

บทที่ 2

จุดประสงค์การเรียนรู้

โครงร่างของเนื้อหา

เนื้อหาที่ 2.1 ประเภทของจุดประสงค์การเรียนรู้

เรื่องที่ 2.1.1 ขอบเขตด้านพุทธศาสนา

เรื่องที่ 2.1.2 ขอบเขตด้านจิตพิสัย

เรื่องที่ 2.1.3 ขอบเขตด้านทักษะพิสัย

เนื้อหาที่ 2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 2.2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ของคลอฟเพอร์

เรื่องที่ 2.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 2.2.3 การเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้

สาระสำคัญ

1. จุดประสงค์การเรียนรู้แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ ด้านพุทธศาสนา จิตพิสัย และทักษะพิสัย แต่ละประเภทแบ่งออกเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ข้อย่อย ๆ ต่อไปนี้ โดยเรียงลำดับจากพฤติกรรมการเรียนรู้ตามลำดับไปสูงสุด

2. จุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เกิดจากการวิเคราะห์จุดประสงค์ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ สรุบได้ มี 6 ลักษณะ คือ ความรู้-ความเข้าใจ กระบวนการ แล้วห้ามความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การใช้ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในการปฏิบัติ เจตคติและความสนใจ และคุณค่าของวิชาวิทยาศาสตร์

3. การเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ ก่อนเขียนควรทำการวิเคราะห์ความสอดคล้องของจุดประสงค์ และวิเคราะห์พฤติกรรมก่อน แล้วจึงลงมือเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งใน การเขียนอย่างน้อยจะมีส่วนประกอบ 3 ส่วนคือ พฤติกรรมที่คาดหวัง สถานการณ์หรือเงื่อนไขและ เกณฑ์

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะที่ครุผู้สอนต้องการให้เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน ชั้นมี 13 ทักษะ คือ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ การคำนวณ การจัดการทำกับข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลองและการศึกษาความข้อมูลและลงข้อสรุป

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาบทนี้จบแล้ว นักศึกษาสามารถ

1. บอกพฤติกรรมการเรียนรู้ ทางด้านพื้นที่พิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัยได้
2. บอกจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของคลอฟเพอร์ได้
3. จำแนกจุดประสงค์การเรียนรู้ของคลอฟเพอร์ออกเป็นด้านพื้นที่พิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัยได้
4. บอกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้
5. เขียนจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ได้
6. บอกประโยชน์ของจุดประสงค์การเรียนรู้ได้

เนื้อหาที่ 2.1

ประเภทของจุดประสงค์การเรียนรู้

บลูมและคณะ (Bloom and other) ได้ทำการวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้วิชาต่าง ๆ แล้วจัดเป็นหมวดหมู่ใหญ่ ๆ 3 ด้าน คือด้านพื้นที่พิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ในแต่ละด้านของบลูมและคณะยังไม่ได้แบ่งเป็นสมรรถภาพย่อย ๆ ออกໄไปอีก โดย จัดเรียงจากสมรรถภาพขั้นต้นหรือขั้นพื้นฐานไปยังสมรรถภาพขั้นสูง ดังรายละเอียดข้างล่างนี้ (บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์, ม.บ.บ : 45-53)

เรื่องที่ 2.1.1 ขอบเขตด้านพื้นที่พิสัย (Cognitive Domain)

ขอบเขตทางด้านพื้นที่พิสัย เป็นจุดประสงค์การเรียนรู้เกี่ยวกับสมรรถภาพทางสติปัญญา ทางการเรียน ชั้นบลูมและคณะได้จำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ออกเป็นสองระดับใหญ่ ๆ คือ

พฤติกรรมพื้นฐานได้แก่ ด้านความรู้ และพฤติกรรมขั้นสูง ได้แก่ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งมี 6 ระดับด้วยกันคือ

1.00 ความรู้ (Knowledge) หมายถึงความสามารถในการระลึกเรื่องราวอุปกรณ์ ได้อย่างถูกต้อง เช่น สามารถบ่งบอกถึงวิธีการหรือกระบวนการ หรือขั้นปั้งถึงแบบแผน โครงสร้างของเรื่องราวเฉพาะอย่าง หรือทั้งระบบได้ถูกต้อง จำแนกเป็น 3 ระดับคือ

1.10 ความรู้เฉพาะสิ่ง (Specifics) เป็นความสามารถในการระลึกข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมและสัญลักษณ์ ซึ่งถือเป็นสมรถภาพขั้นต่ำสุดที่จะเป็นพื้นฐานให้เกิดสมรรถภาพขั้นสูงที่จะรับรู้สิ่งที่ขับข้อนเป็นนามธรรมต่อไป ซึ่งจำแนกเป็น 2 ระดับคือ

1.11 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ (Terminology) เป็นความสามารถในการบอกรความหมายของคำ กลุ่มคำ สัญลักษณ์ต่าง ๆ

1.12 ความรู้ข้อเท็จจริงเฉพาะสิ่ง (Specific facts) เป็นความสามารถในการบ่งบอกเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเหตุการณ์ บุคคล สถานที่ เป็นต้น

1.20 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการจัดการทำเฉพาะสิ่ง (Ways and means of dealing with specifics) เป็นความสามารถที่จะบ่งบอกวิธีการจัดระเบียบ วิธีการศึกษา วิธีการตัดสิน และวิพากษ์วิจารณ์ ตลอดจนวิธีการสืบเสาะความรู้ จัดลำดับเวลา มาตรฐานการตัดสิน ซึ่งจำแนกเป็น 5 ระดับอย่าง คือ

1.21 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน (Conventions) เป็นความสามารถที่จะบ่งบอกถึงรูปแบบ การปฏิบัติ และแบบฉบับที่เหมาะสมในการกระทำ เช่น แบบฉบับการพูด การเขียน การรายงาน

1.22 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับ เหตุการณ์ (Trend and sequence) เป็นความสามารถที่จะบ่งบอกถึงแนวโน้มและขั้นตอนก่อนหลัง

1.23 ความรู้เกี่ยวกับการจัดจำพวกและประเภท (Classification and categories) เป็นความสามารถในการบ่งบอกวิธีจำแนก จัดหมวดหมู่ จัดแบ่งสิ่งของ เหตุการณ์ตามจุดมุ่งหมาย เหตุผล หรือปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่ง

1.24 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ (Criteria) เป็นความสามารถที่จะบ่งบอกถึงข้อเท็จจริง หลักการ ความคิดเห็น และการกระทำ เพื่อใช้ในการตัดสินวินิจฉัยลิ่งหนึ่งสิ่งใด

1.25 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบวิธี (Methodology) เป็นความสามารถที่จะบ่งบอกถึง เทคนิค กระบวนการ และวิธีการสืบเสาะหาความรู้ วิธีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับปัญหาและเหตุการณ์ต่าง ๆ

1.30 ความรู้ทั่วไปและนามธรรม ในสาขาต่าง ๆ (Universal and abstractions in a field) เป็นความสามารถที่จะบ่งบอกถึงการจัดสรรงรูปแบบ หรือแผนการต่าง ๆ ของปรากฏการณ์ และแนวคิดที่เป็นจุดเด่นของโครงสร้างใหญ่ ทฤษฎี และข้อสรุปอ้างอิง ซึ่งจะนำไปใช้ทั่วไปในการแก้ปัญหาและศึกษาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในสาขาวิชานั้น ซึ่งถือว่าเป็นความรู้ระดับสูงสุด อันมีลักษณะที่เป็นนามธรรมและขับข้อนมาก จำแนกเป็น 2 ระดับคือ

1.31 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและข้อสรุปทั่วไป (Principles and generalizations) เป็นความรู้ที่เป็นนามธรรมซึ่งสรุปจากการสังเกตปรากฏการณ์ โดยอาศัยการอธิบาย บรรยาย พยากรณ์ หรือตัดสินการกระทำ หรือทิศทางการกระทำได้อย่างเหมาะสมและตรงประเด็นที่สุด

1.32 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี และโครงสร้าง (Theories and structures) เป็นความรู้ร่วมยอดเกี่ยวกับหลักการและข้อสรุปอ้างอิง โดยแสดงแนวคิดเห็นในปรากฏการณ์และปัญหาที่ขับข้อนอกมาได้ชัดเจน ครอบคลุมและเป็นระบบซึ่งเป็นการกระทำที่เป็นนามธรรมมากที่สุด โดยการผสานความรู้เฉพาะอย่างที่สัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน เช่น การระลึกทฤษฎีที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรม ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ในการวางแผนที่สมบูรณ์ของทฤษฎีวิวัฒนาการ

2.00 ความเข้าใจ (Comprehension)

ความเข้าใจเป็นทักษะความสามารถทางปัญญาของมนุษย์ที่จะเข้าใจการสื่อสารติดต่อและสามารถที่จะนำเอาความรู้และแนวคิดมาใช้ประโยชน์ได้ โดยไม่จำเป็นต้องไปสัมพันธ์กับเรื่องอื่น จำแนกเป็น 3 ระดับคือ

2.10 การแปล (Translation) เป็นความสามารถในการถอดความหรือถอดแบบจากภาษาหนึ่งไปสู่ภาษาอื่น ซึ่งเป็นการสื่อความหมายให้สามารถรู้ความหมายตรงกัน หรือความสามารถแปลปัญหาภาพเทคนิคหรือภาพนามธรรมให้เป็นรูปธรรม

2.20 การตีความ (Interpretation) เป็นความสามารถในการสื่อความหมาย โดยการอธิบายหรือสรุปความ ซึ่งมีลักษณะที่ลุ่มลึกกว่าการแปล เพราะการแปลจะมีลักษณะการสื่อความหมายโดยการถอดความแบบคำต่อคำ แต่การตีความหมายจะต้องมีการจัดระเบียบใหม่ เรียงเรียงใหม่ แสดงแนวคิดใหม่ แต่ยังรักษาความหมายเดิมไว้ เช่น สามารถตีความหมายข้อมูลได้หลาย ๆ แบบ สามารถสรุปความคิดทั้งหมดออกเป็นประเด็นสำคัญตามท้องการ

2.30 การสรุปอ้างอิง (Extrapolation) เป็นความสามารถในการสื่อความหมายโดยการขยายความ คาดคะเนแนวโน้มเอียงของข้อมูลว่าจะมีทิศทางไปทางใด มีผลลัพธ์ออกมาอย่างไร ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับความหมายดังเดิม หรือต้องอาศัยข้อมูลเดิมเป็นเครื่องตัดสินผลลัพธ์ต่าง ๆ เช่น หักษะในการพยากรณ์ความลับเนื่องของแนวโน้มหนึ่ง ๆ ความสามารถในการสรุปผลโดยการอนุมานด้วยข้อความที่ชัดเจน

3.00 การนำไปใช้ (Application)

การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการที่จะจำและนำเอาหลักการ เทคนิค แนวคิด ทฤษฎีมาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การนำไปประยุกต์ใช้ในเชิงวิทยาศาสตร์

4.00 การวิเคราะห์ (Analysis)

การวิเคราะห์ หมายถึงความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวที่สมบูรณ์ให้กระจายออกเป็นส่วนย่อยหรือองค์ประกอบที่สำคัญ ซึ่งจำแนกออกเป็น 3 ระดับ คือ

4.10 การวิเคราะห์หน่วยย่อย (Analysis of elements) เป็นความสามารถในการค้นหาประเด็นที่สำคัญส่วนรวมออกมาน เช่น จำแนกข้อเท็จจริงออกจากสมมุติฐาน

4.20 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationships) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบกับส่วนอื่นของการ

สื่อความหมาย เช่น ความสามารถในการตรวจสอบ ความมั่นคงของสมมุติฐานกับข้อมูลและข้อสมมุติ ทักษะในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแนวความคิดหลาย ๆ แนวความคิด

