกียงอัลกอฮอล์อย่างถูกวิธี คือ ก่อนใช้ต้องตรวจสอบก่อนทุกครั้ง ไม่จุดตะเกียงก่อนที่จะเตรียมสารให้พร้อมปรับไส้ให้สูงพอเหมาะสม เตรียมกรอบป้องหารายสำหรับหัวก้านไม้ชิคไไฟที่จุดแล้ว เมื่อเลิกใช้ต้องดับตะเกียงทันที โดยใช้พากครอบไม้ใช้ปากเป่า

หักษะ 5 การใช้ข้อนตักสาร หมายถึง การ用量สารให้ปริมาณถูกต้อง คือตักสารแต่ละครั้งปอดข้อนเพียงครั้งเดียว ไม่กัดสารในข้อนก่อนปอด เมื่อตักแล้วทำการล้างด้วยน้ำและทำความสะอาดข้อนและทำให้แห้งก่อนตักสารชนิดอื่น ไม่ตักสารในขณะที่ยังร้อน

ทักษะ 6 การใช้ไม้หนีบ หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ไม้หนีบได้ถูกวิธี คือหนีบที่ระยะประมาณ 1/3 จากปากหลอดทดลอง เมื่อหนีบปีกเกอร์หรือถั่วยกระเบื้องต้องหนีบให้ลึกขณะดื่นไม่ออกร่างกดไม้หนีบ ถ้าใช้กับชาตังเพื่อหนีบทอร์โนมิเตอร์ต้องใช้เหล็กผ้าหรือกระดาษชาระหุ้มทอร์โนมิเตอร์ให้แน่นเลี่ยงก่อน

ทักษะ 7 การใช้หลอดคีดียาย่างถูกวิธี คือจุ่มปลายหลอดลงในของเหลว กดก้านสูบให้ดีกับระบบอุกสูบ เพื่อไล่พองอากาศ ดึงก้านสูบขึ้นเพื่อถูกของเหลวขึ้นมา อ่านปริมาตรโดยให้ตาอยู่ในระดับพอดีกับขีดบอกปริมาตร ถ้ามีพองอากาศต้องกดก้านหลอดลงไปใหม่ ใช้เสร็จแล้วล้างให้สะอาด ทำให้แห้ง เมื่อจะใช้ถูกของเหลวชนิดนี้ต้องล้างให้สะอาดก่อนทุกครั้ง

ทักษะ 8 การใช้หลอดหยด หมายถึง ความสามารถที่จะใช้หลอดหยดได้ถูกวิธี คือถูกของเหลวให้มีปริมาณใกล้เคียงกับที่ต้องการใช้ ค่อยๆ บีบจุกยางเพื่อให้ของเหลวหยดทีละหยดอย่างสม่ำเสมอ ล้างหลอดหยดให้สะอาดทันทีสะบัดให้แห้ง ถ้าจะใช้ถูกสารละลายชนิดต้องล้างให้สะอาดก่อนทุกครั้ง

ทักษะ 9 การใช้กรดและเบส หมายถึง การใช้กรด-เบส “ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัยคือรินกรดหรือเบสใส่ในภาชนะที่สะอาดและแห้ง ขณะรินภาชนะที่ใส่กรด-เบส ด้านที่มีป้ายฉลากขึ้นช้าบน ไม่รินน้ำลงในกรด ถ้ากรดหรกรดร่างกายต้องรินล้างด้วยน้ำมาก ๆ ทันที ถ้ากรดหรกรดพ่นให้ประคบด้วยคล้ำเข้มคาร์บอนเนต ถ้าเบสหกรดให้ล้างด้วยกรดอะซิติกเจือจาง แล้วล้างด้วยน้ำมาก ๆ อีกครั้งหนึ่ง

ทักษะ 10 การใช้กระดาษทดสอบกรด-เบส หมายถึง ความสามารถที่จะรู้จักใช้กระดาษอินดิเคเตอร์ชนิดต่าง ๆ คือมือที่หยิบต้องสะอาดปราศจากกรดและเบส หยิบทีละแผ่นอังที่ปากหลอดโดยไม่ให้สัมผัสกับหลอด ถ้าจะทดสอบของเหลวให้วางกระดาษอินดิเคเตอร์บนถ้วยกระเบื้อง ใช้แห่งแก้วจุ่มของเหลวมาแตะ

ทักษะ 11 การใช้แวนขยาย เมื่อต้องใช้แวนขยายครัวจูรายะลະ เอี้ยดของวัตถุให้ถือแวนขยายให้ดีกับตาข้างหนึ่ง ระวังการขุดขีด ใช้แล้วเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

ทักษะ 12 การใช้กล้องจุลทรรศน์อย่างง่าย หมายถึง ความสามารถในการใช้กล้องจุลทรรศน์ได้อย่างถูกวิธี คือวางแผนสไลด์บนแท่นให้ติดกับตัวกล้องที่ต้องการอยู่ตรงกับช่องบนแท่นก็ต้นที่ให้แล้วด้วยที่หนีบหงส์สองข้าง ปรับกระจากเงาให้แสงสะท้อนมาที่วัสดุบนสไลด์ หมุนปุ่มตามเข็มนาฬิกาเพื่อปรับเลนส์ตาลงไปจนตำแหน่งสุดเกือบถึงกระจากสไลด์ มองวัสดุผ่านเลนส์ พร้อมหั้งค่าย ๆ หมุนปุ่มนวนเข็มนาฬิกา เพื่อปรับระยะเลนส์ที่ละน้อยจนมองเห็นวัสดุชัดเจน ถ้ายังไม่เห็นภาพให้เลื่อนตำแหน่งสไลด์ ปรับระยะใหม่อีกจนเห็นชัด

ทักษะ 13 การใช้กล้องโทรทรรศน์อย่างง่าย หมายถึง ความสามารถในการใช้กล้องโทรทรรศน์อย่างถูกวิธี คือ เลื่อนเลนส์ทั้ง 2 อันออกห่างจากกัน จับร่างกล้องตรงระยะกึ่งกลางของร่าง ยกขึ้นให้เลนส์อยู่ในระดับตา เมื่อมองวัสดุที่อยู่ไกลให้มองผ่านเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสสั้น แล้วเลื่อนเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสยาวไปมาจนเห็นภาพชัด ระวังการชูดชี้ด้วยเลนส์ในการทำความสะอาด ให้ใช้สำลีเช็ดเลนส์

ทักษะ 14 การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า หมายถึง ความสามารถที่ครุความต่างศักย์ของอุปกรณ์ไฟฟ้า ให้เหมาะสมกับความต่างศักย์ของวงจรไฟฟ้าก่อนที่จะต่อเข้าในวงจร เมื่อความต่างศักย์ของอุปกรณ์มีค่ามากกว่าไม่ต้องต่อ

ทักษะ 15 ทักษะการใช้หลอดไฟฟ้าพร้อมข้าว หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ปากหนีบจะระเข้า หนีบปลายขวากองหงส์ที่ยืนอกรมา ไม่หนีบเข้าไปจนขิดกับข้าวไฟฟ้า

ทักษะ 16 การใช้แมตเตอร์ หมายถึง ความสามารถเรียงเซลล์ลงในกล่องเป็นแบบอนุกรม ตรวจสอบข้าวไฟฟ้า แผ่นตัวนำและสปริง และสามารถเลี่ยบแผ่นตัวนำ เพื่อตัดตอนตามจำนวนเซลล์ให้มีความต่างศักย์ตามที่ต้องการ

ทักษะ 17 การสังเกต หมายถึง ความสามารถที่จะตรวจรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการสังเกต โดยใช้ประสาทสัมผัสรับทุกอย่างได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว แล้วบันทึกทันที

ทักษะ 18 การวัดความยาว-สูง หมายถึง ความสามารถที่จะใช้อุปกรณ์วัดความยาวความสูง ได้ถูกต้อง อ่านมาตราโดยคาดตั้งจากกับขีบของความยาวหรือความสูงนั้น

ทักษะ 19 การใช้และเก็บรักษาแม่เหล็กที่ใช้ทำไกนาโน หมายถึง การเก็บรักษาแม่เหล็กไม่ให้เสื่อมคุณภาพด้วยการให้ข้าวต่างชนิดกันประกอบกันไว้

ทักษะ 20 การตั้มสาร หมายถึง ความสามารถในการตั้มสารในหลอดทดลองหรือในนิ่กเกอร์อย่างถูกวิธี คือ ก่อนตั้มเช็คกันภาชนะให้แห้ง ถ้าตัมสารในหลอดห้อยกับที่ต้องใส่เศษหินหรือกระเบื้องก่อนตัม ถ้าจับด้วยไม้หนีบต้องส่ายหลอดไปมาซ้ำๆ หันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนอยู่ เมื่อตัมในนิ่กเกอร์ใช้แห่งแก้วคนอย่างสม่ำเสมอ

ทักษะ 21 การคนสาร หมายถึง การใช้แห่งแก้วคนสารให้เข้ากัน โดยไม่แห่งแก้วกระหมับกันและด้านข้างของภาชนะ ใช้แล้วล้างให้สะอาด เช็คให้แห้งแล้วเก็บเข้าที่ และไม่ใช้แห่งแก้วคนสารต่างชนิดกัน โดยไม่ทำความสะอาดเสียก่อน

ทักษะ 22 การเชี่ยงหลอดทดลอง หมายถึง การเชี่ยงโดยใช้มือจับหลอดทดลองแล้วเชี่ยวให้ส่วนล่างของหลอดกระแทกกับฝ่ามืออีกข้างหนึ่งเบาๆ

ทักษะ 23 การรินสาร หมายถึง การรู้จักการรินของเหลวผ่านแห่งแก้วลงสู่ภาชนะโดยให้ปลายแห่งแก้วสัมผัสดูดขอบภาชนะที่รองรับ

ทักษะ 24 การคนสาร หมายถึง ความสามารถที่จะสังเกตกลิ่นของสารอย่างถูกวิธี คือไม่สูดคนสารโดยตรง แต่ใช้มือข้างหนึ่งที่อุ่นให้ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าและห่างจากจมูกเล็กน้อย และใช้มืออีกข้างหนึ่งโนกกลิ่นไปของสารเข้าจมูกซ้ำๆ

ทักษะ 25 การจับเวลา หมายถึง ความสามารถในการใช้นาฬิกาจับเวลาได้อย่างคล่องแคล่ว อ่านเวลาได้ถูกต้อง รวดเร็ว และให้สัญญาณระหว่างคนที่สังเกตประภารณ์กับคนที่จับเวลา