4.30 การวิเคราะห์หลักการจัดระเบียบ (Analysis of organizational principles) เป็นความสามารถในการจัดระเบียบการเรียนรู้ระบบว่ามีเก้าโครงสร้างอย่างไร ซึ่งอาจจะเป็นโครงสร้างที่ชัดเจนหรือมีเงื่อนงำ เช่น ความสามารถในการเขียนถึงเทคนิคทั่วไปที่ใช้ในการโฆษณา หรือการซักซ่อน

5.00 การวิเคราะห์ (Synthesis)

การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องรวมเดียวกัน ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงาน การจัดเรียนเรียน การผสมผสานให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้นนั้นต้องตัดแปลงปรับปรุงของเก่าให้เขียนมีคุณภาพสูงขึ้น จำแนกเป็น 3 ระดับคือ

5.10 ผลิตผลจากการสื่อความหมายเฉพาะ (Production of a unique communications) เป็นความสามารถในการถ่ายทอดของผู้เขียน หรือผู้พูดที่พยายามจะถ่ายทอดแนวคิด ความรู้สึก และ/หรือประสบการณ์ไปสู่ผู้อื่นให้เข้าใจความหมายตรง เช่น ความสามารถในการออกเล่าประสบการณ์ส่วนตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้น

5.20 ผลิตผลจากแผนงานหรือชุดเสนอเพื่อบัญชีการ (Production of a plan, or proposed set of operation) เป็นความสามารถในการวางแผน หรือเสนอโครงการดำเนินการตามเงื่อนไข และข้อมูลที่กำหนดให้ เช่น สามารถเสนอวิธีการทดสอบสมมุติฐาน สามารถวางแผนการสอนในสถานการณ์ที่กำหนดให้

5.30 การได้มาซึ่งชุดของความสัมพันธ์เชิงนามธรรม (Derivation of a set of abstract relation) เป็นความสามารถในการพัฒนากลุ่มความสัมพันธ์ที่เป็นนามธรรม กับทั้งจัดหมวดหมู่ หรืออิบายข้อมูล หรือปรากฏการณ์ส่วนย่อย หรือการอนุมานแผนงานที่วางไว้ และความสัมพันธ์ของข้อเสนอ หรือลักษณะที่เป็นตัวแทน เช่น ความสามารถในการตั้งสมมุติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบได้อย่างเหมาะสม และเปลี่ยนแปลงสมมุติฐานไปตามองค์ประกอบ และการพิจารณาสิ่งใหม่ได้ ความสามารถที่จะทำการสรุปอ้างอิง หรือค้นพบหลักการทางวิทยาศาสตร์

6.00 การประเมินผล (Evaluation)

การประเมินผล หมายถึง การตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งของหรือวิธีการซึ่งกำหนดให้การตัดสินทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ จะต้องมีเกณฑ์ที่เหมาะสมที่ใช้เป็นมาตรฐานในการประเมิน เกณฑ์อาจจะได้มาจากการเรียนเอง หรือกำหนดขึ้นไว้ได้ ซึ่งจำแนกเป็น 2 ระดับ คือ

6.10 การตัดสินตามเกณฑ์ภายใน (Judgement in terms of internal evidence) เป็นความสามารถในการตัดสินเหตุการณ์ทั้งโดยใช้เนื้อหาสาระของภาษาในเหตุการณ์นั้นเป็นเกณฑ์ตัดสินได้อย่างถูกต้องแม่นยำ มั่นคง เช่น สามารถที่จะระบุสิ่งที่ไม่ใช่เหตุผลที่แท้จริงได้

6.20 การตัดสินตามเกณฑ์ภายนอก (Judgements in terms of external criteria) เป็นความสามารถในการตัดสินเหตุการณ์ทั้ง โดยนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ภายนอกที่เลือกมา และเป็นที่ยอมรับในสังคมแล้ว เช่น การเปรียบเทียบทฤษฎีหลักการสรุป อ้างอิง และข้อเท็จจริงกับวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกัน

กิจกรรมที่ 2.1.1

- พฤติกรรมการเรียนรู้ทางด้านพุทธศาสนา มีอะไรบ้าง
- พฤติกรรมการเรียนรู้ทางด้านความเข้าใจ หมายถึงอะไร
- พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการวิเคราะห์ หมายถึงอะไร
- พฤติกรรมอย่าง ๆ ของพุทธศาสนา เช่น ลัทธิบอย่างไร

เรื่องที่ 2.1.2 ขอบเขตด้านจิตพิสัย (Affective Domain)

ขอบเขตด้านจิตพิสัย เป็นจุดประสงค์การเรียนรู้เกี่ยวกับความรู้สึกปรุงแต่งทางจิตใจ เช่น เจตคติ ค่านิยม คุณธรรม-จริยธรรม ความสนใจ เป็นต้น
มีผู้พยายามศึกษาลักษณะการเรียนรู้ทางด้านนี้ และได้จำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (Bloom and other, 1971: 273-277)

1.00 การรับ (Receiving or attending)

การรับ หมายถึง การที่ผู้เรียนมีความรู้สึกต่อเหตุการณ์ และสิ่งเร้าอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยมีความยินดีที่จะรับหรือพิจารณาสิ่งเหล่านั้น ซึ่งจำแนกเป็น 3 ระดับ คือ

1.1 การรับรู้ (Awareness) มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมด้านความรู้สึกต่อการรับรู้จะไม่เกี่ยวข้องกับความจำ และความสามารถที่จะระบุลักษณะของสิ่งที่ได้รับรู้ เช่น การรู้สึกต่อสี รูป แบบ การเรียนรู้ และออกแนวเกี่ยวกับโครงสร้างหนึ่ง ๆ

1.2 การยินดีรับรู้ (Willingness to receive) การยินดียังมีลักษณะพฤติกรรมทางพุทธศาสนา เป็นความรู้สึกในแบบกว้างคือไม่รังเกียจที่จะรับรู้ เช่น การยอมรับฟังผู้อื่นพูด

1.3 การพิจารณาเลือกสรรสิ่งที่รับรู้ (Controlled or selected attention) ระดับนี้จะเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ใหม่หลาย ๆ ชนิดที่จะเป็นตัวกระตุ้นให้รับรู้ในบางสิ่ง บางอย่างโดยเลือกสรรเอง เช่น การเลือกฟังเฉพาะเพลงลูกกรุง

2.00 การสนองตอบ (Responding)

ในระดับนี้จะเกี่ยวข้องกับการสนองตอบต่อสิ่งแวดล้อมบางอย่างที่ได้รับเข้ามาแล้ว ซึ่งจะแสดงถึงความสนใจของนักเรียนได้ด้วย เพราะนักเรียนได้มีปฏิริยาตอบโต้ต่อสิ่งแวดล้อมจากที่ได้เลือกสรรแล้ว ซึ่งจำแนกเป็น 3 ระดับ คือ

2.1 ความยินยอมในการตอบสนอง (Acquiescence in responding) จะเกี่ยวข้องกับการเชื่อฟังหรือคล้อยตามเพื่อจะสนองตอบสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น การเล่นเกมตามกติกาทั้งๆ ว่า

2.2 ความยินดีสนองตอบ (Willingness to respond) ความรู้สึกเต็มใจยินดีหรือไม่รังเกียจที่จะสนองตอบ เช่น มีความรับผิดชอบในสุภาพของตนเองและยังช่วยบังกันให้คนอื่นด้วย

2.3 ความพึงพอใจในการสนองตอบ (Satisfaction in response) การยินยอมที่จะสนองตอบและการยินดีจะสนองตอบให้ก่อให้เกิดความพึงพอใจในการได้สนองตอบขึ้น เป็นการสนองตอบด้วยอารมณ์สัมผัส สนุกสนาน เช่น มีความสนุกสนานในการเล่นดนตรี อ่านหนังสือประเภทคลอบขัน เป็นต้น

3.0 การสร้างค่านิยม (Valuing)

การสร้างค่านิยมเป็นแนวคิดทางนามธรรมที่มีคุณค่า ซึ่งเกิดจากแต่ละบุคคลที่จะตัดสินเลือกการประพฤติปฏิบัติในสิ่งที่เป็นที่ยอมรับแล้วในสังคม นักเรียนจะต้องเลือกใช้เกณฑ์ที่มีคุณค่าในด้วยคนเอง ส่วนมากพฤติกรรมด้านนี้จะแสดงออกในรูปของเจตคติ องค์ประกอบที่สำคัญของคุณลักษณะของพฤติกรรมด้านนี้จะเกิดจากแรงจูงใจ ไม่ใช่เกิดจากการเรียกร้องให้กระทำตามแต่จะเกิดจากความรู้สึกผูกพันในตนของกับคุณค่านั้น ๆ ที่เป็นตัวชี้แนะนำทางพฤติกรรมจำแนกได้เป็น 3 ระดับคือ

3.1 การยอมรับในค่านิยมหนึ่ง (Acceptance of a value) หลังจากการได้สัมผัสดอบต่อสิ่งแวดล้อมแล้วก็เกิดความเชื่อหรือหัศนศติต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด โดยการเลือกสนับสนุนตอบสิ่งนั้นอย่างคงที่คงไว ถ้ายังเป็นการยอมรับยึดถือในคุณค่านั้นไว้

3.2 การชื่นชอบในค่านิยมหนึ่ง (Preference for a value) ในระดับนี้ไม่เพียงแต่ยินดีและยอมรับเท่านั้นแต่จะมีความต้องการในสิ่งนั้นด้วย หลังจากที่ได้ยอมรับค่านิยมอื่น

3.3 การตรึงมั่นในค่านิยม (Commitment) เป็นการยึดถือหรือ เชื่อมั่นสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างแน่นอน เช่น มีความเชื่อถือในเหตุผลและวิธีดำเนินการแบบทดลอง และการอภิปรายผล

4.0 การจัดระบบค่านิยม (Organization)

การจัดระบบค่านิยม หมายถึง การที่ผู้เรียนได้สร้างค่านิยมอยู่ ๆ ที่เกิดขึ้นแล้ว และพิจารณา รวมรวมค่านิยมเหล่านั้น ว่าค่านิยมอะไรบ้าง ที่เกี่ยวข้องตรงประเด็นกับสิ่งที่กำลังพิจารณาโดยจะต้อง ก) จัดเรียบเรียงค่านิยมเหล่านั้นให้เป็นระบบ ข) จะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละค่านิยม และ ค) สร้างค่านิยมที่สำคัญขึ้นมาจำแนกเป็น 2 ระดับคือ

4.1 การสร้างมโนภาพในค่านิยม (Conceptualization of a value) ในระดับที่ 3 นั้นได้นำถึงความคงที่แน่นอนของความเชื่อค้าง ๆ ค่านิยมในระดับนี้จะเพิ่มคุณภาพของแนวคิดเข้าไปด้วย ซึ่งมีลักษณะ เป็นนามธรรมและสัญลักษณ์

4.2 การจัดระบบค่านิยม (Organization of a value system) เป็นความต้องการให้ผู้เรียนได้นำค่านิยมที่ขับขัน ค่านิยมที่แตกต่างกันให้ไปสัมพันธ์กับค่านิยมอื่นอย่างมีระบบ

5.0 ลักษณะนิสัยที่เกิดจากค่านิยม (Characterization by a value or value complex)

ลักษณะนี้สืบต่อมาจากค่านิยม หมายถึง ค่านิยมภายในบุคคลที่เป็นสายสัมพันธ์ลักษณะนี้ได้ถูกจัดระบบให้คงที่คงไว้ แล้วควบคุมพฤติกรรมของแต่ละบุคคล ซึ่งจะต้องอาศัยเวลาพอสมควรในการปรับปรุงพฤติกรรม เช่นนี้และไม่ได้เกิดจากอารมณ์ แต่เกิดจากการถูกกระทำหรือท้าทายเชิงจิตแก้เป็น 2 ระดับ

5.1 การควบคุมตน เก่งแบบทั่วไป (Generalize set) เป็นการตอบสนองต่อเหตุการณ์ทั่วไป หรือกลุ่มของเหตุการณ์ที่นองเคี้ยวกันอย่างสัมภ์เสมอและคงที่คง瓦 มักจะไม่ใช้ความคิด (Unconscious) ในการกระทำ หรือเป็นการกระทำที่ปราศจากความคิดแต่เป็นเพียงทำตามแนวใจอัตโนมัติ