ทักษะ 26 การทำเครื่องหมาย หมายถึง ความสามารถที่จะรู้จักการทำเครื่องหมายบนหลอดทดลอง กล่องพลาสติก เมื่อใช้หลายๆ ชั้นในเวลาเดียวกัน

ทักษะ 27 การต่อและตรวจสอบไฟฟ้า หมายถึง ความสามารถในการต่อลำตัววงจรโดยเริ่มจากข้างหนึ่งของแบตเตอรี่ไปยังอีกข้างหนึ่งจนครบวงจร โดยไม่ย้อนกลับและตรวจสอบดูข้อไฟฟ้าทุกขั้วต้องเสียงกันอยู่แน่นสนิท

ทักษะ 28 การใช้ยาผ่าเข้าโรค หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ยาผ่าเข้าโรคอย่างระมัดระวังไม่ให้ถูกผิวหนังหรือส่วนอื่นๆ ของร่างกาย โดยใช้ปากคีบจับสำลี ชุบยาผ่าเข้าโรค

ทักษะ 29 การทำความสะอาดและเก็บรักษาเครื่องมือ หมายถึง ความสามารถที่จะทำความสะอาดอุปกรณ์ตุกชนิด เพื่อทำการทดลองเสร็จแล้วและเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

กิจกรรมที่ 6.1.2

1. ทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ หมายถึงอะไร
2. นักศึกษาคิดว่าทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ควรมีอะไรบ้าง

เนื้อหาที่ 6.2

การสร้างเครื่องมือวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาในเนื้อหาที่ 6.1 แล้วว่าทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่ควรจะวัดนั้นมี 2 ทักษะ คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ ซึ่งแต่ละทักษะมีอะไรบ้างนั้นก็ได้กล่าวมาแล้วเช่นกัน ต่อไปก็จะกล่าวถึงขั้นตอนต่างๆ ของการสร้างเครื่องมือวัดแต่ละทักษะอย่างละเอียด เพื่อให้นักศึกษามีความรู้และความสามารถสร้างเครื่องมือวัดทักษะได้เหมาะสมกับการนำไปใช้วัดนักเรียนแต่ละระดับการศึกษา และเป็นเครื่องมือที่เชื่อถือได้ ดังต่อไปนี้

เรื่องที่ 6.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะย่อย ดังได้กล่าวมาแล้ว ใน การสร้างเครื่องมือวัด หรือแบบทดสอบ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้รู้ว่าจะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้างที่จะวัดในคู่มือครุวิชาวิทยาศาสตร์ของ สสวท. ในแต่ละบท และแต่ละกิจกรรมจะมีจุด

ประสงค์การเรียนรู้เขียนไว้แล้ว ดังนี้ เราสามารถวิเคราะห์ได้ว่าจุดประสงค์โดยทั่วไปที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น เมื่อเรียนจบหนึ้นแล้ว นักเรียนสามารถ

- พัฒนาทักษะการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตีความหมายข้อมูลและสรุป การเสนอข้อมูล การออกแบบทดลอง และควบคุมตัวแปรได้
- ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่เกิดขึ้น และคิดหาวิธีทดลอง แล้วดำเนินการทดสอบสมมติฐานนั้นได้

2. สร้างตาราง 2 ทาง เพื่อให้รู้ว่าแต่ละทักษะควรจะใช้เนื้อหาอะไร และควรจะออกข้อสอบกี่ข้อ ดังนี้

เนื้อหา	ทักษะ			
	การสังเกต	การสืบความหมาย	การแปลความหมายจากข้อมูล
1. การจำเลียงน้ำและแร่ธาตุ				
2. การเจริญเติบโตของพืช				
3.				
3. สร้างเครื่องมือวัดหรือแบบทดสอบ ซึ่งอาจจะเป็นแบบสอบถามรายตัวเลือก หรือแบบเติมคำสั้น ๆ ได้ การสร้างต้องยึดตามตาราง 2 ทางในข้อ 2 เพราะจากตารางจะทำให้เรารู้ว่า แต่ละทักษะจะมีจำนวนข้อสอบเท่าไร และถ้าในเนื้อหาอะไร				

4. ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวัดหรือแบบทดสอบ โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญค้านเนื้อหาประมาณ 7 คน พิจารณาข้อสอบแต่ละข้อว่าวัดตรงกับทักษะที่ต้องการวัดหรือไม่ มีแบบตรวจสอบผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

ประ เ�ทท กษะ	ข้อสอบ	ผลการตรวจสอบ		
		คร ง (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่คร ง (-1)
1. การสังเกต	1. ----- ----- 2. ----- ----- 3. -----			
2. การสื่อความหมาย	4. ----- ----- 5. -----			

5. หากค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหารายข้อ โดยใช้สูตร ดังนี้

$$IOC = R/N$$

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับบุคคลประสงค์หรือทักษะที่จะวัด

R = ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เขียนชากู

N = จำนวนผู้เขียนชากูทั้งหมด

ค่า IOC ที่ถือว่าเป็นมาตรฐานคือที่สอดคล้องกันนั้นควรมีค่าไม่น้อยกว่า 0.5 และคงว่าข้อสอบวัดได้ตรงกับทักษะที่รับ

6. ทดลองใช้กับนักเรียน 1 ห้องเรียน หรือประมาณ 50 คน เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (รายละเอียดจะกล่าวในบทที่ 7)

7. หากค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ถ้าเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือกให้คะแนน 1 ตอบถูก และ 0 ถ้าตอบผิด ให้หาโดยวิธี KR-20 (รายละเอียดจะกล่าวในบทที่ 7)

ตัวอย่างเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชิงคัดมาจาก เนوارัตน์
รุ่งเรืองบางชัน (2530 : 111-126) เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 34 ข้อ
ดังนี้

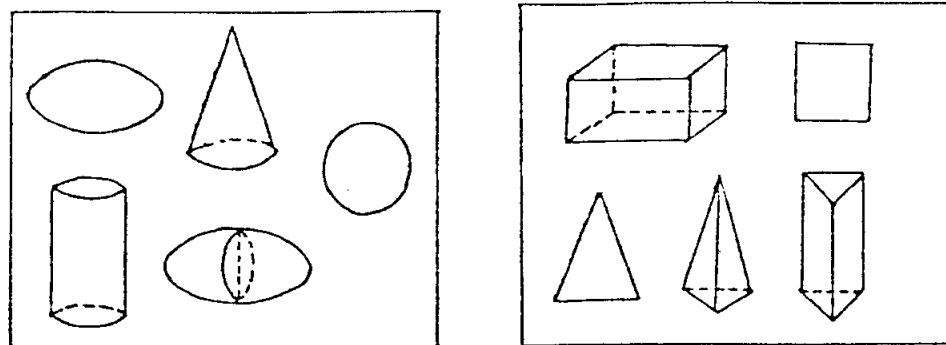
1. ค.ญ.สมศรีได้สังเกตผักต้นหนึ่งในแปลง และบันทึกผลดังข้อ ก, ข, ค และ ง การบันทึกผล
ข้อใดที่ไม่ใช้ข้อมูลจากการสังเกต
 - ก. ทุกใบมีสีเขียวสด มีประมาณ 10 ใบ
 - ข. ลำต้นมีความสูงประมาณ 25 เซนติเมตร
 - ค. ปลายยอดมีช่อดอกสีเหลือง และมีกลิ่นหอม
 - ง. บางใบมีรอยแห้ง เพราะถูกหนอนหรือแมลงกัดกิน
2. ไม้กระดานแผ่นหนึ่ง วางอยู่ในสนามหญ้าเป็นเวลาหลายวัน เมื่อยกไม้กระดานขึ้นมา ข้อใด
เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกต
 - ก. หญ้าที่อยู่ใต้ไม้กระดานแผ่นนี้ตาย เกือบทหมด
 - ข. หญ้าที่อยู่ใต้ไม้กระดานตาย เนื่องจากขาดแสงสว่าง
 - ค. หญ้าที่อยู่ใต้ไม้กระดานตาย เพราะถูกไม้กระดานหับ
 - ง. หญ้าที่อยู่ใต้ไม้กระดานตาย เนื่องจากดินขึ้นมากเกินไป
3. ของเหลว 3 ชนิด คือ A, B และ C มีสมบัติดังแสดงในตาราง

ชนิดของสาร	ความสามารถในการติดไฟ		การทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส	
	ติดไฟ	ไม่ติดไฟ	แดง	น้ำเงิน
A	✓		ไม่เปลี่ยน	ไม่เปลี่ยน
B		✓	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน	ไม่เปลี่ยน
C		✓	ไม่เปลี่ยน	เปลี่ยนเป็นสีแดง

ถ้าเราจะจำแนกสารดังกล่าวเป็น 3 พาก ควรใช้เกณฑ์อะไร

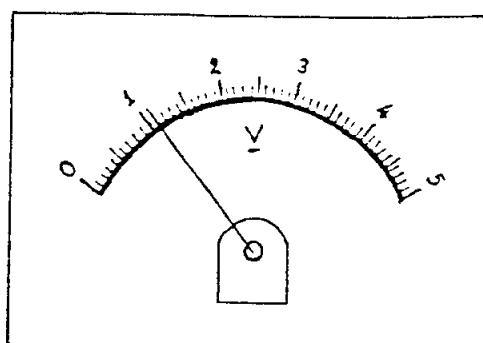
- | | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| ก. สสาระของสาร | ค. ความสามารถในการติดไฟ |
| ข. ความเป็นกรดหรือเบส | ง. สสาระของสารและความเป็นกรดหรือเบส |

4. การจัดวัตถุรูปทรงต่างๆ ออกเป็น 2 พวง ดังต่อไปนี้ อยากรายบ่าว่าผู้จัดใช้เกณฑ์ข้อใด



- ก. รูปทรงสามมิติ กับไม่เป็นสามมิติ
- ข. เส้นรอบรูปเป็นวงกลม กับไม่เป็นวงกลม
- ค. มีด้านเป็นเส้นโค้ง กับมีด้านไม่เป็นเส้นโค้ง
- ง. พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดเป็นวงกลม กับไม่เป็นวงกลม