5.2 การแสดงลักษณะนิสัย (characterization) เป็นลักษณะสูงสุดของกระบวนการ หรือความรู้สึกภายในที่จะควบคุมพฤติกรรมต่าง ๆ เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล เช่น เป็นคนเรียบร้อย เป็นคนซื่อสัตย์ เป็นคนขยัน เป็นคน

กิจกรรมที่ 2.1.2

1. พฤติกรรมการเรียนรู้ทางด้านจิตพัฒนามีอะไรบ้าง
 2. การสอนของท่านหมายถึงอะไร
 3. บุคคลที่ประชาชนทั่วไปยกย่องว่าเป็นคนชื่อสัตย์ ท่านคิดว่าบุคคลประเท่านี้มีข้อดีอย่างไร

ພ້ມນາອຸ່ນໆໃຈ

เรื่องที่ 2.1.3 ข้อมูลความรู้ทางพัฒนาการ (Psychomotor Domain)

ขอบเขตด้านทักษะ เป็นจุดประสงค์การเรียนรู้เกี่ยวกับการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่ง คือ ทักษะ ซึ่งแบ่งขึ้นตามการพัฒนาคุณภาพเป็น 5 ชนิด คือ

1.00 การรับรู้ (Perception) นักเรียนเริ่มเข้ามายังเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของการเรียนนั้นอย่างมีประสิทธิภาพ โดยแสดงความรู้สึกออกมากลั่นแกล้งกับการปฏิบัติของเขาร่วมกับครู

เช่น ครูให้หัวเหียนรดยนต์หลาย ๆ ชนิดรวมกัน นักเรียนสามารถเลือกหัวเหียนที่ถูกต้องกับชนิดของรถที่จะต้องซ่อม

2.00 การลงมือกระทำตามแบบ (set) นักเรียนจะเตรียมการที่จะปรับตัวเพื่อให้เข้ากับชนิดงานที่จะทำ เช่น การให้หัวเหียนของเครื่องยนต์จะเตรียมการเลือกเครื่องมือที่ถูกต้องในการที่จะซ่อม หรือเปลี่ยนหัวเหียนนั้นและสามารถทำได้ถูกต้อง ตามแผนภูมิของการทำงานที่แสดงไว้

3.00 การยอมรับคำแนะนำ (Guided Response) นักเรียนจะแสดงพฤติกรรมการยอมรับประยุกต์อุปกรณ์หลากหลายหลังจากการแนะนำ เช่น นักเรียนสามารถใส่กระดาษในเครื่องพิมพ์ได้โดยย่างถูกต้อง และรวดเร็ว ซึ่งแสดงถึงความสามารถที่จะกระทำการที่ครูได้เขียนอธิบายไว้

4.00 การกระทำเองโดยธรรมชาติ (Mechanism) นักเรียนแสดงการปฏิบัติงานเองได้ หรือบางครั้งครูอาจแนะนำเพียงเล็กน้อย เช่น การทดลองเรื่องการคายไอน้ำของพืชโดยปราศจากการช่วยเหลือของครู

5.00 การสนองออกมายield เนื่องจากสิ่งที่ซับซ้อน (Complex overt response) นักเรียนสามารถแสดงถึงการปฏิบัติต่อสิ่งที่ซับซ้อนได้โดยรวดเร็ว โดยปราศจากความลับสน เช่น การซ่อมวิทยุ นักเรียนสามารถเปลี่ยนตัวทรานซิสเตอร์และเชื่อมตัวหัวแล้งไฟฟ้าได้โดยปราศจากการช่วยเหลือแนะนำของครู

กิจกรรมที่ 2.1.3

ถ้าต้องการสอนให้นักเรียนมีทักษะการทดลองวิทยาศาสตร์ท่านมีขั้นตอนการพัฒนาอย่างไร

เนื้อหาที่ 2.2

จุดประสงค์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ครูวิทยาศาสตร์ที่ดีน่าจะมีความรู้ในเนื้อหาวิชาเป็นอย่างดีแล้ว จะต้องมีวิธีการถ่ายทอดความรู้ หรือเทคนิคการสอนที่มีประสิทธิภาพอีกด้วย ในการสอนผู้สอนจะต้องคำนึงอยู่

เสนอว่าเราต้องการให้นักเรียนมีคุณลักษณะอย่างไร หรือมีพฤติกรรมอย่างไรหลังจากการสอนจบแล้ว นั่นคือ ครูจะต้องรู้จุดประสงค์การเรียนรู้ หรือจุดประสงค์การเรียนการสอนในวิชานั้น ๆ เสียก่อนที่จะลงมือสอน พฤติกรรมต่าง ๆ ที่เขียนในจุดประสงค์การเรียนรู้จะเกิดขึ้นทันทีภายหลังจากสอนจบแล้ว บางทีเราอาจเรียกจุดประสงค์ระดับนี้ว่า จุดประสงค์ในขั้นเรียน เพราะเป็นจุดประสงค์ที่ใกล้ชิดกับตัวนักเรียนและครูมากที่สุด ยังมีจุดประสงค์ในระดับสูงขึ้นไปอีก หรือห่างไกลจากตัวนักเรียนและครู ซึ่งมีลักษณะกว้าง ๆ เป็นแบบจุดประสงค์ทั่ว ๆ ไปไม่เฉพาะเจาะจงเหมือนจุดประสงค์การเรียนรู้ เรียงระดับตามไปสู่ระดับสูง ดังนี้ จุดประสงค์รายวิชา จุดประสงค์ของกลุ่มวิชา จุดหมายของหลักสูตรและเป้าหมายการศึกษาของชาติ จุดประสงค์ระดับต่าง ๆ จะต้องมีความสอดคล้องกัน นั่นคือ ถ้านักเรียนมีพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้แล้ว ก็ย่อมจะก่อให้เกิดพฤติกรรมตามจุดประสงค์รายวิชา จุดประสงค์ของกลุ่มวิชา จุดหมายของหลักสูตร และระดับชาติตามลำดับ ดังนั้น การเขียนหรือการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละวิชา จึงนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการจัดการศึกษาให้แก่เยาวชนของชาติ ให้มีคุณลักษณะตามที่หลักสูตรและแผนการศึกษาชาติต้องการ ซึ่งรายละเอียดในการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้จะได้กล่าวไว้ต่อไป

เรื่องที่ 2.2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ของคลอฟเฟอร์ (Klopfer)

การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันไม่ใช่สอนให้นักเรียนมีความรู้วิทยาศาสตร์แต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ต้องสอนให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ส่วนความรู้วิทยาศาสตร์ที่สอนอยู่ในขณะนี้ถือว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการค้นคว้าความรู้ใหม่ ๆ ต่อไปในอนาคต

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน หลักสูตรกำหนดให้สอนโดยยึดจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นหลัก แต่ละวิชาจะมีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ขึ้นตามแนวคิดและวิธีการต่าง ๆ กัน ส่วนวิชา วิทยาศาสตร์ได้กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ขึ้นตามแนวทางที่บลูมและคณะได้ศึกษาวิเคราะห์จุดประสงค์วิชาต่าง ๆ ที่สอนอยู่ในอเมริการะดับชั้นมัธยมศึกษาโดยจำแนกพฤติกรรมเป็นหมวดหมู่ย่อย ๆ ซึ่งในที่นี้จะเสนอเฉพาะจุดประสงค์ในวิชา วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

Leopold E. Klopfer (Bloom, 1971 : 565-580 อ้างอิงใน สุมบูรณ์ สุริยวงศ์ และสมจิตต์ เรืองศรี, 2525 : 3-50) ได้ทำการวิเคราะห์ดุประสังค์ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา พลิกส์ และวิทยาศาสตร์ทั่วไป สรุปเป็นพฤติกรรมต่าง ๆ ที่จะให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน 6 ลักษณะ คือ

1. ความรู้และความเข้าใจ (Knowledge and Comprehension) ซึ่งเป็นความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมในข้อนี้จะมีพฤติกรรมอยู่ ๆ เรียงจากต่ำไปสูงอีก ดังนี้

1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงเฉพาะ (Knowledge of specific facts) เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงในวิชาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วเป็นการแสดงถึงความสามารถในการจำเนื้อหาของนักเรียน เช่น ผังมี 6 ขา นำประกอบด้วยไฮโดรเจน (H_2) และออกซิเจน (O_2) นำประกอบด้วยทอง และทองแดง เกลือแกงประกอบด้วยโซเดียม (Na) และคลอริน (Cl) เป็นต้น

1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ (Knowledge of scientific terminology) เป็นความรู้เกี่ยวกับศัพท์หรือคำเฉพาะในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งคำเหล่านี้เป็นที่เข้าใจความหมายตรงกันในวงการวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมด้านความจำจำจำกัดความ หรือความหมายของคำ เช่น

ธาตุ หมายถึง สารเนื้อเดียวไม่สามารถแยกสลายเป็นสารอื่นได้อีก
สารประกอบ หมายถึง สารบริสุทธิ์เกิดจากการรวมตัวทางเคมีของธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป

ของผสม หมายถึง สารไม่บริสุทธิ์เกิดจากการผสมของสารต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป

1.3 ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ (Knowledge of concepts of science) เป็นความรู้เกี่ยวกับลักษณะรวม ๆ หรือคุณลักษณะเฉพาะของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะออกในรูปของคุณสมบัติร่วม แนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ เช่น

ความร้อน เป็นพลังงานอย่างหนึ่งที่ทำงานได้โดยทำให้โมเลกุลของสารเคลื่อนที่ ความร้อนเกิดจากปฏิกิริยาเคมี เกิดจากพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น
แม่เหล็ก เป็นวัตถุอย่างหนึ่งที่คุณสมบัติแม่เหล็กได้ มีทั้งแม่เหล็กธรรมชาติ และแม่เหล็กประดิษฐ์

1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลงร่วมกันในการใช้สัญญาณต่าง ๆ (Knowledge of conventions) เป็นความรู้ในการใช้และการตีความหมายของสัญญาณอักษรย่อต่าง ๆ ที่ใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น

ทางเคมี NaCl, H₂O, CaCO₃, H₂, O₂ เป็นต้น

ทางฟิสิกส์ —VV— , —||— , —Ω— เป็นต้น

1.5 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้นตอน (Knowledge of trends and sequence) เป็นความรู้เกี่ยวกับการจัดลำดับเหตุการณ์ที่ปรากฏขึ้นในธรรมชาติ รู้ว่าอะไรเกิดขึ้นก่อน หลัง เมื่อเหตุการณ์นี้เกิดขึ้นแล้ว เหตุการณ์ต่อไปจะเป็นอย่างไร ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติมักจะเป็นวัฏจักร ดังนั้น ทำให้เราสามารถทำนายล่วงหน้าได้ว่าว่าอะไรจะเกิดขึ้นตามมา เช่นการเกิดฝน เกิดภูเขาไฟระเบิด เป็นต้น

1.6 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภท จัดหมวดหมู่ และเกณฑ์ (Knowledge of classifications, categories and criteria) เป็นความรู้ในการจัดจำพวกวัตถุ สิ่งของ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นให้เป็นระบบ ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้คุณสมบัติ หรือกฎหมายต่าง ๆ เช่น จัดประเภทของสัตว์ และพืชเป็นไฟลัม จัดประเภทของสารเป็นธาตุ สารประกอบ และของผสม จัดประเภทของไฟฟ้าเป็นไฟฟ้ากระแส และไฟฟ้าสถิตย์ เป็นต้น

1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Knowledge of scientific techniques and procedures) เป็นความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกระบวนการ ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาหาความรู้ ได้แก่ กระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเริ่มต้นจากการกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูลและการสรุปผลการทดลอง นอกจากนี้ นักเรียนจะต้องรู้