5. การบันทึกค่าความค่างศักย์ไฟฟ้าดังรูป ข้อใดถูกต้อง

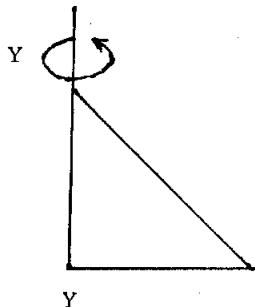


- ก. 1.01 โวลต์
- ข. 1.1 โวลต์
- ค. 1.10 โวลต์
- ง. 1.100 โวลต์

6. ปริมาณการวัดต่อไปนี้ ข้อใดมีเลขนัยสำคัญแตกต่างจากข้ออื่น

- ก. 0.0138 เมตร
- ข. 0.124 เมตร
- ค. 1.560 เมตร
- ง. 17.8 เมตร

7. ถ้านักเรียนหมุนรูปสามเหลี่ยมตามแกนที่กำหนดให้จักรบรรลุ จะผ่านอาการเป็นรูปใด



ก. กรวย

ข. ปริามิต

ค. สามเหลี่ยม

ง. ครึ่งวงกลม

8. คำและแดงซี่จักรยานเข้าหากันด้วยความเร็ว 4 และ 8 กิโลเมตร/ชั่วโมง ตามลำดับ ถ้าชนะนั้นเข้าอยู่ห่างกัน 6 กิโลเมตร เป็นเวลานานเท่าใดเข้าจึงจะซี่จักรยานสวนกันพอดี

ก. 20 นาที

ข. 30 นาที

ค. 40 นาที

ง. 60 นาที

9. ถ้าต้องการเคลื่อนสารเคมีเพื่อบังกันการเกิดสนิมบริเวณพื้นที่ผิวห้องหมวดของเหล็กแห่งหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกระบอกตันยาว 20 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร พื้นที่ที่ต้องการเคลื่อนด้วยสารเคมีเป็นเท่าใด

ก. 328 ตารางเซนติเมตร

ข. 440 ตารางเซนติเมตร

ค. 517 ตารางเซนติเมตร

ง. 770 ตารางเซนติเมตร

10. วัตถุชิ้นหนึ่งมีมวล 10 กิโลกรัม และอยู่ในภาวะหยุดนิ่ง ถ้านาย ก. ออกรังผลักวัตถุชิ้นนี้ไปทางขวาด้วยแรง 40 นิวตัน และพื้นมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเท่ากับ 0.2 จงหาว่าวัตถุชิ้นนี้เคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร็วเท่าใด

(กำหนดให้ $g = 10$ เมตร/วินาที²)

ก. 0 เมตร/วินาที²

ข. 2 เมตร/วินาที²

ค. 3.8 เมตร/วินาที²

ง. 4 เมตร/วินาที²

11. เด็กคนหนึ่งทดลองยิงลูกกลมโลหะ 5 ลูก ชิ้นมีมวล 20, 40, 60, 80 และ 100 กรัม
ที่ลักษณะ โดยยิงจากคำแนะนำเดียวกัน ทำมุมต่างๆ กันกับแนวระดับ และวัดระยะทางตามแนว
ระดับจากจุดที่ยิงถึงจุดที่ตกถึงพื้น เช้าคราวใช้ตารางบันทึกในข้อใด

n.	มวล (กรัม)	20	40	60	80	100
	ระยะทาง (เมตร)					
	มุมยิง (องศา)					

x.	มวล (กรัม)	มุมยิง (องศา)				
		10	20	30	40	50
	20					
	40					
	60					
	80					
	100					

ค.	มวล (กรัม)	ระยะทาง (เมตร) เมื่อยิงด้วยมุม				
		10°	20°	30°	40°	50°
	20					
	40					
	60					
	80					
	100					

มวล (กรัม)	มุ่ยิ่ง (องศา)	ระยะทาง (เมตร)
20		
40		
60		
80		
100		

๑๒. จากการทดลองกลั่นของเหลว ๓ ชนิด คือ A, B และ C โดยวัดอุณหภูมิเมื่อเวลาผ่านไป ๕, ๑๐, ๑๕ และ ๒๐ นาที ควรใช้ตารางบันทึกข้อมูล

เวลา (นาที)	อุณหภูมิของสาร (°C)		
	A	B	C
5			
10			
15			
20			

ชนิดของสาร	เวลา (นาที)			
	5	10	15	20
	อุณหภูมิ (°C)	อุณหภูมิ (°C)	อุณหภูมิ (°C)	อุณหภูมิ (°C)
A				
B				
C				

ค.	สาร A	เวลา (นาที) อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	5	10	15	20
	สาร B	เวลา (นาที) อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	5	10	15	20
	สาร C	เวลา (นาที) อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	5	10	15	20

จ.	สาร A		สาร B		สาร C	
	เวลา (นาที)	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)
5		5			5	
10		10			10	
15		15			15	
20		20			20	

13. นักวิทยาศาสตร์ผู้หนึ่งต้องการจะทราบว่า เม็ดที่เรียกว่าคันกำลังศึกษาเจริญได้ดีในอาหารชนิดใด เขาคำนวณการทดลองตามลำดับดังนี้

1. เครื่ยมงานเพาะเชื้อที่มีขนาดเดียว กัน 4 ใบ คือ จำนวนเลข 1, 2, 3 และ 4
2. ใส่อาหาร สำหรับเลี้ยงแบคทีเรียงานละชนิด คือ A, B, C และ D ตามลำดับ
3. ใส่แบคทีเรียปริมาณเท่ากันลงในงานเพาะเชื้อทั้ง 4 ใบ
4. นำงานเพาะเชื้อไปใส่ไว้ในตู้ซึ่งมีขนาด รูปร่างเหมือนกัน อุณหภูมิเท่ากัน
5. เมื่อครบ 24 ชั่วโมง จึงหาปริมาณแบคทีเรียนแต่ละงาน แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน

การบันทึกข้อมูลในการทดลองครั้งที่ ๔ เข้าครัวใช้ตารางบันทึกข้อใด

จำนวน หมายเลข	อุณหภูมิที่ใช้ (°C)	จำนวนเยคที่เรียก ก่อนเพาะ	จำนวนเยคที่เรียก หลังเพาะ	จำนวนเม็ดที่เรียก เพิ่มขึ้น
1				
2				
3				
4				

จำนวน หมายเลข	จำนวนชั่วโมง ที่ใช้เพาะ	ชนิดของ อาหาร	จำนวนเยคที่เรียก ก่อนเพาะ	จำนวนเยคที่เรียก หลังเพาะ	จำนวนเม็ดที่เรียก เพิ่มขึ้น
1	24	A			
2	24	B			
3	24	C			
4	24	D			

จำนวน หมายเลข	อุณหภูมิที่ใช้ (°C)	ชนิดของอาหาร	จำนวนเยคที่เรียก		
			ก่อนเพาะ	หลังเพาะ	เพิ่มขึ้น
1	30	A			
2	30	B			
3	30	C			
4	30	D			

จำนวน หมายเลข	ชนิดของอาหาร	จำนวนเยคที่เรียก		
		ก่อนเพาะ	หลังเพาะ	เพิ่มขึ้น
1	A			
2	B			
3	C			
4	D			

V

14. จากการสังเกตใบของต้นไม้ชนิดหนึ่งจะพบและลู๊เข้าหากันในเวลาเย็น แต่ในเวลากลางวัน
ใบจะคลื่อออกตามปกติ ปรากฏการณ์สามารถลงความคิดเห็นได้ว่า

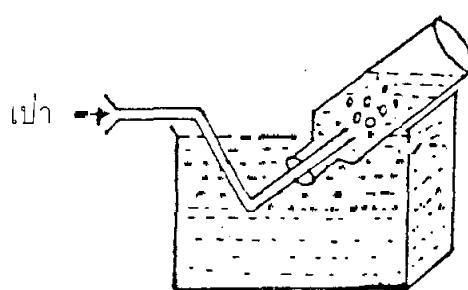
ก. ใบมีการสูญเสียน้ำ

ข. ไม่มีการสั่งเคราะห์แสง

ค. แสงแคมม์ผลคือการทุบของใบ

ง. อัตราการหายใจลดลงในเวลาเย็น

15. สมศักดินำขวดใบหนึ่งบรรจุน้ำเต็มแล้วกว่ำลงในอ่างที่มีน้ำอยู่ ต่อมาเข้าท่อสายยางเข้าไป
ในขวดแล้วเป่า ปรากฏว่าระดับน้ำที่ก้นขวดลดลง ปรากฏการณ์เข้าสามารถลงความคิด
เห็นได้ว่า



ก. อากาศໄเลทึ่น้ำ

ข. อากาศมีแรงดัน

ค. อากาศเคลื่อนที่มีแรงดัน

ง. ความตันของอากาศในขวดมากกว่า
ข้างนอก

16. จากการทดลองดึงลวดสปริง 3 เส้น ด้วยแรงขนาดต่างๆ กัน ลวดสปริงจะยืดออกเป็นระยะ
ต่างๆ ตั้งแสดงในตาราง

แรงดึง (นิวตัน)	ระยะยืด (เซนติเมตร)		
	เส้นที่ 1	เส้นที่ 2	เส้นที่ 3
5	1	3	2
15	3	9	6
25	5	15	10
45	9	27	18

ถ้าดึงลวดสปริงด้วยแรงขนาด 30 นิวตัน ลวดสปริงจะยืดออกเป็นระยะกี่เซนติเมตรตามลำดับ

ก. 6, 17, 11

ข. 6, 18, 12

ค. 7, 18, 14

ง. 7, 21, 14

17. จากข้อ 16 ถ้าจะทำให้ลักษณะเส้นที่ 1 ยืดออกเป็นระยะ 15 เซนติเมตร จะต้องคึ่งด้วยแรงกี่นิวตัน

ก. 60

ข. 65

ค. 70

ง. 75

18. นำผัก 4 ชนิดคือ ผักคะน้า ผักกาดขาว ผักหวานตุ้ง และผักบุ้ง มาชนิดละ 1 กิโลกรัม แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณยาฆ่าแมลงที่ตกค้าง ตารางบันทึกผลการทดลองเป็นดังนี้

ชนิดของผัก	ปริมาณยาฆ่าแมลงที่ตกค้างในส่วนต่าง ๆ ของผัก (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)		
	ลำต้น	ก้าน	ใบ
ผักคะน้า			
ผักกาดขาว			
ผักหวานตุ้ง			
ผักบุ้ง			

สมมติฐานของการทดลอง ^{ข้อ 18}

- ก. ผักชนิดใดมีปริมาณยาฆ่าแมลงตกค้างมากที่สุด
- ข. ปริมาณยาฆ่าแมลงที่ตกค้างในผักแต่ละชนิดต่างกัน
- ค. ปริมาณยาฆ่าแมลงที่ตกค้างในส่วนต่าง ๆ ของผักแต่ละชนิดต่างกัน
- ง. ปริมาณยาฆ่าแมลงที่ตกค้างในส่วนต่าง ๆ ของผักชนิดเดียวกันต่างกัน

19. โรงงานพริกไทยแห่งได้ทำการข้อพริกไทยมา 3 พันธุ์ คือ A, B และ C ก่อนที่จะบดเป็นผงเพื่อบรรจุขวดจำนวนอย่างต้องทำให้แห้งเสียก่อน โรงงานทำการทดสอบวิธีการอบแห้ง 2 วิธี ได้แก่ การตากแห้งตามธรรมชาติ และอบโดยใช้สารเคมี ในการทดลองครั้งแรก พริกไทย 1 กิโลกรัม และเวลาในการทดลองเท่ากัน บันทึกผลการทดลองดังตาราง

พันธุ์พิกไทร	ปริมาณความชื้นที่เหลืออยู่ (%)					
	ตากแห้ง			อบตัวยสารเคมี		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
A						
B						
C						

การทดลองครั้งนี้มุ่งทดสอบสมมติฐานดังไร

- ก. ปริมาณความชื้นที่เหลืออยู่ขึ้นอยู่กับวิธีการและเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง
 - ข. ปริมาณความชื้นที่เหลืออยู่ขึ้นอยู่กับวิธีการอบแห้งและพันธุ์ของพิกไทร
 - ค. ปริมาณความชื้นที่เหลืออยู่ขึ้นอยู่กับพันธุ์ของพิกไทรและเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง
 - ง. ปริมาณความชื้นที่เหลืออยู่ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของวิธีการอบแห้งและปริมาณของพิกไทร
20. เด็กคนหนึ่งทดลองเพาะเมล็ดถ้วน 1,600 เมล็ด โดยนำไปแข็งไว้ 1 คืน และแบ่งออกเป็น 8 กอง ๆ ละ 200 เมล็ด นำไปปลูกในกระถางซึ่งมีศินนิดเดียวกันและปริมาณเท่ากัน บันทึกจำนวนเมล็ดที่งอกดังตารางข้างล่าง

	จำนวนเมล็ดที่งอก			
	อุณหภูมิสูง		อุณหภูมิต่ำ	
	ได้รับแสงสว่าง	มืด	ได้รับแสงสว่าง	มืด
SCN น้ำวันละ 10 cm ³				
SCN น้ำวันละ 20 cm ³				

เด็กคนนี้ตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร จึงทำให้เขาทดลองเช่นนี้

- ก. แสงสว่าง อุณหภูมิ และชนิดของเมล็ดถ้ามีผลต่อการงอกของเมล็ด
- ข. อุณหภูมิ ปริมาณน้ำที่ได้รับ และแสงสว่างมีผลต่อการงอกของเมล็ด
- ค. ชนิดของเมล็ด อุณหภูมิ และปริมาณน้ำที่ได้รับมีผลต่อการงอกของเมล็ด
- ง. ปริมาณน้ำที่ได้รับ แสงสว่าง และชนิดของเมล็ดถ้ามีผลต่อการงอกของเมล็ด

21. จากข้อ 20 อะไรคือตัวแปรควบคุมของการทดลองนี้

- | | |
|---|--------------------------------|
| ก. แสงสว่าง น้ำ และอุณหภูมิ | ช. ชนิดและปริมาณของคินทีไซเพาะ |
| ค. พันธุ์ อายุการเก็บ และจำนวนของเมล็ดถ้า | ง. ทั้ง ข. และ ค. |

22. ถ้านักเรียนต้องการทดสอบสมมติฐานที่ว่า "รับประทานถั่วลิสงป่นวันละ 200 กรัม อาจทำให้เป็นมะเร็งที่ตับได้" โดยใช้หนูเป็นสัตว์ทดลอง แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ต้องควบคุมให้เหมือนกันทุกประการ ยกเว้น ข้อใด

- | | |
|------------|----------|
| ก. อายุ | ช. เพศ |
| ค. น้ำหนัก | ง. อาหาร |

23. จากข้อ 22 ตัวแปรตามของการทดลองคืออะไร

- | | |
|-----------------|---------------------|
| ก. ตับ | ช. ถั่влิสงป่น |
| ค. มะเร็งที่ตับ | ง. สารพิษในถั่влิสง |

24. การบอกรการเจริญเติบโตของพืช ควรระบุความข้อใดจึงจะเหมาะสมกับการทดลอง

- | | |
|-----------------|------------------------------|
| ก. จำนวนใบ | ช. ขนาดของผล |
| ค. สีเขียวของใบ | ง. ปริมาณแป้งที่สะสมอยู่ในใบ |

25. นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่า พลางติกเป็นจนวนไฟฟ้าโดยที่นักเรียนสามารถทดสอบและสังเกตได้สะดวก

- | | |
|--------------------|--|
| ก. ไม่นำไฟฟ้า | ช. ไฟฟ้าผ่านไม่ได้ |
| ค. ป้องกันไฟฟ้าดูด | ง. เมื่อนำเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าไปแตะแล้วไฟไม่ติด |

26. ในการตรวจสอบสมบัติสาร 4 ชนิด ได้ผลดังนี้

ชนิดของสาร	สถานะของสาร			ความสามารถในการยอมให้แสงผ่าน		
	ของแข็ง	ของเหลว	ก๊าซ	โปร่งใส	โปร่งแสง	ทึบแสง
A	✓			✓		
B			✓	✓		
C		✓			✓	
D	✓					✓

เกณฑ์ที่ใช้ในการตรวจสอบสมบัติของสารแต่ละชนิดมีดังนี้

ก. 2

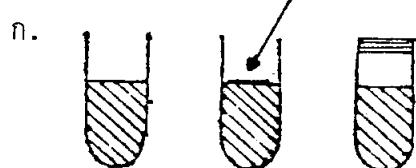
ข. 3

ค. 5

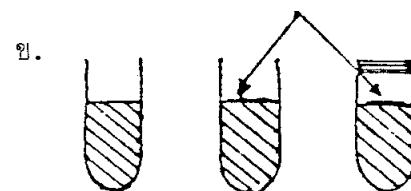
ง. 6

27. ถ้านักเรียนคิดว่า่น้ำจะมีแบคทีเรียในสารละลายนี้ A ควรเลือกชุดการทดลองใดเพื่อตรวจ
สอบสมมติฐานนี้ เมื่อ  หมายถึง อาหารวุ้นที่ฆ่าเชื้อโรคแล้วสำหรับเลี้ยงแบคทีเรีย⁺
 หมายถึง จุกที่ฆ่าเชื้อโรคแล้ว

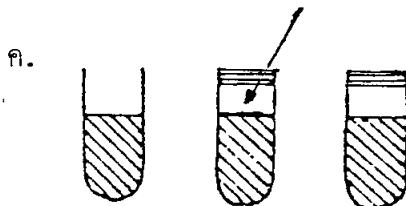
สารละลายนี้ A



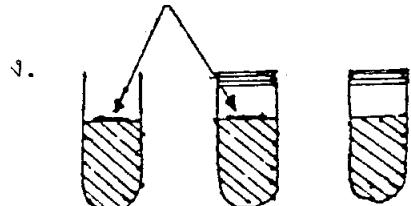
สารละลายนี้ A



สารละลายนี้ A



สารละลายนี้ A



28. นักเรียนคนหนึ่งต้องการทดสอบน้ำสัมสาร์ชูของร้านอาหาร 5 แห่ง ว่าเป็นน้ำสัมสาร์ชูแท้หรือไม่ โดยใช้สารละลายแบบเรียมคลอไรด์ หากเป็นของแท้จะไม่เกิดตะกอนลีบขาว เขานำเสนอการทดลองดังนี้

1. นำน้ำสัมสาร์ชูจากร้านอาหารแต่ละแห่งมาเพื่อทดสอบ
2. รินน้ำสัมสาร์ชู 1 ร้านละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตรใส่ในหลอดทดลอง
3. ใช้แห่งแก้วสะอาดจุมน้ำสัมสาร์ชูแต่ละหลอด นำมาแตะกับกระดาษลิมส์นำไปเงิน สังเกตการเปลี่ยนแปลง
4. หยดสารละลายแบบเรียมคลอไรด์จำนวน 10 หยดลงในแต่ละหลอด สังเกตการเปลี่ยนแปลง
5. เปรียบเทียบปริมาณตะกอนในแต่ละหลอด

จงพิจารณาการทดลองนี้ ข้อตอนใดไม่จำเป็น

ก. 2, 3

ข. 3, 4

ค. 4, 5

ง. 3, 5

29. ในการทดลองเพื่อจะหาข้อสรุปว่า การระเหยของของเหลวชนิดน้ำอยู่กับพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับอากาศ หรือไม่ แบบการทดลองที่อาจเป็นไปได้มีอยู่ 4 แบบ (กำหนดให้การทดลองทุกแบบใช้ปริมาณของเหลวและเวลาในการทดลองเท่ากัน ภาชนะทรงกระบอกที่ใช้มีความสูงเท่ากันทุกใบ แล้วเปรียบเทียบปริมาณของเหลวที่เหลือ)

แบบที่ 1 ของเหลวชนิดเดียวกัน ใส่ในภาชนะปากกว้างไม่เท่ากัน วางไว้ต่างกัน
บริเวณกัน

แบบที่ 2 ของเหลวต่างชนิดกัน ใส่ในภาชนะปากกว้างเท่ากัน วางไว้ต่างบริเวณกัน

แบบที่ 3 ของเหลวชนิดเดียวกัน ใส่ในภาชนะปากกว้างไม่เท่ากัน วางไว้บริเวณ

เดียวกัน

แบบที่ 4 ของเหลวต่างชนิดกัน ใส่ในภาชนะปากกว้างไม่เท่ากัน วางไว้บริเวณเดียวกัน

นักเรียนจะเลือกการทดลองแบบใด จึงจะลงข้อสรุปได้ดีที่สุด

ก. แบบที่ 1

ข. แบบที่ 2

ค. แบบที่ 3

ง. แบบที่ 4

30. ข้อใดต่อไปนี้ อธิบายความหมายของน้ำได้ชัดเจนที่สุด

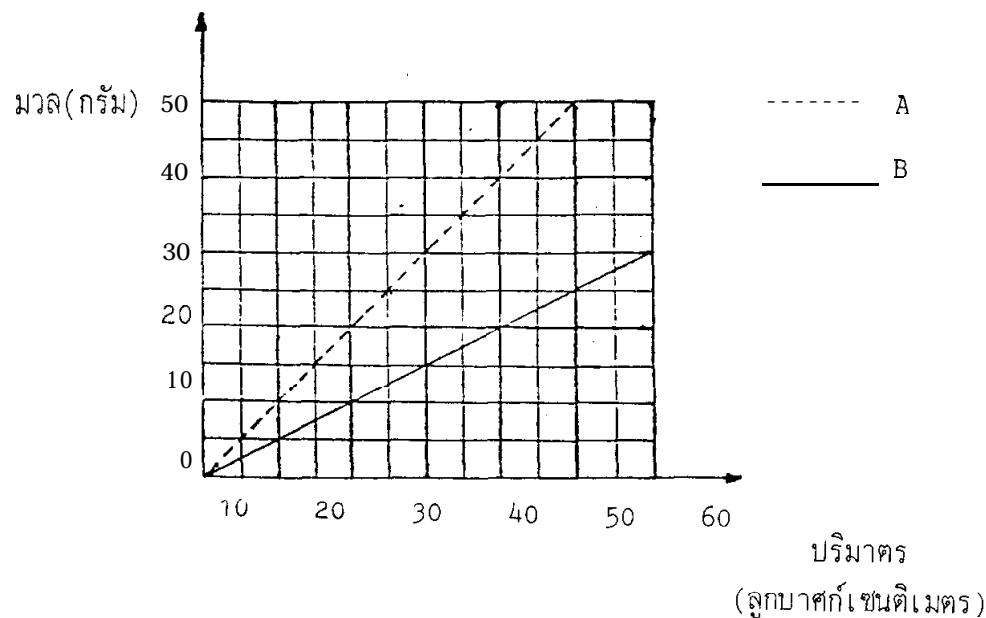
ก. เป็นสื่อนำไฟฟ้า

ข. เป็นของเหลว ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส

ค. มีจุดเยือกแข็ง 0°C และจุดเดือด 100°C .