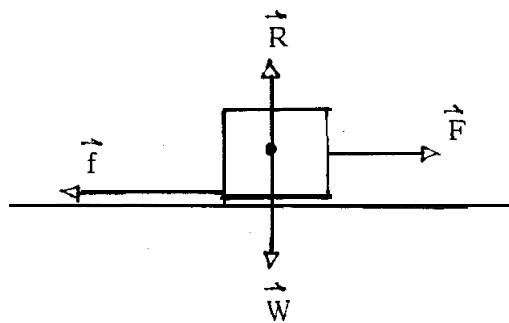
เกี่ยวกับเทคนิคต่าง ๆ เช่น การอ่านเทอร์มومิเตอร์ การอ่านปริมาตรของเหลวในกระบอกตวง การทดสอบเคมีอันตรายบางอย่าง หลักการใช้กล้องจุลทรรศน์ การเก็บกล้องจุลทรรศน์ การเก็บแท่งแม่เหล็ก เป็นต้น

1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎหมายวิทยาศาสตร์ (Knowledge of scientific principles and laws) เป็นความรู้ที่เกี่ยวกับหลักการและกฎหมายวิทยาศาสตร์ ที่ใช้อ้างอิงกันอยู่ในปัจจุบัน เช่น หลักการของอาร์คิเมติส กฎของการลอยตัว กฎของโอดัม กฎแรงโน้มถ่วงของโลก กฎการสะท้อนของแสง หลักของงาน หลักโมเมน เป็นต้น

1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (Knowledge of theories or major conceptual schemes) เป็นความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรม เป็นรูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่เราสร้างขึ้นเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติว่าทำไน่เป็นอย่างนั้น อย่างนี้ เช่น ทฤษฎีการวิวัฒนาการ ทฤษฎีโมเลกุล แบบจำลองโครงสร้างอะตอม เป็นต้น

1.10 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกความรู้ในรูปใหม่ (Identification of knowledge in a new context) เป็นความรู้ในการจำแนกถึงความรู้เหมือนกันและต่างกันจากความรู้ที่เคยเรียนมาแล้ว เกิดเป็นความรู้ในรูปใหม่ขึ้น เช่น นักเรียนเคยเรียนรู้เกณฑ์ในการจำแนกประเภทของสัตว์มาแล้ว พอนามาเรียนรู้เรื่องผึ้งหรือหนอนไหม นักเรียนก็สามารถใช้เกณฑ์ที่เคยเรียนมาแล้วจัดเป็นสัตว์ประเภทต่าง ๆ ได้

1.11 ความรู้เกี่ยวกับการแปลงสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่รูปอื่น (Translation of knowledge from one symbolic form to another) เป็นความรู้ในการแปลงความหมายของข้อเท็จจริง ข้อความ จินตนาการ เครื่องหมาย แนวโน้ม หลักการ หรือทฤษฎีจากสัญลักษณ์หรือสูตรอันหนึ่งไปยังสัญลักษณ์ หรือสูตรอีกอันหนึ่ง หรือเป็นความสามารถประยุกต์จากสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว เช่น การอธิบายเกี่ยวกับแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามพื้นราบว่ามีแรงอะไรมาเกี่ยวข้องบ้าง นักเรียนก็สามารถอธิบายในรูปของเวคเตอร์ของแรงได้ โดยใช้ภาพดังนี้



2. กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Processes of scientific inquiry) เป็นความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่ามีวิธีการอย่างไร ในการที่จะสืบสานเพื่อหาคำตอบหรืออธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ข้อความรู้ต่อไปนี้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 การสังเกตและการวัด (Observing and measuring) การสังเกตเป็นขั้นแรกของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การตั้งปัญหาขึ้น การสังเกตเป็นการใช้ประสพสัมผัสห้อง 5 การสังเกตกับการวัดเป็นกระบวนการที่เกิดพร้อมกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้มากขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 การสังเกตวัตถุและปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น (Observation of objects and phenomena) ผู้เรียนควรฝึกหัดจะในการสังเกตคือ การใช้ประสพสัมผัสห้อง 5 ควรใช้ให้เหมาะสมกับเหตุการณ์ที่จะสังเกต ผู้สังเกตควรทราบดุลร่วมกันในการสังเกตด้วยว่าต้องการสังเกตอะไรบ้าง เช่น รูปร่างลักษณะ การเปลี่ยนแปลง เป็นต้น

2.1.2 การอธิบายผลการสังเกต (Description of observations using appropriate language) เป็นการบันทึกผลการสังเกตออกมาเป็นภาษา อันจะเป็นสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจได้ตรงกันกับผู้สังเกต

2.1.3 การวัดสิ่งของและการเปลี่ยนแปลง (Measurement of objects and changes) เพื่อให้ผลการสังเกตเชื่อถือได้มากขึ้น จะต้องมีข้อมูลประกอบการอธิบายผลการสังเกต การใช้ประสานสัมผัสของคนเราเชื่อถือไม่ได้ แต่ละคนมีความรู้สึกจากการสัมผัสแตกต่างกัน ดังนั้น ในการวัดทางวิทยาศาสตร์ เราจึงต้องมีเครื่องมือช่วย เช่น วัดความสูงใช้ไม้เมตร วัดน้ำหนักใช้คราชั่ง วัดความกว้างใช้เทอร์มомิเตอร์ เป็นต้น

2.1.4 การเลือกเครื่องมือที่เหมาะสม (Selection of appropriate measuring instruments) เครื่องมือที่ใช้จะต้องสามารถวัดปริมาณสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด ดังนั้น การเรียนรู้วิธีการใช้เครื่องมือแต่ละชนิด จึงมีความจำเป็นในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2.1.5 การประมาณค่าจากการวัดและยอมรับขีดจำกัดของความถูกต้อง

(Estimation of measurements and recognition of limits in accuracy)

เป็นความสามารถของนักเรียนในการประมาณผลจากการวัดได้อย่างถูกต้อง เพราะเครื่องมือแต่ละชนิดมีส่วนลดอยู่มากน้อยแตกต่างกัน

2.2 การมองเห็นปัญหาและการหาวิธีการแก้ปัญหา (Seeing a problem and seeking ways to solve it) ผลจากการสังเกตสิ่งต่าง ๆ จะทำให้นักเรียนมองเห็นปัญหาต่าง ๆ อันจะนำไปสู่การค้นพบข้อความรู้ใหม่ ๆ ได้ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 การรับรู้ปัญหา (Recognition of a problem) เป็นความสามารถในการเข้าใจถึงปัญหาว่าปัญหานั้นเป็นอย่างไร อันจะนำไปสู่การตั้งสมมติฐานในการแก้ปัญหาต่อไป

2.2.2 การตั้งสมมติฐานในการแก้ปัญหา (Formulation of working hypothesis) เป็นการคาดคะเนคำอวีว่าล่วงหน้า อันจะเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะผิดทั้งหมด ถูกทั้งหมด หรือถูกบางพืดบ้าง จนกว่าจะได้รับการพิสูจน์

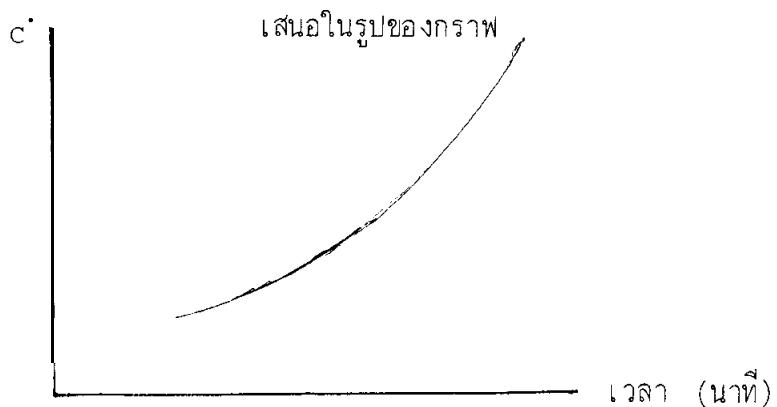
2.2.3 การเลือกวิธีทดสอบสมมติฐาน (Selection of suitable tests of a hypothesis) เป็นความสามารถที่จะเลือกวิธีทดสอบสมมติฐานได้อย่างเหมาะสม

2.2.4 การออกแบบกระบวนการทดลอง (Design of appropriate procedures for performing experiments) เป็นความสามารถในการระบุกระบวนการทดลองว่าทำอย่างไรบ้างเวลาปฏิบัติจริง ๆ ต้องทำอะไรบ้างก่อนหลัง เป็นคัน

2.3 การแปลความหมายและสรุปผล (Interpreting data and formulating generalizations) เป็นความสามารถในการนำข้อมูลจากการสังเกต หรือการวัดมาเสนอให้คนอื่นเข้าใจ ซึ่งมีวิธีการดังนี้

2.3.1 การจัดระหำกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง (Processing of experimental data) เป็นความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับการกำหนดเครื่องมือ การทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง เป็นต้น

2.3.2 การนำเสนอข้อมูลในรูปความสัมพันธ์ (Presentation of data in the form of functional relationships) เป็นความสามารถของนักเรียนที่จะเสนอข้อมูลให้คนอื่นเข้าใจได่ง่าย เช่น เสนอในรูปของกราฟ ตาราง เป็นต้น



เสนอในรูปตาราง

เวลา(นาที)	อุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

2.3.3 การศึกษาความหมายข้อมูลจากการทดลองและการสังเกต (Interpretation of experimental data and observations) เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ผลการทดลอง การศึกษาความหมายข้อมูลจะเกี่ยวกับจินตนาการเกี่ยวกับแนวโน้ม หรือในลักษณะความสัมพันธ์แล้วเปลี่ยนความหมายออกมายื่นรูปของภาษาและแบบของลัญลักษณ์ การแปลผลหรือการศึกษาความหมายจากข้อมูลฝึกให้นักเรียนสามารถบรรยายผลที่เกิดขึ้นด้วยประโยคสั้น ๆ ได้

2.3.4 การสอดแทรกและการเสริมต่อเพิ่มเติม (Extrapolation and interpolation) เป็นความสามารถของนักเรียนในการสอดแทรกและเพิ่มเติมความไม่สมบูรณ์ในการวัด หรือการสังเกตในช่วงใดช่วงหนึ่งที่ไม่ได้ทำการวัดหรือสังเกตไว้ในขณะทดลอง

2.3.5 การประเมินผลสมมติฐานภายใต้ขอบเขตของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง (Evaluation of hypothesis under test in the of data obtained) เป็นความสามารถในการประเมินสมมติฐานว่าต้องได้ถูกต้องหรือไม่ภายหลังการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูล

2.3.6 การเขียนข้อสรุปจากข้อค้นพบ (Formulation of generalizations warranted by relationships found) เป็นการสรุปผลการทดลองจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองไปยังประชากรทั้งหมดของตัวอย่าง ซึ่งการสรุปจะเชื่อถือได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลอง เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรหรือไม่ เช่น การทดลองพบว่า ณ ความกดดันคงที่ ปริมาตรของตัวอย่างอากาศจะแปรผันโดยตรงกับอุณหภูมิ ซึ่งข้อสรุปนี้จะเป็นจริงหรือไม่ ก็ต้องพิจารณาว่าอากาศที่ทดลองเป็นตัวแทนของกําชื่อนั้น ๆ ด้วยหรือไม่ หรือผลการทดลองนี้เหมือนกับการทดลองของคนอื่น ๆ ที่ทำไว้หรือไม่

2.4 การสร้าง การทดสอบ และปรับปรุงแบบจำลองทฤษฎี (Building testing and revising a theoretical model) เป็นการสอนเพื่อให้นักเรียนมีพัฒนารูปแบบ ดังนี้

2.4.1 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี (Recognition of the need for a theoretical model)

2.4.2 การตั้งทฤษฎีจากความรู้ที่ได้มา (Formulation of theoretical model to accommodation knowledges) เป็นความสามารถในการเขียนข้อสรุปจากข้อกัน พน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการสังเคราะห์ทฤษฎีขึ้นมาตามความรู้ของนักเรียนที่สะสมรายอย่างไร เช่น จากการสังเกตปรากฏการณ์ของความร้อน นักเรียนจะเขียนข้อสรุปได้ ดังนี้ ความร้อนเป็นสิ่งไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ความร้อนจะต้องมีมวลมากที่อยู่ เป็นต้น