ง. มีอยู่ได้ทั้ง 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ

31. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลและปริมาตรของสาร A และสาร B



ถ้าปริมาตรของสาร A และ B เพิ่มขึ้นเท่าๆ กัน มวลของสารใดเพิ่มขึ้นมากกว่าและมากกว่าเท่าใด

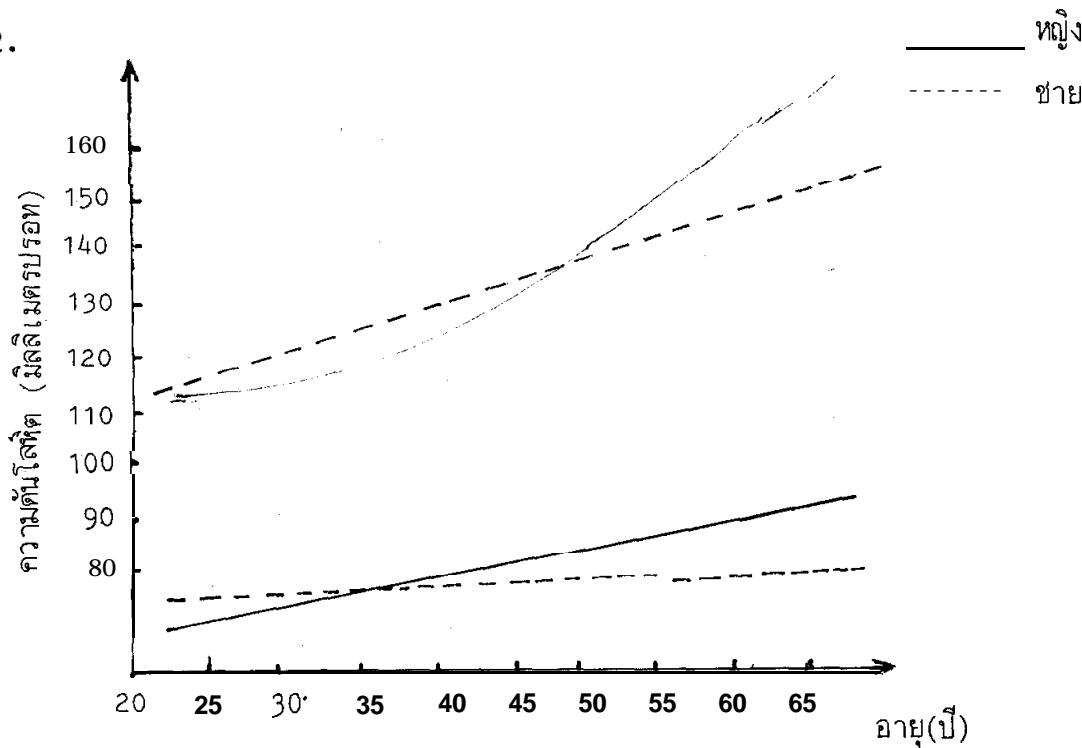
ก. สาร A, 0.5 กรัมต่อหักๆ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข. สาร A, 1.0 กรัมต่อหักๆ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ค. สาร B, 0.5 กรัมต่อหักๆ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ง. สาร B, 1.0 กรัมต่อหักๆ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

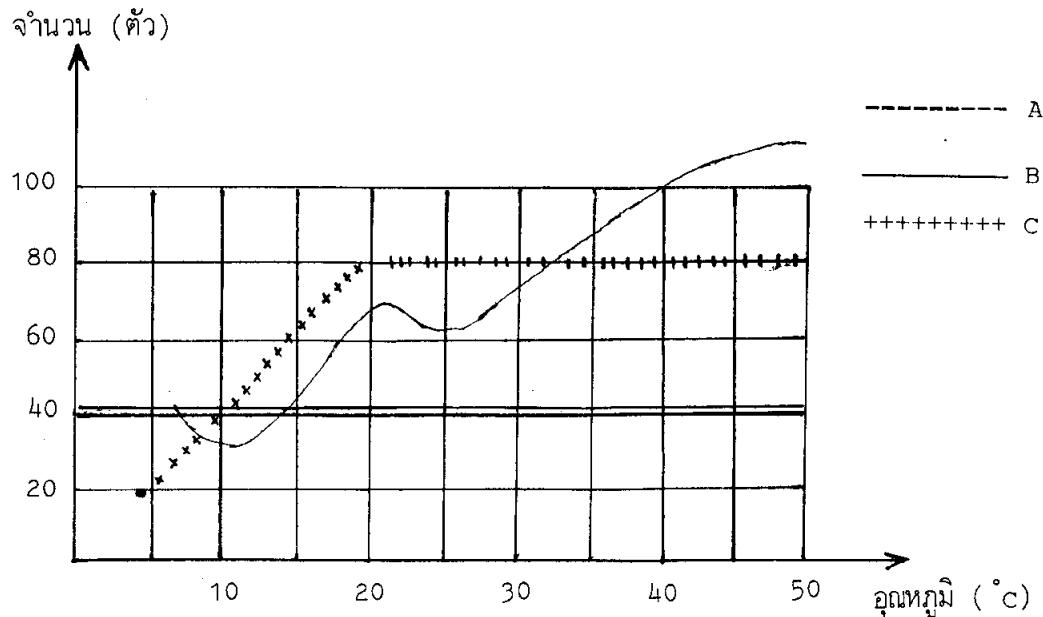
32.



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุและความดันโลหิตสูงสุด ความดันโลหิตทำสุดจากการพิจารณากราฟข้างบน ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. คนที่มีเชื้อชาติและอายุต่างกัน จะมีความดันโลหิตไม่เท่ากัน
- ข. ในช่วงอายุสูงกว่า 45 ปี ผู้ชายจะมีความดันโลหิตสูงกว่าผู้หญิง
- ค. ในช่วงอายุต่างกัน 35 ปี ผู้ชายจะมีความดันโลหิตทำสุดกว่าผู้หญิงเล็กน้อย
- ง. ผู้หญิงขณะที่มีอายุน้อยจะมีความดันโลหิตทำสุดกว่าผู้ชาย และเมื่ออายุมากขึ้น ผู้หญิงจะมีความดันโลหิตสูงกว่าผู้ชาย

33. เมื่อเลี้ยงสัมภีร์ 3 ชนิด ไว้ในอุณหภูมิต่างๆ บันทึกข้อมูลได้ดังกราฟ



ที่อุณหภูมิ 40°C อัตราส่วนจำนวนสัมภีร์ A : B : C เป็นเท่าไร

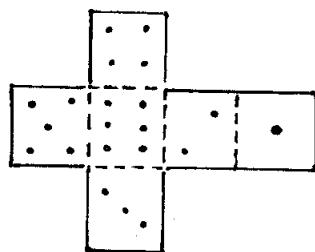
ก. $2 : 3 : 4$

ข. $2 : 4 : 5$

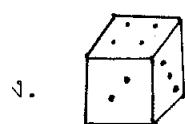
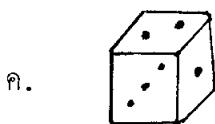
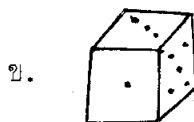
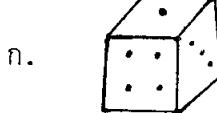
ค. $2 : 5 : 4$

ง. $5 : 4 : 2$

34.



เมื่อพับกระดาษตามแนวเส้นประ
จะได้ลูกเต๋า รูปใดถูกต้อง



กิจกรรมที่ 6.2.1

1. จากตัวอย่างข้อสอบ 34 ข้อ ในนักศึกษานอกว่าวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้าง และแต่ละทักษะมีข้อสอบข้อใดบ้าง
2. จงสร้างข้อสอบวัดทักษะการสังเกต และทักษะการวัดมาอย่างละ 5 ข้อ

เรื่องที่ 6.2.2 ทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์

ทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์มีหลายทักษะ ดังที่กล่าวมาแล้วตอนต้น เกี่ยวกับการประเมินผลทางค้านี้ ประวิตร ชูศิลป์ (2523:16) กล่าวถึงการประเมินผลด้านการปฏิบัติเอาไว้พอสรุปได้ว่า การประเมินผลด้านการปฏิบัตินั้น จะกระทำโดยใช้แบบทดสอบหรือข้อเขียนแต่เพียงอย่างเดียวเนื่องจากการประเมินผลด้านการรับรู้และความคิดไม่ได้ เพราะมีทักษะหลายอย่างที่ไม่สามารถทดสอบ หรือวัดผลโดยวิธีเขียนตอบ เช่น ทักษะในการหยิบและใช้เครื่องมือทักษะในการสังเกต จึงต้องประเมินผลโดยการสังเกตจากการกระทำจริง ๆ ด้วยการกำหนดเกณฑ์ต่าง ๆ ขึ้น เพื่อให้คะแนน

ทักษะที่สามารถใช้เกณฑ์ประเมินผลด้านการปฏิบัติเป็นทักษะในการทำหรือปฏิบัติ (Manipulative Skills) แบ่งได้เป็น 2 พาก คือ

ก. ทักษะภาคปฏิบัติ

ข. ทักษะในการสื่อความหมาย

การประเมินทักษะทั้ง 2 พากนี้จะต้องใช้วิธีสังเกตขณะนักเรียนกำลังปฏิบัติการทดลอง ทักษะภาคปฏิบัติ เป็นทักษะที่สามารถสังเกตได้ ในขณะที่นักเรียนกำลังปฏิบัติการทดลองโดยตรง ดังนี้

1. ทักษะในการปฏิบัติ (Manual skills) ได้แก่ การหยิบจับวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง และการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลอง

2. ทักษะในการสังเกต (Observation) ได้แก่ การสังเกต เพื่อค้นหารายละเอียด หรือเปรียบเทียบ และการสังเกตผลการทดลอง

3. ทักษะในการดำเนินการทดลอง (Carrying out procedures) ได้แก่ การปฏิบัติตามวิธีการที่กำหนดไว้ในแบบเรียนหรือคู่มือการทดลอง และการเตรียมการหรือการคิดค้นวิธีการใหม่

ทักษะในการสื่อความหมายภาคปฏิบัติ เป็นทักษะในการบันทึกผล และใช้ผลการทดลองที่รวมรวมสรุปไว้ในสมุดบันทึกหรือรายงานการทดลอง คือ

1. ทักษะการบันทึกผล
2. ทักษะในการใช้ผลการทดลอง

ในการสังเกตุโดยเบอร์และคณะ (Ober and other, 1971) ได้เสนอวิธีการสังเกตไว้ 2 วิธี คือ

1. การสังเกตโดยตรง (Direct Observation)
2. การสังเกตโดยอ้อม (Indirect Observation)

การสังเกตโดยตรง ยังแบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ

1. การสังเกตในขณะที่มีการเรียนการสอนโดยตรง (Life Observation) วิธีนี้มีข้อเสีย คือ พฤติกรรมที่ผ่านมาแล้วจะกลับมาดูอีกไม่ได้ เพราะฉะนั้น ผู้สังเกตจะต้องมีความแม่นยำในการเข้าใจพฤติกรรมต่างๆ และได้รับการฝึกหัดมาอย่างดี
2. การบันทึกภาพ (Videotape) สังเกตโดยการบันทึกภาพไว้ด้วย วิธีนี้ต้องเปลี่ยนแปลงมาก
3. การบันทึกเสียง (Audiotape) ใช้เทปบันทึกเสียงช่วยในการสังเกต วิธีนี้มีข้อบกพร่องตรงไม่เห็นกริยาท่าทาง อาจจะทำให้ผู้สังเกตแปลพฤติกรรมบางอย่างผิดไปได้

การสังเกตในขณะที่มีการเรียนการสอนโดยตรง มักจะทำในช่วงเวลาสั้น ๆ ประมาณ 3 นาที (ไม่ควรเกิน 5 นาที) หรือไม่ควรน้อยเกินไป เพราะพฤติกรรมที่แสดงออกมาอาจไม่ครบถ้วนที่เราต้องการสังเกต และถ้าใช้เวลามากเกินไป จะทำให้ผู้สังเกตลืมพฤติกรรมต้น ๆ ที่แสดงออกมา ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ง่าย

การสังเกตโดยอ้อม การสังเกตโดยทางอ้อมนี้ เครื่องมือจะใช้วัดกีดี ของการออกแบบ
สอบตามให้ครูหรือนักเรียนตอบ ผลจากการตอบแบบสอบถามจะสะท้อนถึงสภาพการเรียนการสอน
อีกทีหนึ่ง เช่น แบบสอบถามกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาภาษาศาสตร์ แบบสอบถามเกี่ยวกับ
สภาพห้องเรียน

การสร้างแบบสังเกตพุทธิกรรมทักษะปฏิบัติในการทดลองวิชาภาษาศาสตร์ มีขั้นตอนในการ
สร้าง ดังนี้

1. วิเคราะห์ทักษะปฏิบัติในการทดลองวิชาภาษาศาสตร์จากคู่มือ หรือแบบเรียนวิชาภาษา-
ศาสตร์ ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิชาภาษาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

2. สร้างแบบวัดทักษะปฏิบัติในการทดลองวิชาภาษาศาสตร์เป็นแบบสังเกต โดยกำหนด
ทักษะที่จะวัด พุทธิกรรมที่ต้องสังเกต และเกณฑ์การบันทึกพุทธิกรรมที่ถูกต้อง การประเมินใช้การ
บันทึกพุทธิกรรมในรูปของคะแนน คือ

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ถูกต้อง

0 หมายถึง ไม่ถูกต้อง

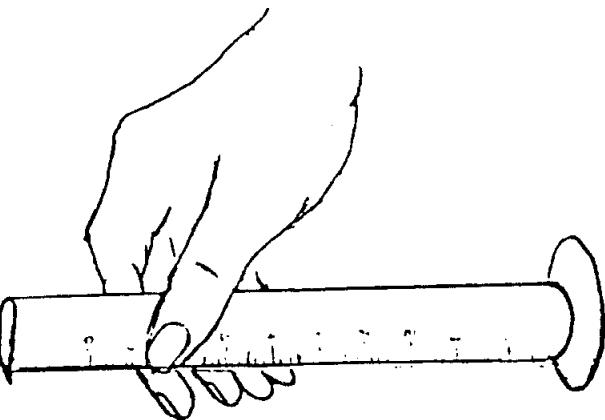
3. ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิที่
มีประสบการณ์ในการควบคุมและกาปฏิบัติการทดลองในห้องวิชาภาษาศาสตร์ จำนวนประมาณ 5 ท่าน
เป็นผู้พิจารณาตรวจสอบ

4. ทดลองใช้แบบสังเกตพุทธิกรรมทักษะปฏิบัติในการทดลองวิชาภาษาศาสตร์ เพื่อแก้ไข
ปรับปรุงแบบสังเกต และฝึกการสังเกต (กรณีมีผู้ช่วยสังเกต)

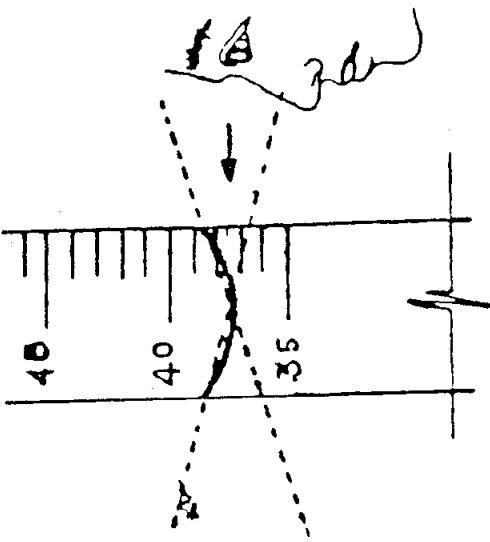
ตัวอย่างแบบสังเกตพุทธิกรรมทักษะปฏิบัติในการทดลองวิชาภาษาศาสตร์ เชิงคัดมาจาก
ฉล่องพร แก้วชีราภรณ์ (2526:94-101)

ພົມການວິນຫຼວງສ່ວນການ

- ກ. ກາຮທີມຈັບເຄື່ອງເນັດ
- ທີ່ປັບປຸງເຄື່ອງໃນລັກຜະນະຕີ (ຕາມນູ້)
- ຂ. ກາຮອ່ານປົມມາຫັດ
- ວ່ານໃນຮັບຕັ້ງສ່າຍຫຼາ ຈາກຮັບຕັ້ງຄໍາສົ່ງສ່ວນ ເວັບອອຳພັນມາຮອງຂອງເຫດໄນ
- ຄ. ກາຮຮັມຕະວັງແກ່ຕົກ ພົມການຫຼວງທີ່ຄວາມ
- ວ່າງຕົກສົ່ງໄວ້ໃນສ່າງທີ່ທີ່ກະສົມໃນລັກຜະນະຕີຈະເຊື່ອໃນເກີດອຸຫະນະ
- ງ. ກາຮທີມສະຫະວາດ
- ທີ່ປັບປຸງສ່າງຫຼາດພອນ ໄກສະໜັກ ຂົງສະໜັກ ທີ່ກະສົມໃນລັກຜະນະຕີເຊື່ອໃນເກີດອຸຫະນະ



ກ. ກາຮຫຼວງສ່ວນຫຼັກຜະນະ



ຂ. ກາຮຫຼວງສ່ວນຫຼັກຜະນະ

1. ທັກສະກາຣີໃຫ້ກະຊວງຕາງ

ເກົ່າກັກລັບທີ່ກັດຕິກວມມີກັດຕິກວມ

- ກ. ຖັນຈັບເຄື່ອງໃນລັກຜະນະຕີ (ຕາມນູ້)
- ຂ. ວ່ານໃນຮັບຕັ້ງສ່າຍຫຼາ ຈາກຮັບຕັ້ງຄໍາສົ່ງສ່ວນ ເວັບອອຳພັນມາຮອງຂອງເຫດໄນ
- ຄ. ກາຮຫຼວງສ່ວນຫຼັກຜະນະຕີ (ຕາມນູ້) ຂັ້ນກະສົມໃນລັກຜະນະຕີຈະເຊື່ອໃນເກີດອຸຫະນະ
- ງ. ກາຮທີມສະຫະວາດ
- ວ່າງຕົກສົ່ງໄວ້ໃນສ່າງທີ່ທີ່ກະສົມໃນລັກຜະນະຕີຈະເຊື່ອໃນເກີດອຸຫະນະ

2. หลักการใช้เทอร์ไนเจลร์

พฤติกรรมพื้นที่ของสัมภาระ

ก. การหยอดสบู่เครื่องอาบน้ำ

ข. ติดเทปในกรอบวัด

ค. การอ่านอุณหภูมิ

ประเภทการบันทึกการบูรณาการที่ต้อง

จับท่าฯค้านเป็นลาย ขณะหยอดสบู่และหยอดน้ำยาซึ่งไม่เกิด (ตามรูป)

- บุมเทอร์ไนเจลร์หัก หากรุ่นที่อยู่ลึกซึ้งอาจเกิดหักลงมาลงกระดานล้างอาบน้ำได้

สมมติสหาระบบไม่หักลงกระดานล้างอาบน้ำ

- หอร์โนนีคุร์ตังค์ดู ชุดห้องอาบน้ำอยู่ในกระถังตู้อาบน้ำ กะรากจะไปหักลงกระดานล้างอาบน้ำ

สรุปผลลัพธ์

ก. การระบุตัวร่างกายเด็ก จำนวนที่ต้องรับประทานสารละลายน้ำแข็งไม่กว่าน้ำหนึ่ง หรือ