2.4.3 การหาความสัมพันธ์เฉพาะจากแบบการที่วางไว้ (Specification of relationships satisfied by a model) เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎี หรือสมมติฐานที่ตั้งขึ้น กับเหตุการณ์ที่สังเกตเห็น

2.4.4 การอนุมานสมมติฐานใหม่จากแบบจำลองทฤษฎี (Deduction of new hypothesis from a theoretical model) ความสามารถของนักเรียนที่จะตั้งสมมติฐานขึ้นจากทฤษฎี โดยอาศัยเหตุผลและความเป็นไปได้ของทฤษฎี เพื่อที่จะทดลองทฤษฎีว่าเป็นไปได้หรือไม่

2.4.5 การตีความหมาย และประเมินผลจากการทดสอบแบบจำลอง (Interpretation and evaluation of tests of a model) เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการทดลอง และสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพื่อตัดสินว่าเป็นไปตามทฤษฎี หรือไม่ มีความถูกต้องเพียงพอแค่ไหนระหว่างการทดลองกับทฤษฎีจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ การออกแบบการทดลองมีความเหมาะสมสมหรือไม่ เป็นต้น

2.4.6 การสร้าง ปรับปรุง และขยายรูปแบบจำลอง (Formulation of a revised, refined, or extended model) เป็นความสามารถในการนำผลที่ได้จากการทดลองทั้งหมดมาทำการตรวจสอบทฤษฎี และปรับปรุงหรือกำหนดทฤษฎีที่ตั้งขึ้นมาตามข้อ 2.4.2 เสียใหม่ให้มีความเชื่อถือได้และสามารถทดลองยืนยันได้

3. การใช้ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Application of scientific knowledge and methods) เป็นความสามารถที่นำความรู้ที่เรียนมาแล้วไปประยุกต์ใช้กับปัญหาใหม่ ๆ ที่ประสบในชีวิตประจำวันได้ ตลอดจนเลือกเอาความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ได้อย่างเหมาะสมกับปัญหาใหม่ ๆ ซึ่งมีลักษณะดังนี้

3.1 การนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาใหม่ ๆ ที่มีลักษณะเหมือนกัน (Application to new problems in the same field of science) เป็นความสามารถของนักเรียนในการที่จะนำวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในปัญหาวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ได้มากน้อยแค่ไหนในสาขาเดียวกัน เช่น สาขาเคมี ชีวะหรือพลิกส์ เป็นต้น

3.2 การนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาใหม่ ๆ ที่มีลักษณะต่างกัน (Application to new problems in a different field of science) เป็นความสามารถของนักเรียนในการที่จะนำวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในปัญหาวิทยาศาสตร์อื่นได้มากน้อยแค่ไหนในสาขาต่างกัน เช่น ความรู้ทางพลิกส์ไปใช้ในสาขาเคมี ความรู้สาขาเคมีไปใช้ในสาขาชีวะ เป็นต้น

3.3 การนำไปประยุกต์ใช้กับวิชาการในสาขาอื่น ๆ ที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ (Application to problems outside of science) เป็นความสามารถของนักเรียนที่จะนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในปัญหาที่นอกเหนือจากปัญหาวิทยาศาสตร์ เช่น ปัญหาทางด้านสังคมศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ เป็นต้น.

4. ทักษะในการปฏิบัติ (Manual skills) เป็นความสามารถของนักเรียนภายหลังเรียนรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแล้ว นักเรียนมีความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และผลที่ได้จากการทดลองมีคุณภาพดีหรือไม่ ซึ่งสามารถพิจารณาทักษะด้านต่าง ๆ ดังนี้

4.1 การพัฒนาทักษะในการใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ (Development of skills in using common laboratory equipment) เป็นการพัฒนาทักษะในการจัดเครื่องมือเพื่อให้พร้อม และมีความถูกต้องในการทดลอง รู้จักวิธีใช้เครื่องมือต่าง ๆ นั้น เช่น เครื่องซั่ง กล้องจุลทรรศน์ ไมโครทรัค ชุดเครื่องแก้วในการปฏิบัติการเคมี ขัติง สารเคมี เทอร์โมมิเตอร์ บารอยมิเตอร์ เครื่องวัดไฟฟ้า เป็นต้น

4.2 ทักษะในการใช้เทคนิคในการปฏิบัติงานอย่างระมัดระวัง และปลอดภัย (Performance of common laboratory techniques with care and safety) เป็นทักษะในการใช้เครื่องมือต่างๆ อย่างถูกวิธี และระมัดระวังความเสียหายของเครื่องมือหรือรู้จักป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นแก่ตนเองในการใช้เครื่องมือปฏิบัติการทดลอง

5. เจตคติและความสนใจ (Attitudes and interests) คุณลักษณะนี้เป็นพื้นติงานวิจิพิสัย โดยจะเน้นความรู้สึก อารมณ์ หรือระดับความยอมรับ หรือไม่ยอมรับ โดยครูผู้สอนทุกคนหวังว่าักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์จะมีการพัฒนาความรู้สึก อารมณ์ที่ชอบวิทยาศาสตร์ และนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งลักษณะหรือวิญญาณของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์จะมีลักษณะดังนี้

- 1) เป็นผู้ที่ชอบแสวงหาเหตุของสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้น ไม่เข้าในไสยาสต์ โชคชะตา หรือความเชื่อที่ปราศจากหลักฐานค่าๆ
- 2) เป็นผู้ที่มีจิตใจกว้างขวางต่องาน ต่อความคิดเห็นของผู้อื่น ต่อข่าวสารต่างๆ ที่เกี่ยวกับตัวเอง หรือปัญหาที่กำลังต่อสู้
- 3) เป็นผู้ที่ให้ความคิดเห็น และสรุปเรื่องราวต่างๆ โดยใช้หลักฐานประกอบเสมอ ต้องเป็นผู้ที่ไม่รับข้อเท็จจริงอะไรง่ายๆ โดยปราศจากหลักฐานที่มีการพิสูจน์ หรือทดสอบแล้ว
- 4) เป็นผู้ที่ชอบประเมินผลเทคนิควิธีการที่ดีใช้อยู่เสมอ เป็นผู้ที่ชอบใช้วิธีการที่มีการวางแผนล่วงหน้า พยายามใช้เทคนิคและวิธีการซึ่งพิสูจน์แล้วว่าได้ผลดี และชอบใช้หลายวิธีลองคุณ พินิจารณาหลักฐานต่างๆ และเลือกหลักฐานที่ดีที่สุด เป็นหลักฐานที่พอเพียงจะสรุปได้ หรือไม่ เลือกหลักฐานที่ดีที่สุดใช้
- 5) เป็นผู้ที่อยากรู้อยากเห็น ทุกสิ่งที่แวดล้อมตนอยู่ อยากรู้สาเหตุว่าเป็นอย่างไร พยายามศึกษา อะไร ทำไม อย่างไร ไม่พอใจคำอธิบายที่คลุมเครือ ต้องการคำอธิบายที่แจ่มแจ้ง ต้องเป็นผู้ที่มีความไวต่อเหตุการณ์ที่แวดล้อมอยู่

ส่วนความสนใจทางวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนอาจจะมีหรือไม่มีภูมิหลังทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานมาก่อนก็ได้ เป็นสิ่งที่เราสามารถสร้างให้เกิดได้ ความสนใจเป็นอารมณ์ทางบวก ซึ่งครุวิทยาศาสตร์สามารถใช้ให้เป็นประโยชน์ในการสอนได้เป็นอย่างมาก ความสนใจ

ในวิทยาศาสตร์ อาจจะเป็นความสนใจเพื่อศึกษาหาความรู้ในวิทยาศาสตร์ หรือสนใจเพื่ออาชีพ ความสนใจในวิทยาศาสตร์อาจเป็นแรงกระตุ้น ที่จะทำให้นักเรียนอย่างเลือกอาชีพเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ จะเป็นด้านวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์หรือวิทยาศาสตร์ประยุกต์ หรืออาจจะสนใจเพื่องานอดิเรก อาจจะยึดเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาทำเป็นงานอดิเรกในโอกาสต่อไปก็ได้ เช่น งานอดิเรกเกี่ยวกับการเลี้ยงนก ปลูกต้นไม้ สะสมเมล็ด สะสมหินหรือแร่ เป็นต้น

ในการสอนวิทยาศาสตร์ เราจะทราบว่านักเรียนมีเจตคติที่ต่อวิทยาศาสตร์ หรือไม่ ถูกใจหรือไม่ ถูกใจหลายอย่าง เช่น นักเรียนชอบวิทยาศาสตร์และผลงานของนักวิทยาศาสตร์หรือไม่ นักเรียนยอมรับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาหรือไม่ นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล และยอมรับพึงเหตุผลเพียงใด มีความเชื่อสัมย์เพียงใด มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงานมากน้อยเพียงใด ฯลฯ ในด้านความสนใจนั้นอาจจะมาจากความกระตือรือร้นที่อยากรู้เรียนวิทยาศาสตร์ อยากรู้เรียนวิทยาศาสตร์ เป็นต้น เจตคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์มีพฤติกรรมที่แสดงออกได้ ดังนี้

5.1 การแสดงออกของเจตคติที่ต่อวิชา วิทยาศาสตร์ และนักวิทยาศาสตร์ (Manifestation of favorable attitudes toward science and scientists) เป็นพฤติกรรมที่แสดงว่า นักเรียนมีความรู้สึกไปในทางที่ดีต่อวิชา วิทยาศาสตร์มากน้อยแค่ไหน อาจจะวัดโดยการเขียน การอ่าน และการกระทำที่แสดงออกให้เห็นว่า เขาเห็นคุณค่าในบทบาทของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการยอมรับว่า นักวิทยาศาสตร์ ทั้งในอดีตและอนาคต ว่าเป็นการกระทำที่ถูกต้อง

5.2 การยอมรับการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Acceptance of scientific inquiry as a way of thought) พฤติกรรมข้อนี้แสดงถึงการยอมรับคุณค่าของวิธีการคิดแบบวิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนยอมรับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยเป็นแนวทางให้ใช้ความคิดในการที่จะเข้าถึงปัญหานั้น ๆ หรือสิ่งแเปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่ยังไม่มีการค้นพบ โดยการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

5.3 ความสนุกสนานในการเรียนวิทยาศาสตร์ (Enjoyment of science learning experiences) พฤติกรรมส่วนนี้เป็นการวัดว่าบุคคลเรียน เรียนได้ดีขึ้น เรียนมากขึ้น สามารถจำเรื่องราวของวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น และมีความพึงพอใจในการที่จะเรียนโดยอาศัยประสบการณ์ตามแบบวิทยาศาสตร์

5.4 การพัฒนาความสนใจในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (Development of interests in science and science-related activities) เป็นพฤติกรรมที่บุคคลเรียนแสดงความสนใจเกี่ยวกับกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เช่นร่วมกิจกรรมของโดยไม่มีการบังคับจากบุคคลอื่น

5.5 การพัฒนาความสนใจอาชีพค่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ (Development of interest in pursuing a career in science) พฤติกรรมส่วนนี้เป็นการเห็นค่าของ การเรียนวิทยาศาสตร์ ว่าการเรียนวิทยาศาสตร์แล้วสามารถจะไปทำงานอะไรได้บ้าง และแสดงให้เห็นว่าถ้าหากเรียนวิทยาศาสตร์สามารถที่จะทำงานได้อย่างมากมาย มีคำแนะนำ่งการงาน ที่ดี เป็นต้น

6. คุณค่าของวิชาชีววิทยาศาสตร์ (Orientation) การวัดส่วนนี้เป็นการหาความสัมพันธ์ ของวิทยาศาสตร์ กับพฤติกรรมของมนุษย์ ในสาขาวิชานี้ หรือเกี่ยวกับทางความคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยจะเน้นถึงการเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ ที่เข้าสัมผัสจากกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ และ ความสำคัญของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