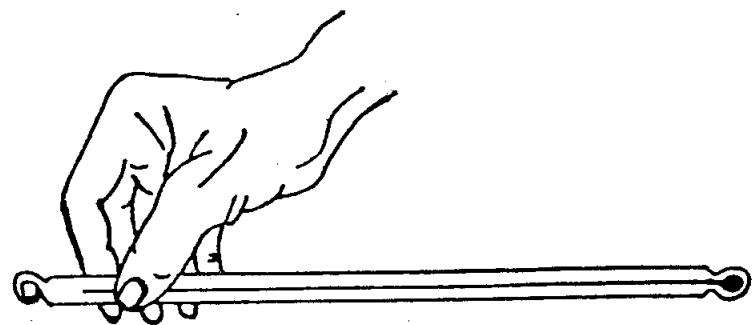
- ไม่ใช้เทอร์ไนเจลร์หยอดสบู่และน้ำยา วางเครื่องไม้ไม่ไว้ในที่หمامะลง แต่

ไม่หยอดสบู่เด็ดขาด

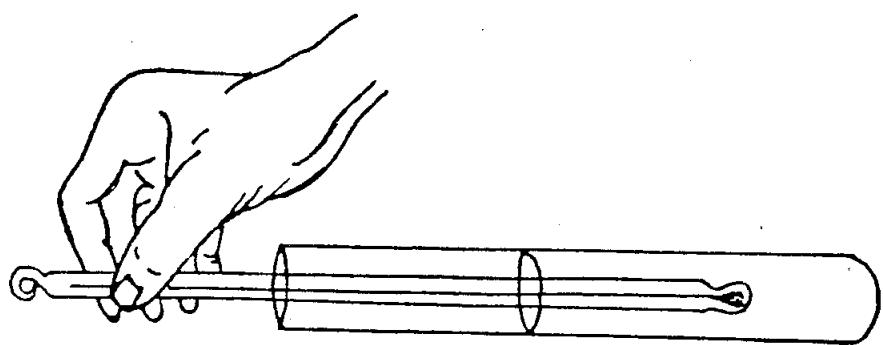
ข. การเช็ดตัวเด็ก

- หลังจากเสร็จสิ้นการหยอดน้ำแล้ว ใช้น้ำสำลอกให้เด็กแล้ว รีบเช็ด

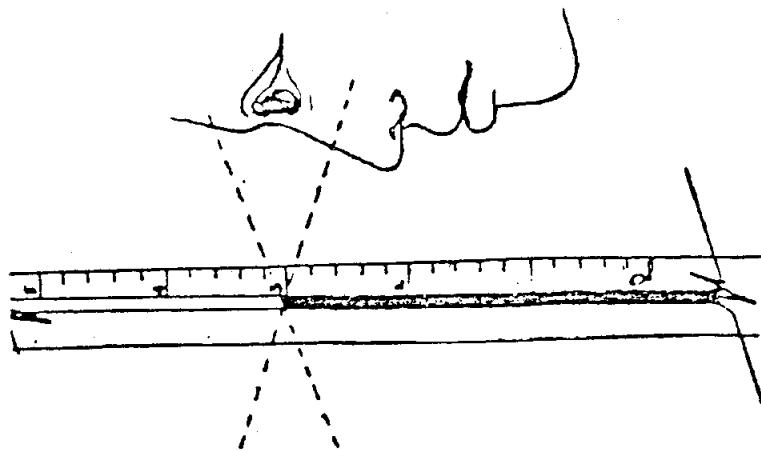
ก. การหดยืดลิ้นเบคก์ของไขมุก



ข. ตักไขมุกในท่อวัสดุ



ค. การอุ่นไขมุกให้ละลาย

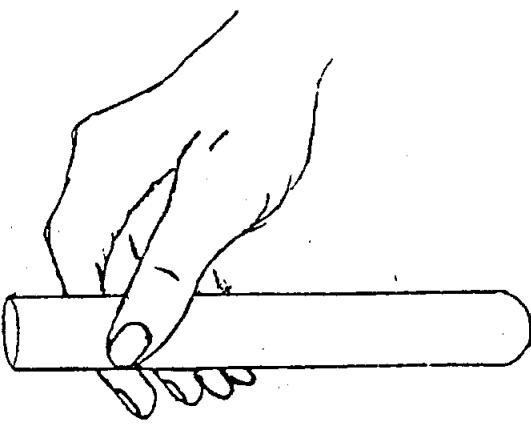


3. ทักษะการใช้ทดสอบทางห้อง

พฤติกรรมเพื่อสังสักร

- การหันจับเครื่องเรือน
- การวางหลอดทดลองในที่วางหลอด
- การระมัดระวังครรภ์ของชนบททดลอง
- การทําความสะอาด

- ใช้วัสดุที่สะอาดไม่ก่อให้เกิดปฏิกิริยา (ตามรูป)
- ยกไข่ขึ้นวางหลอดทดลองในที่ทําไว้ในลักษณะทางยืน ไม่หักหัวลง
- สะอาดแล้ววางหลอดทดลองวาง
- วางเครื่องมือไว้บนพื้นหمامะสมและไม่เกิดอุบัติเหตุ
- ใช้เบรนส์งานนาฬอห์หมาย ขณะสังคัดอย่าบิดเบี้ยวเข้า-ออก ถ้างงร แล้วไม่สามารถ



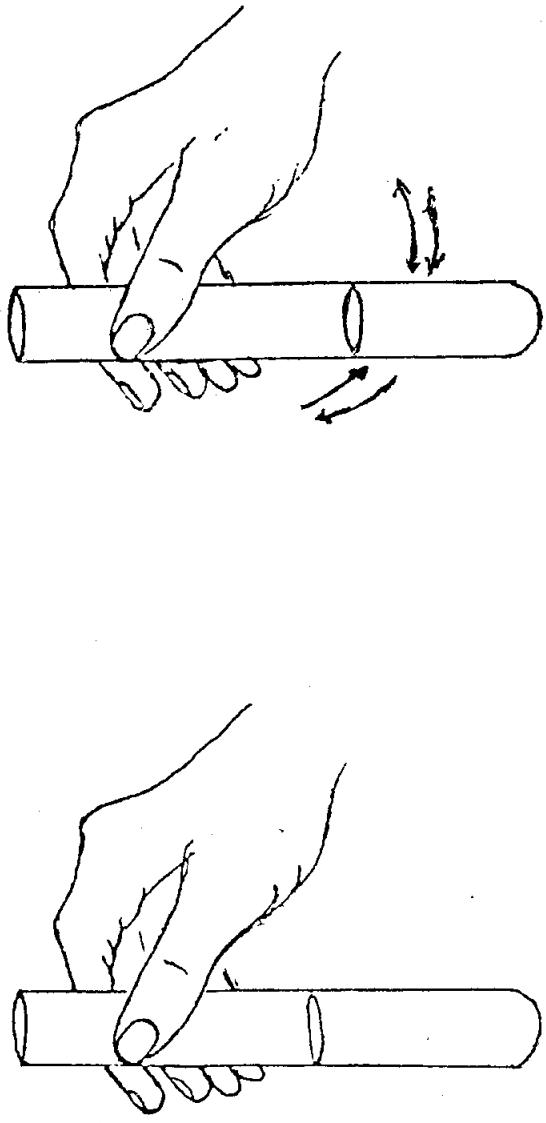
ก. การยืนจับเครื่องเรือน

พัฒนาระบบท่องสังคม

4. หักษ์การเขย่าสารลະลาย

เกณฑ์การรับน้ำทักษิกรรมที่ดูดทอง

- ก. การรักษาห้องทดลองไว้ด้วยความสะอาด
- ใช้น้ำจี๊ปหยอดห้องทดลองในลักษณะคิม (ตามรูป)
 - ใช้น้ำหัวเเม่นอุบลรัตน์วิชัยเป็น Fulcrum น้ำกล่าว น้ำนางฟ้าหยอดต่ำขึ้นไปปะปา
- ข. ขณะเขย่าสารในห้องทดลอง
- (ตามรูป)
- ค. การรักษาความปลอดภัยของห้องทดลองและผู้คน
- ไม่เขย่าห้องทดลองอย่างร้าวห้ามดูแลห้องทดลอง เนื่องไม่สามารถดูแลห้องทดลองได้



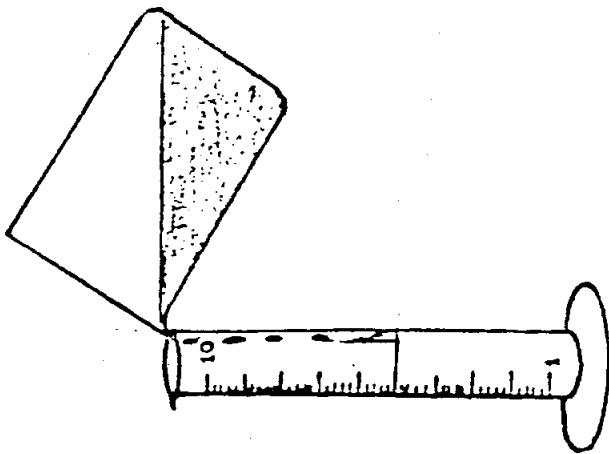
ก. การรักษาห้องทดลองไว้ด้วยความสะอาด

ข. ขณะเขย่าสารลະลาย

5. ຫັກແນະກາງວິນສາຮະລາຍ

ຫົດຕົກຈາກພັດທະນາສັງເກດ

- ก. ວິນຈາກພັດທະນາ → ດຽວວິນຂອງມີຄະດີ
- ບ. ວິນຈາກພັດທະນາ → ດຽວວິນຂອງມີຄະດີ
- ຄ. ວິນຈາກພັດທະນາ → ດຽວວິນຂອງມີຄະດີ

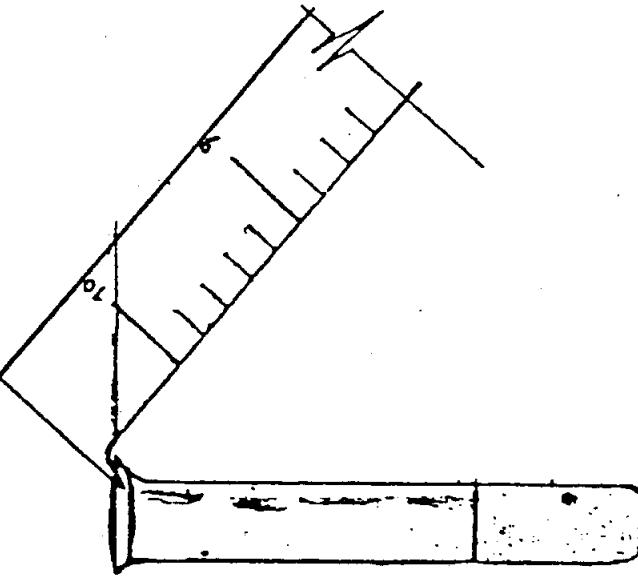


ກ. ວິນຈາກພັດທະນາ → ດຽວວິນຂອງມີຄະດີ

ຂ. ວິນຈາກພັດທະນາທີ່ໄວ້ສັບແລ້ວ ຮັດສັກ

ຫົດຕົກຈາກພັດທະນາສັງເກດ

- ທີ່ມີຄະດີ ວິນຈາກພັດທະນາທີ່ໄວ້ສັບແລ້ວ ຮັດສັກ (ກຳນົດ)
- ທີ່ມີຄະດີ ວິນຈາກພັດທະນາທີ່ໄວ້ສັບແລ້ວ ຮັດສັກ (ກຳນົດ)
- ນີ້ແມ່ນມີປະໂຫຍດໃຫຍ່ຢູ່ມີຄະດີ ສັບແລ້ວ



ຂ. ວິນຈາກພັດທະນາທີ່ໄວ້ສັບແລ້ວ ຮັດສັກ

ກ. ວິນຈາກພັດທະນາທີ່ໄວ້ສັບແລ້ວ → ດຽວວິນຂອງມີຄະດີ

ตารางบันทึกทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์

โรงเรียน..... วันที่..... เวลา..... ห้อง.....