6.1 การมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ในสาขาวิชานี้ (Relationships among various types of statements in science) พฤติกรรมส่วนนี้เป็นการ วัดเกี่ยวกับการสังเกต การตีความหมาย กฎและทฤษฎีในแต่ละสาขาว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อย แค่ไหน ในการใช้วิธีการสำรวจหาความรู้แบบวิทยาศาสตร์

6.2 การยอมรับข้อจำกัดของปรัชญา และอิทธิพลของการสำรวจหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ (Recognition of the philosophical limitations and influence of scientific inquiry) พฤติกรรมส่วนนี้เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดทาง

วิทยาศาสตร์ การค้นคว้าอย่างลึกซึ้ง ตามแนวความคิดนี้ และการนำผลมาอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในโลกนี้

6.3 การยอมรับภูมิหลังของวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา (Historical perspective: recognition of the background of science) พฤติกรรมส่วนนี้เป็นการศึกษาถึงความเป็นมาของวิทยาศาสตร์ ตามแนวความคิดต่างๆ ในเหตุการณ์นั้นๆ ว่ามีการพัฒนามาได้อย่างไร มีวิธีการวัด หน่วยการวัดต่างๆ เป็นอย่างไร

6.4 ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและเศรษฐศาสตร์ (Realization of the relationships among science, technology and economics) พฤติกรรมส่วนนี้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับวิชาแขนงอื่นๆ ว่าวิทยาศาสตร์จะมีอิทธิพลอย่างมากต่อสังคมในการที่จะเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของมนุษย์เรา โดยการนำหลักการและความคิดทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ทางด้านเทคโนโลยีปัจจุบัน

6.5 การยอมรับว่าสังคมและศีลธรรมได้รับอิทธิพลมาจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Awareness of the social and moral implications of scientific inquiry and its results) พฤติกรรมนี้เป็นการศึกษาว่าความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้เทคโนโลยีนั้น จะมีผลเกี่ยวกับค่านิยมและความรู้สึกของคนเราหรือไม่ เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับชนบทรูปแบบใด อย่างเช่นในความคิดเกี่ยวกับจิตวิทยาว่า วิธีการนำความรู้ทางด้านเคมีและยินнетิกมาควบคุมเกี่ยวกับกรรมพันธุ์นั้น จะมีผลเกี่ยวกับศีลธรรมหรือไม่ การเลี้ยงเด็กที่เกิดจากหลอดแก้ว ประชาชัชนี้ความรู้สึกอย่างไร เราจะเห็นว่าสังคมจะมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างมาก

กิจกรรมที่ 2.2.1

1. จุดประสงค์การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มีอะไรบ้าง เชิญตอบเป็นข้อๆ
2. การสอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนมีทักษะในการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่ออะไรและจะทำอย่างไร
3. ให้นักศึกษาจำแนกจุดประสงค์การเรียนรู้ของ Klopfer ออกเป็น 3 ด้าน คือ พหุพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย

เรื่องที่ 2.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีคุณมุ่งหมายเพื่อพัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะเช่นว่า เมื่อนักเรียนเกิดทักษะกระบวนการนี้แล้ว นักเรียนสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

สมาคมการศึกษาวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา (America Association for the Advancement of Science หรือ AAAS) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้นำมารวมและปรับปรุงภาษาให้เหมาะสมเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาดังนี้ (AAAS, 1970 : 33)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน (The Basic Process Skill)

ได้แก่

1. การสังเกต (Observation)
2. การวัด (Measurement)
3. การจำแนกประเภท (Classification)
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส สเปสกับเวลา (Space/Space Relationship, Space/time Relationship)
5. การคำนวณ (Using Number)
6. การจัดทำข้อมูลและการสื่อความหมาย (Organizing Data and Communication)
7. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inference)
8. การพยากรณ์ (Prediction)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมุ่งปฏิบัติการ (Integrated Process)

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร(Identifying and Controlling Variables)

12. การทดลอง (Experimenting)

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะนี้ได้นำมาปรับปรุงใช้ในหลักสูตร วิทยาศาสตร์ของประเทศไทย ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละทักษะดังนี้ (ประสานวงศ์ บูรณพิมพ์, 2528 : 38-48)

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสบการณ์สอย่างโดยย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง รวมทั้งการใช้เครื่องมือเข้าช่วยประสบการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลของวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย ถ้าอย่างรู้ว่าข้อมูลที่บันทึกนั้นเกิดจากการสังเกตหรือไม่ต้องตามคนเองว่า ข้อมูลที่ได้นี้ได้มาจากใช้ประสบการณ์ในตัว ทั้งนี้จะมูกลืนผิวaway หรือเปล่า ถ้าตอบว่าใช่ แสดงว่าเป็นการสังเกต ถ้าตอบว่าไม่ใช่ ก็เป็นการลงความคิดเห็นไม่ใช่การสังเกต

2. ทักษะในการวัด หมายถึง ความสามารถในการวัดต่อไปนี้

1. เลือกเครื่องมือที่ใช้วัดได้อย่างเหมาะสมสมกับสิ่งที่จะวัด เช่น เลือกไม้บรรทัด ธรรมดาวัดความยาวของสมุด หรือเวอร์เนียคลิปเบอร์ วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกปิงปองหรือใช้ไมโครมิเตอร์วัดความหนาของกระดาษ เป็นต้น

2. ใช้เครื่องมือนั้น ๆ วัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้ถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว

3. อ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้องรวดเร็ว และใกล้เคียงกับความเป็นจริง พร้อมทั้งมีหน่วยที่ถูกต้องกำกับเสมอ

3. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การคำนวณที่แสดงถึงตัวเลขซึ่งได้จากการสังเกต เชิงปริมาณ การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดทำให้เกิดค่าใหม่โดยการนับ การบวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ยยกกำลังสองหรือถอดราก เป็นต้น และใช้ในการสื่อความหมายให้ชัดเจนหรือให้ได้ข้อมูลที่มีความหมายในเชิงสถิติ เพื่อประโยชน์ในการแปลความหมายและสรุปผลต่อไป

4. ทักษะการจำแนกประเภท เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้จำแนกลงต่างๆ ออกเป็นหมวดหมู่ เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกในการศึกษาและจดจำสิ่งเหล่านั้น โดยอาศัยเกณฑ์ บางอย่างในการจำแนกลงเหล่านี้ เช่น มีวัตถุอยู่กลุ่มหนึ่ง การจำแนกประเภทอาจจะทำได้หลายแบบ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ผู้จำแนกตั้งขึ้นไว้ในการจำแนก ถ้าใช้เกณฑ์แตกต่างกัน วัตถุที่เคยเป็นกลุ่มเดียวกันอาจจะเปลี่ยนไปได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส สเปสกับเวลา

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบคลุมซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะ เช่นเดียว กับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส เช่น

5.1 ภาครูป 3 มิติของวัตถุธรรมชาติได้

5.2 ขึ้นบวกและบวกจำนวนเส้นสมมาตรของรูป 2 มิติและระบบสมมาตรของรูป สามมิติได้ เช่น บอกได้ว่ารูปวงรีและลูกศรเหลี่ยมผืนผ้ามีเส้นสมมาตร 2 เส้น ส่วนรูปสามเหลี่ยมด้านเท่ามีเส้นสมมาตร 3 เส้น หรือรูปไข่มีระนาบสมมาตร 2 ระนาบ เป็นต้น

ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา เช่น

5.3 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

5.4 หากความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา

6. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอภิอายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาก่อน ข้อมูลที่มนต์อาจได้มาจากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง

7. ทักษะการสื่อความหมาย การสื่อความหมาย เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง หรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกรรທ์ให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมาย หรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้นจนง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป ดังนั้น การสื่อความหมาย จึงเป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่ไม่เพียงแต่จะใช้ในสาขาวิทยาศาสตร์เท่านั้น ยังสามารถนำไปใช้ในกิจการอย่างอื่นได้ด้วย ลักษณะการสื่อความหมาย เช่น คำพูดหรือคำบรรยาย สัญลักษณ์ สมการ ทางวิทยาศาสตร์ แผนที่ กราฟ ตาราง รูปภาพ เป็นต้น

8. ทักษะการทำนาย คือ การคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นต่อไปโดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นมา ฯ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตของข้อมูล (interpolating) และภายนอกขอบเขตข้อมูล (extrapolating)

เมื่อเรานำข้อมูลอยู่ชุดหนึ่งและเราหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในข้อมูลได้แล้ว เราจะสามารถทำนายค่าต่าง ๆ ที่อยู่ภายนอกขอบเขตของข้อมูลหรือภายนอกขอบเขตของข้อมูลโดยใช้วิธีคำนวณหากำตอบจากข้อมูลในตารางหรือใช้กราฟช่วย

ตัวอย่าง น้ำหนักของ ค.ญ.แดง เมื่ออายุแรกเกิด 6 เดือน และ 1 ปี หนัก 4, 8 และ 12 กิโลกรัม ตามลำดับ อย่างทรายว่า เมื่ออายุ 9 เดือน $1\frac{1}{2}$ ปี และ 5 ปี ค.ญ.แดง จะมีน้ำหนักเท่าใด

9. ทักษะการตั้งสมมุติฐาน คือ ข้อความที่เป็นไปได้ทั้งขั้นโดยยังไม่มีการทดสอบรับรอง แต่ข้อความที่เป็นไปได้ควรวินิจฉัยน้ำหนักที่พบรึได้ หรือจะใช้ประกอบความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงทั้งหลายที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์นั้น ๆ ได้

เนื่องจากสมมุติฐานยังมิได้มีการทดสอบยืนยันว่าจริงหรือไม่ สมมุติฐานจึงอาจผิดหักหมก ถูกหักหมก หรือถูกบ้างผิดบ้างก็ได้ในบางส่วน เมื่อตั้งสมมุติฐานแล้วก็จะต้องมีการทดลองทางข้อมูล เพื่อทดสอบสมมุติฐานนั้น ๆ ถ้าข้อมูลที่ได้ผลตรงข้ามกับสมมุติฐาน สมมุติฐานนั้น ก็จะถูกยกเลิกไป แต่ถ้าข้อมูลสนับสนุนเพียงบางส่วน สมมุติฐานก็จะถูกปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดสอบโดยการทดลองครั้งต่อ ๆ ไป สมมุติฐานที่ได้รับการทดสอบยืนยันว่า เป็นความจริงแล้วก็อาจจะกลายเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีก็ได้แต่กรณี

10. ทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ มีสาระสำคัญ 2 ประการคือ ระบุสิ่งที่จะสังเกต และระบุการกระทำซึ่งอาจได้จากการวัดทดสอบ หรือจากการทดลอง

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมุติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุก่อให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลอง คือ เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผล เช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากการตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน ไม่เข้ามายังทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรต้นอื่น ๆ ที่เรายังไม่ต้องการศึกษาให้คงที่เพื่อไม่ให้ตัวแปรต้นเหล่านี้มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอนคือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง ๆ เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง อุปกรณ์ และสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการจริง

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การ纪录บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

13. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล คือ ความสามารถในการที่จะบอกความหมายของข้อมูลซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพต่าง ๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลนั้นจะนำไปสู่การคำนวณความคิดเห็นจากข้อมูลหรือการตั้งสมมุติฐาน ส่วนการสรุปนั้นเป็นการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมดสรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ภายในขอบเขตของการทดลองนั้น ๆ