พฤติกรรมนักเรียนแสดงออก	นักเรียนคนที่ - ชื่อ					
	1	2	3	4	5	6
ทักษะการใช้กระบวนการทดลอง						
- การหยิบจับเครื่องมือ
- การอ่านปริมาตร
- การระมัดระวังเครื่องมือขณะทดลอง
- การทำความสะอาด
รวม
ทักษะการใช้หลอดทดลอง						
- การหยิบจับเครื่องมือ
- การวางแผนทดลองในที่วางหลอด
- การระมัดระวังเครื่องมือขณะทดลอง
- การทำความสะอาด
รวม
ทักษะการใช้เทอร์โมมิเตอร์						
- การหยิบจับเครื่องมือ
- ตำแหน่งในการวัด
- การอ่านอุณหภูมิ
- การระมัดระวังเครื่องมือขณะทดลอง
- การเก็บรักษาเครื่องมือ
รวม

ตารางบันทึกทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

โรงเรียน..... วันที่..... เวลา..... ห้อง.....

พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก	นักเรียนคนที่ - ชื่อ					
	1.....	2.....	3.....	4.....	5.....	6.....
ทักษะการเขย่าสารละลาย						
- การจับหลอดทดลองเครื่ยมเขย่า
- ขณะเขย่าสารในหลอดทดลอง
- การรักษาความปลอดภัยของคนเองและผู้อื่น
รวม
ทักษะการวินสารละลาย						
- จากบีกเกอร์ ใส่กรอบอกร่วง
- จากรอบอกร่วง ใส่หลอดทดลอง
- การรักษาความปลอดภัยของคนเองและผู้อื่น
รวม
รวมทั้งหมด

กิจกรรมที่ 6.2.2

จะสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ ด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ทักษะการใช้ตาชั่ง
2. ทักษะการใช้ตะเกียงอัลกอฮอล์
3. ทักษะการใช้ข้อนักสาร
4. ทักษะการใช้หลอดหยด
5. ทักษะการใช้กรดและเบส

สรุปบทที่ 6

เนื้อหาที่ 6.1 ทักษะทางวิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 6.1.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีผู้นิยามไว้ หลายท่าน แต่สรุปได้ดังนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถด้านต่าง ๆ ได้แก่ การสังเกต การจำแนกประเภท การวัด การใช้ความลับพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่และเวลา การคำนวณ การสื่อความหมาย การทำงาน การลงความเห็นจากข้อมูล การควบคุมตัวแปร การแปรความหมายจากข้อมูล การคั่งสมมติฐาน การให้นิยามปฏิบัติการและการปฏิบัติการทดลอง

เรื่องที่ 6.1.2 ความหมายของทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์

ทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติการทดลองในการหยิบจับเครื่องมือ การจัดเตรียมเครื่องมือ การใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง การระมัดระวังเครื่องมือ และการเก็บรักษา ทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การใช้เทอร์-โนมิเตอร์ การใช้ตาชั่ง การใช้ตะเกียง การใช้ข้อนักสาร การใช้ไม้หนีบ การใช้หลอดฉีดยา การใช้หลอดหยด การใช้กรดและเบส เป็นต้น

เนื้อหาที่ 6.2 การสร้างเครื่องมือวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 6.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ทราบว่ามีทักษะอะไรบ้างที่จะต้องวัด
2. สร้างตาราง 2 ทาง คือหางต้านเนื้อหา และทักษะที่จะวัด
3. สร้างเครื่องมือวัดหรือแบบทดสอบ
4. ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวัด
5. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)
6. ทดลองใช้เพื่อหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก
7. หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

เรื่องที่ 6.2.2 ทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. วิเคราะห์ทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์จากคู่มือครุ หรือจากแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. สร้างแบบวัดทักษะปฏิบัติเป็นแบบสั้นเกต
3. ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
4. ทดลองใช้

แบบฝึกหัดบทที่ 6

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ สสวท. กำหนดไว้มีอะไรบ้าง
2. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีอะไรบ้าง
3. จงสร้างข้อสอบวัดทักษะกระบวนการค้านการทำงาน และการควบคุมตัวแปรด้าน

ล. 5 ข้อ

4. ทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์คืออะไร
5. ทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์เรื่อง "สารละลาย" มีอะไรบ้าง
6. จงสร้างเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ ในข้อ 5

แนวคิด

แนวคิดกิจกรรม 6.1.1

- ข้อ 1. ให้นักศึกษาอ่านจากเรื่องที่ 6.1.1 แล้วสรุปเป็นคำตอบ
- ข้อ 2. ทักษะขั้นบูรณาการ เป็นทักษะที่ต้องใช้ความรู้ ความสามารถที่สูงกว่าทักษะขั้นพื้นฐาน เป็นความสามารถในการนำทักษะขั้นพื้นฐานหลาย ๆ ทักษะมาใช้ได้อย่างสัมพันธ์กัน

แนวคิดกิจกรรม 6.1.2

- ข้อ 1. ให้นักศึกษาอ่านจากเรื่องที่ 6.1.2
- ข้อ 2. การตอบข้อนี้ นักศึกษาต้องคูณลักษณะขั้นประดิษฐ์ในวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต (ส.ป.ช.) ซึ่งมีการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ส่วนหนึ่ง แล้วตรวจสอบดูว่าในการเรียนการสอน นักเรียนมีการใช้ข้อมูลวิทยาศาสตร์อะไรบ้าง นั้นคือคำตอบของข้อนี้

แนวคิดกิจกรรม 6.2.1

- ข้อ 1. ให้นักศึกษาอ่านจากเรื่องที่ 2.2.2 เกี่ยวกับความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจึงมาวิเคราะห์ตัวอย่างข้อสอบทั้ง 34 ข้อ ว่าข้อใดวัดทักษะอะไรบ้าง
- ข้อ 2. ให้นักศึกษาเลียนแบบจากตัวอย่างเรื่องที่ 6.2.1

แนวคิดกิจกรรม 6.2.2

ให้นักศึกษาเลียนแบบจากตัวอย่างเรื่องที่ 6.2.2 พร้อมทั้งคูณมือครุวิทยาศาสตร์ หรือแบบเรียนประกอบด้วย

แนวคิดแบบฝึกหัดที่ 6

- ข้อ 1. ให้นักศึกษาอ่านจากเรื่องที่ 6.1.1
- ข้อ 2. ให้นักศึกษาอ่านจากเรื่องที่ 6.2.1
- ข้อ 3. ให้นักศึกษาเลียนแบบจากตัวอย่างเครื่องมือวัดทักษะในเรื่องที่ 6.2.1

ข้อ 4. ให้นักศึกษาอ่านจากเรื่องที่ 6.2.2

ข้อ 5. ให้นักศึกษาดูในคู่มือครูหรือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว. 101 เรื่องสารละลายน ทรงกิจกรรมทดลอง เช่นอาจจะมีทักษะการทดลอง การใช้ตาชั่ง การใช้หลอดทดลอง เป็นต้น

ข้อ 6. ให้นักศึกษาอ่านจากเรื่องที่ 6.2.2

บรรณานุกรม

ฉลอง แก้ววชิรากรณ์. "ความสัมพันธ์ระหว่างหัศนศิลป์กับวิชาภาษาศาสตร์กับทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ห้า." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาแม่ด้วยศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

นิคม หาดeng และสุจินต์ วิศวะร้านน์. "ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์." เอกสารการสอนชุด วิชาภาษาศาสตร์ ๓ หน่วยที่ ๑-๕ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช กรุงเทพมหานคร: วิคตอรีเพาเวอร์พอยท์, 2525.

เนาวรัตน์ รุ่งเรืองบางชั้น. "การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เคยทำและไม่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาแม่ด้วยศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

ประหยด จันทร์ชุมกุ และประสพสันต์ อักษรเมต. วิธีสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถม. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ครุสภาก, 2518.

ประวิตร ชูศิลป์. หลักการประเมินผลวิชาภาษาศาสตร์แผนใหม่. กรุงเทพมหานคร: จงเจริญการพิมพ์, 2523.

ปรีชา วงศ์ชูศิริ. "การจัดลำดับเนื้อหาและประสบการณ์." เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์หน่วยที่ ๑-๗. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยในเต็คโปรดักชั่น, 2525.

พจน์ สะเพียรชัย. "การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์." พัฒนาการวัด. 10(2527) :49.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครุวิทยาศาสตร์ เล่ม ๑ คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525.

ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด นนทชัย, 2523.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน คุณภาพการสอนเรื่องเทคนิคการสอนและการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ ขั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, 2522.

Klopfer, Leopold E. "Evaluation of Learning in Science." **Handbook on Formative and Summative of Student Learning.** Edited by Benjamin S. Bloom, et al. New York: McGraw-Hill Book Co., 1971.

Kuslan, Louis I. and Haris A. Stone. **Teaching Children Science and Inquiry Approach.** California: Wedworth Publishing Co., 1968.

Nay, Marshall A. and Association. "A Process Approach to Teaching Science." **Science Education.** 55(April-June 1971): 201-203.

Ober, Richard L. Ernest L. Bentley and Edith Miller. **Systematic Observation of Teaching and Interaction Analysis Instructional Strategy Approach.** New Jersey: Prentice-Hall In., 1971.

Peterson, Kenneth D. "Scientific Inquiry Training for High School Students." **Journal of Research in Science Teaching.** 15(March 1978): 153.