กิจกรรมที่ 2.2.2

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึงอะไร และมีทักษะอะไรบ้าง

เรื่องที่ 2.2.3 การเขียนจุลประสังค์การเรียนรู้

ผู้ที่มีหน้าที่ในการเขียนจุลประสังค์การเรียนรู้โดยตรง คือครูผู้สอนวิชานั้น ๆ แต่ในทางปฏิบัติแล้ว ครูที่สอนวิชาเดียวกันจะมาร่วมกันเขียนโดยคณะกรรมการวิชาการของกลุ่มโรงเรียน เป็นผู้ดำเนินการ แต่สำหรับวิทยาศาสตร์ จุลประสังค์การเรียนรู้ สสวท. (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) เป็นผู้ดำเนินการเขียนให้ครูวิทยาศาสตร์ จุลประสังค์การเรียนรู้ที่ครูใช้สอนในห้องเรียน จะต้องสอดคล้องกับจุลประสังค์ของหลักสูตรวิชานั้น ๆ และคำอธิบายรายวิชา ซึ่งห้องสองอย่างนี้จะทราบศึกษาธิการกำหนดขึ้นให้ทุกโรงเรียนยึดถือเป็นหลักในการจัดการเรียนการสอน ดังนั้น เพื่อให้มีความสอดคล้องกันดังกล่าว ควรจะมีตารางวิเคราะห์ความสอดคล้องของจุลประสังค์ก่อน ดังนี้

การสร้างตารางวิเคราะห์ความสอดคล้องของจุลประสังค์ ลักษณะของตารางมีส่วน-ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

จุลประสังค์หลักสูตรวิชา วิทยาศาสตร์	พฤติกรรม	เนื้อหา

จากการในช่องแรก เป็นจุลประสังค์ของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งนำมาจากเอกสารหลักสูตร ช่องสอง เป็นพฤติกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์จุลประสังค์ช่องแรกและช่องสาม เป็นเนื้อหาของวิชาที่นำมาวิเคราะห์ ซึ่งได้มาจากการอธิบายรายวิชาในหลักสูตร

ตัวอย่างการวิเคราะห์ความสอดคล้องของจุดประสงค์ ว. 101

จุดประสงค์หลักสูตรวิชา วิทยาศาสตร์ ว. 101	พฤติกรรม	เนื้อหา
<p>เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเรื่องสารค่าง ๆ สามารถใช้อุปกรณ์พื้นฐานมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนมีความตระหนักในบทบาทและผลกระทำในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ความรู้ - ความเข้าใจ - การนำไปใช้ - ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - ความคิดสร้างสรรค์ - ตระหนัก 	<ul style="list-style-type: none"> - วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - ความสำคัญและสมบัติของน้ำและสารรอบตัว - การแยกสารและลิ่งเจือปนออกจากกัน - การใช้น้ำ - ผลิตผลทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(จุดประสงค์ของหลักสูตรรายวิชาจะเขียนไว้ในคำอธิบายรายวิชาด้วย)

การสร้างตารางวิเคราะห์พฤติกรรม ภายหลังจากทำตารางวิเคราะห์ความสอดคล้องแล้ว เพื่อให้ได้แนวทางในการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เหมาะสม คือ จุดประสงค์ไหนควรจะเน้นมากหรือน้อย นอกจากนี้ ยังใช้เป็นแผนผังในการเขียนข้อสอบวัดความรู้จุดประสงค์การเรียนรู้ และใช้ในการวางแผนการสอนอีกด้วย การทำตารางมีวิธีการดังนี้

ตัวอย่างการสร้างตารางวิเคราะห์พฤติกรรม เรื่องน้ำ

เนื้อหา	พฤติกรรม					
	ความรู้	ความเข้าใจ	การใช้	ทักษะ	ความคิดสร้างสรรค์	ครรภ์
1. ความสำคัญของน้ำ			1			
2. แหล่งน้ำ						
3. ภูมิศาสตร์ของน้ำ						
4. สมบัติของน้ำ						
5. การทำให้น้ำสะอาด						
6. น้ำเสีย						
รวม			1			

จากตารางวิเคราะห์พฤติกรรมจะเป็นตาราง 2 ทาง คือด้านเนื้อหาและพฤติกรรม การวิเคราะห์จะทำโดยคณะกรรมการหรือกลุ่มนักศึกษาที่มีหน้าที่ในการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยแต่ละคนจะให้น้ำหนักความสำคัญในตารางโดยใช้เกณฑ์ ความมากน้อยของเนื้อหา (รายละเอียดของเนื้อหาแต่ละเรื่อง) ความสำคัญของจุดประสงค์ที่จะเน้น โดยในแต่ละช่องอาจกำหนดให้น้ำหนักสูงสุด เป็น 5 หรือเท่าไรก็ได้ แต่ทุกช่องมีค่าสูงสุดเท่ากัน เมื่อได้ผลการให้น้ำหนักของแต่ละคนมาแล้วก็สามารถกันในแต่ละช่อง และจึงนำมารวบเป็นร้อยละ ดังตัวอย่างข้างล่างนี้

ตารางแสดงผลการรวมน้ำหนักคะแนนจากการ 5 ท่าน

เนื้อหา	พฤติกรรม						รวม
	ความรู้	ความเข้าใจ	การใช้	หักษะ	ความคิดสร้างสรรค์	กระหนัก	
1	14	16	15	23	8	2	78
2	17	23	22	23	10	1	96
3	16	20	24	18	12	1	91
4	18	19	20	23	7	2	89
5	13	17	21	18	3	5	77
6	19	22	19	19	3	4	86
รวม	97	117	21	124	43	15	517

ตารางแสดงผลการคิดน้ำหนักคะแนนเป็นร้อยละ

เนื้อหา	พฤติกรรม						รวม
	ความรู้	ความเข้าใจ	การใช้	หักษะ	ความคิดสร้างสรรค์	กระหนัก	
1	3	3	3	4	2	1	16
2	3	4	4	4	2	-	17
3	3	4	5	3	2	-	17
4	3	4	4	4	2	-	17
5	2	3	4	3	1	2	15
6	4	4	4	4	1	1	18
รวม	18	22	24	22	10	4	100

จากตารางแสดงค่าร้อยละของน้ำหนักคะแนนที่คิดมาจากการแสดงผลรวมน้ำหนักในการแปลงเป็นร้อยละของแต่ละช่องจะได้ค่าไม่ลงตัวพอตีจะมีเศษเป็นเศษนิยม ดังนี้ เราควรปัดให้เป็นจำนวนเต็ม กรณีที่หลังจุดศูนย์มีตัวเลข 5 ขึ้นไป ด้วยเหตุนี้ ทำให้ช่องรวม รวมกันไม่ได้ค่า 100 พอดี อาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่า ประมาณ 3-4 ดังนั้น เราควรจะปรับให้จำนวนเต็ม 100 โดยการเพิ่มหรือลดในช่องต่าง ๆ ตามความเห็นส่วนใหญ่ของกรรมการที่ทำจุดประสงค์

เมื่อได้ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมแล้ว เรายังใช้ตารางนี้เป็นแนวทางในการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ และการออกข้อสอบตามจุดประสงค์ ในการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ จากตารางจะทำให้ผู้เขียนทราบว่า จะเขียนจุดประสงค์ให้นักเรียนมีพฤติกรรมอะไรบ้างในแต่ละเนื้อหา และมีจำนวนจุดประสงค์ลักษณะใดในแต่ละพฤติกรรม และแต่ละเนื้อหา ในกรณีที่ผู้เขียนกำหนดให้จุดประสงค์ 1 ข้อ เขียนข้อสอบได้ 1 ข้อ แต่ถ้าเป็นจุดประสงค์ที่สามารถเขียนข้อสอบได้มากกว่า 1 ข้อ จำนวนจุดประสงค์จะไม่เท่ากับจำนวนเลขในตาราง

ส่วนประกอบของจุดประสงค์การเรียนรู้ ก่อนที่จะกล่าวถึงส่วนประกอบของจุดประสงค์ การเรียนรู้ เรายังรู้ถึงความหมายก่อน

จุดประสงค์การเรียนรู้หมายถึง จุดประสงค์ในการเรียนการสอนที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนแสดงออก หรือมีพฤติกรรม (Behavior) ภายหลังจากเรียนรู้แล้วทั้งทางพูดคิสส์ และทักษะพิสัย ภายใต้เงื่อนไข (Condition) ที่กำหนดและเกณฑ์ (Criteria)

จากความหมายดังกล่าว จะเห็นว่าจุดประสงค์การเรียนรู้ มีส่วนประกอบดังนี้

1. ผู้แสดงพฤติกรรมที่ต้องการ ได้แก่ นักเรียนหรือนักศึกษา
2. พฤติกรรมที่คาดหวัง (Expected Behavior) หมายถึงพฤติกรรมที่ผู้สอนต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนภายหลังเรียนรู้แล้ว พฤติกรรมบางอย่างสามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจน บางอย่างก็ไม่เห็นชัดเจน โดยเฉพาะทางด้านจิตพิสัย จุดประสงค์ที่ใช้ในการเรียนการสอนเราเคยเรียกว่าจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพราะเราเขียนเฉพาะพฤติกรรมที่สังเกตเห็นได้เท่านั้น ปัจจุบันเราเรียกว่าจุดประสงค์การเรียนรู้ เพราะพฤติกรรมบางอย่างทางด้านจิตพิสัยไม่สามารถสังเกตเห็นได้

3. ผลของพฤติกรรม (Result of Behavior) เป็นการแสดงออกหรือสิ่งที่นักเรียนแสดงออกมา

4. สสถานการณ์หรือเงื่อนไข (Condition or given) เป็นสิ่งที่เรากำหนดขึ้นหรือขอบเขตของการเกิดพฤติกรรมตามที่ผู้สอนต้องการ

5. เกณฑ์ (Criteria) เป็นสิ่งที่บ่งบอกว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แล้วหรือยัง ถ้าผู้เรียนสามารถทำได้ตามที่กำหนดไว้ ก็แสดงว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แล้ว

ส่วนประกอบทั้ง 5 ที่กล่าวมานี้มีบางท่านบอกว่าบางส่วนไม่ค่อยมีความสำคัญ เราไม่จำเป็นต้องเขียนลงไปในจุดประสงค์ทุกข้อก็ได้ เช่น ผู้แสดงพฤติกรรม เพราะเป็นที่เข้าใจกันว่าหมายถึงใคร และผลของพฤติกรรมซึ่งก็จะเป็นส่วนหนึ่งของพฤติกรรมหรือเป็นส่วนขยายของพฤติกรรม ซึ่งก็จัดเป็นสถานการณ์หรือเงื่อนไข ดังนั้น จุดประสงค์การเรียนรู้ก็น่าจะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1. พฤติกรรมที่คาดหวัง

2. สถานการณ์หรือเงื่อนไข

3. เกณฑ์

ตัวอย่างการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ครบ 5 ส่วน

1. เมื่อกำหนดชื่อสารต่าง ๆ ให้ ¹/นักเรียน/² สามารถบอกได้ว่า/³ สารได้เป็นสารแม่เหล็ก/⁵ ได้ถูกต้องอย่างน้อย ⁴ ๙๐%

2. เมื่อให้คุณภาพสไลด์เรื่องเซลล์ ³ ภาพ/¹นักเรียน/² สามารถเขียน/⁴ ชื่อส่วนประกอบของเซลล์/⁵ ได้อย่างถูกต้องอย่างน้อย ² ภาพ

3. กำหนดสารให้ ¹ ชนิด/นักเรียน/² สามารถจำแนก/³ สารประกอบและของผสม/⁵ ได้ถูกต้องอย่างน้อย ⁴ ๗ ชนิด

ตัวอย่างการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ 3 ส่วน

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกได้ว่า/สารได้เป็นสารแม่เหล็ก/³ ได้ถูกต้อง

2. เขียนชื่อ/¹ ส่วนประกอบของเซลล์/² ได้ถูกต้อง

พฤษติกรรมที่ใช้เขียนจดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

1. ด้านพุทธิสัย มีพฤษติกรรมที่แสดงถึงการเรียนรู้ภายนอกหลังสอนจบแล้ว ในแต่ละสมรรถภาพ ดังนี้

1.1 ความรู้ พฤษติกรรมที่ใช้ได้แก่ นิยาม บอกรู้สั่ง จำแนก จัดหา ให้รายการจับคู่ เป็นต้น

1.2 ความเข้าใจ พฤษติกรรมที่ใช้ได้แก่ แปลความ อธิบาย ยกตัวอย่างตีความหมายสรุป จำแนกความแตกต่าง สาขาวิชา ขยายความ เป็นต้น

1.3 การนำไปใช้ พฤษติกรรมที่ใช้ได้แก่ ประยุกต์ สรุปอ้างอิง บอกร่วมสัมพันธ์ คำนวณ สาขาวิชา สร้าง ทำให้เป็นผลสำเร็จ แก้ปัญหา ถ่ายทอด หาผลลัพธ์ เป็นต้น

1.4 การวิเคราะห์ พฤษติกรรมที่ใช้ได้แก่ จำแนก สืบหา พิสูจน์ จัดประเภทใหม่ เพื่อจำแนก เปรียบเทียบ หาความสัมพันธ์ เป็นต้น

1.5 การสังเคราะห์ พฤษติกรรมที่ใช้ได้แก่ ออกแบบ วางแผนสร้าง สร้างผลิต จัดรวม หาข้อสรุป สรุปหลักการ เป็นต้น

1.6 การประเมินค่า พฤษติกรรมที่ใช้ได้แก่ ประเมิน ตีค่า โต้แย้ง ตัดสินใจ ศึกษา เทียบคุณค่า พิจารณา วินิจฉัย เป็นต้น

2. ด้านจิตพิสัย มีพฤษติกรรมที่แสดงถึงการเรียนรู้ภายนอกหลังสอนจบแล้ว ดังนี้ เลือกเพื่อยอมรับ ตอบสนอง ควบคุม ยินยอม ติดตาม มอบหมาย รับรอง อาสา เป็นต้น

3. ด้านทักษะ มีพฤษติกรรมที่แสดงถึงการเรียนรู้ภายนอกหลังสอนจบแล้ว ดังนี้ การสร้าง การประกอบ การฝึก กระทำ เป็นต้น

ตัวอย่างจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นม. 1

จุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นม. 1 คัดมาจากคู่มือครุวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ว. 101 ฉบับปรับปรุง ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2521 ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งคัดมาเป็นตัวอย่าง 1 บท ดังนี้

น้ำเพื่อชีวิต

จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อเรียนจะหน้า นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ได้ น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน น้ำบาดาล ระดับน้ำในดิน ระดับน้ำบาดาล วัฏจักรของน้ำ จุดเดือด จุดหลอมเหลว จุดเยือกแข็ง การควบแน่นของน้ำ น้ำอ่อน น้ำกระด้างถาวร น้ำกระด้างชั่วคราว น้ำเสีย
2. อธิบายความสำคัญของป่าไม้ และตระหนักรถึงคุณค่าของป่าไม้ที่มีผลต่อการหมุนเวียน ของน้ำในธรรมชาติได้
3. อธิบายความสำคัญของน้ำที่มีต่อการดำรงชีวิตในด้านต่าง ๆ ได้
4. อธิบายความสำคัญของแหล่งน้ำต่าง ๆ ทั้งที่เกิดโดยธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น พร้อมทั้งยกตัวอย่างแหล่งน้ำที่สำคัญได้
5. อธิบายและตระหนักรถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้จำนวนมาก ๆ ได้
6. อธิบายและแปลความหมายจากข้อมูลและภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ขณะที่น้ำเปลี่ยนสถานะได้
7. นำความรู้เกี่ยวกับน้ำกระด้างไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
8. อธิบายหลักการของการตอกตะกอน การกรอง และการกลั่น ตลอดจนการนำความรู้ ดังกล่าวไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
9. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับการแยกสารเจือปนในน้ำโดยวิธีต่าง ๆ ได้
10. อธิบายถึงการเก็บน้ำเสียอันมีสาเหตุมาจากลิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือนจากการอุตสาหกรรม และจากการเกษตร ตลอดจนของวิธีป้องกันเบื้องต้นได้
11. ตระหนักรถึงคุณค่าของน้ำตลอดจนใช้น้ำอย่างประหยัด
12. มีจิตสำนึกรักและแสดงความรับผิดชอบต่อการรักษาแหล่งน้ำให้มีสภาพดีได้
13. ตั้งสมมุติฐานจากปัญหาที่เกิดขึ้น และคิดหาวิธีทดลองและดำเนินการทดลอง เพื่อ ทดสอบสมมุติฐานนั้นได้

จากตัวอย่างจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่าเขียนครอบคลุมทั้งด้าน พุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย แต่ทางด้านจิตพิสัยคำที่ใช้แสดงว่า “นักเรียนเกิดเรียนรู้แล้วจะ ใช้คำว่า “ตระหนัก” จิตสำนึกระและแสดงความรับผิดชอบ ซึ่งไม่ใช่พฤติกรรมที่สังเกตเห็นได้ ซึ่งก่อน ปรับปรุงจุดประสงค์การเรียนรู้นี้เรียกว่า “จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม” แต่จากที่กล่าวมาแล้วตอนต้น ว่า ถ้าเรียกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม การเขียนพฤติกรรมด้านจิตพิสัยจะมีปัญหามาก เพราะไม่ สามารถจะหาพฤติกรรมมาแทนคุณลักษณะบางตัวทางจิตพิสัยได้ พอกเปลี่ยนมาเป็นจุดประสงค์การ เรียนรู้ การใช้พฤติกรรมทางด้านจิตพิสัย จึงไม่ค่อยมีปัญหา เพราะใช้พฤติกรรมที่ไม่สังเกตเห็น ได้ ดังตัวอย่างที่กล่าวมาแล้ว

ประโยชน์ของจุดประสงค์การเรียนรู้

1. เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ทำให้ผู้สอนรู้ว่าควรจะจัดการเรียนการ สอนอย่างไร เพื่อให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์
2. เป็นแนวทางในการเลือกและสร้างสื่อการสอน ทำให้ผู้สอนสามารถเลือกสื่อการ สอน หรือสร้างสื่อการสอนได้เหมาะสม และมีประสิทธิภาพที่ทำให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์
3. เป็นแนวทางการเรียนของผู้เรียน ถ้าหากเรียนได้ทราบจุดประสงค์การเรียนรู้ย่อม ทำให้ผู้เรียนปรับปรุงตัวเองเพื่อให้ได้บรรลุจุดประสงค์
4. เป็นแนวทางในการประเมินผลการเรียนการสอน ทำให้ผู้สอนสามารถเขียนข้อสอบ วัดได้ตรงจุดประสงค์ และตัดสินผลการเรียนของนักเรียนได้ว่า “รอบรู้หรือผ่าน-ไม่ผ่าน” จุดประสงค์ หรือไม่
5. เป็นแนวทางในการสอนช่องเสริม ผลการประเมินรายจุดประสงค์จะช่วยให้ผู้สอน จัดสอนช่องเสริมได้ตรงกับสิ่งที่นักเรียนยังไม่เกิดการเรียนรู้

กิจกรรมที่ 2.2.3

1. ให้นักศึกษาวิเคราะห์จุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิชาภาษาศาสตร์ชั้น ม.ต้น และ ชั้นม.ปลาย จากบทที่ 1 หัวข้อ 1.2.1 และ 1.2.2 ว่ามีพฤติกรรมอะไรบ้าง
2. ถ้าจะสอนเรื่องทรัพยากรธรรมชาติ จะมีจุดประสงค์การเรียนรู้อะไรบ้าง งเขียนให้ครอบคลุมด้านพุทธิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ด้านละอย่างน้อย 3 ข้อ
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ มีประโยชน์อย่างไร

สรุปบทที่ 2

เนื้อหาที่ 2.1 ประเภทของจุดประสงค์การเรียนรู้

ประเภทของจุดประสงค์การเรียนรู้ บลูมและคณะได้แบ่งจุดประสงค์การเรียนรู้ออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิสัย (Cognitive Domain) ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) และด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) แต่ละด้านจะแบ่งออกเป็นสมรรถภาพอย่าง ๆ ออกไปอีก ดังนี้

ด้านพุทธิสัย แบ่งออกเป็นความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล

ด้านจิตพิสัย แบ่งออกเป็น การรับ การตอบสนอง ความยินดีสนองตอบ การสร้างค่านิยม การจัดระเบียบค่านิยม และลักษณะนิสัยที่เกิดจากค่านิยม

ด้านทักษะพิสัย แบ่งออกเป็นการเคลื่อนไหวทางกาย การเคลื่อนไหวที่ต้องใช้ประสานรวม ๆ กัน การสื่อสารโดยใช้ทางแลกเปลี่ยนทางภาษา

เนื้อหาที่ 2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้วิชาภาษาศาสตร์

เรื่องที่ 2.2.1 Klopfer ได้ทำการวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้วิชาภาษาศาสตร์ ไว้มี 6 ลักษณะคือ

- ความรู้และความเข้าใจ
- กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- การใช้ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์
- ทักษะในการปฏิบัติ
- เจตคติและความสนใจ
- คุณค่าของวิชาวิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 2.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชิง สสวท. ใช้เป็นตัวกำหนดคุณ

มุ่งหมายของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มี 13 ทักษะ คือ

- การสังเกต
- การวัด
- การจำแนกประเภท
- การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส สเปสกับเวลา
- การคำนวณ
- การจัดกราฟทำข้อมูลและการสื่อความหมาย
- การลงความเห็นจากข้อมูล
- การพยากรณ์
- การตั้งสมมติฐาน
- การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติ
- การกำหนดและควบคุมตัวแปร
- การทดลอง
- การศึกษาความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

เรื่องที่ 2.2.3 การเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ ก่อนเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้

ควรสร้างตารางวิเคราะห์ความล่อคอกล่องของจุดประสงค์ และสร้างตารางวิเคราะห์พฤติกรรมแล้วจึงเริ่มลงมือเขียนจุดประสงค์

จุดประสงค์การเรียนรู้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ ๆ 3 ส่วนคือ พฤติกรรมที่คาดหวัง สถานการณ์หรือเงื่อนไข และเกณฑ์จุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ควรเขียนให้ครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย

ประโยชน์ของจุดประสงค์การเรียนรู้มีดังนี้

1. เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน
2. เป็นแนวทางในการเลือกและสร้างสื่อการสอน
3. เป็นแนวทางการเรียนของนักเรียน
4. เป็นแนวทางในการประเมินผล
5. เป็นแนวทางในการสอนช้อมเสริม

แบบฝึกหัดบทที่ 2

1. จุดประสงค์การเรียนรู้ตามแนวของ Klopfer มีอะไรบ้าง
2. จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ ออกเป็น 5 ขั้น คือ
 - ขั้นกำหนดปัญหา การค้นสมมติฐาน การทดลอง การวิเคราะห์ข้อสอบ และการสรุปผล
3. ถ้าจะสอนเรื่อง "การทดลองแยกน้ำด้วยกระดาษฟ้า" ทำนิสิตมุ่งหมายให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อะไรบ้าง
4. จุดประสงค์การเรียนรู้มีส่วนประกอบอะไรบ้าง และยกตัวอย่างประกอบพร้อมบอกส่วนประกอบด้วย
5. ถ้าจะสอนเรื่อง น้ำ จะมีจุดมุ่งหมายการเรียนรู้อะไรบ้าง เขียนให้ครบ 3 ด้าน คือ พุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ด้านละ 2 ข้อ
6. จุดประสงค์การเรียนรู้มีประโยชน์อย่างไร

แนวคิด

แนวคิดกิจกรรม 2.1.1

- ข้อ 1. ให้นักศึกษาอ่านจากเรื่องที่ 2.1.1 โดยตอบเฉพาะข้อใหญ่ 6 ข้อ
- ข้อ 2. ให้นักศึกษาอ่านจากเรื่องที่ 2.1.1 ข้อ 2.00 ความเข้าใจ
- ข้อ 3. ให้นักศึกษาอ่านจากเรื่องที่ 2.1.1 ข้อ 4.00 การวิเคราะห์
- ข้อ 4. การจัดเรียนลำดับของพุติกรรมย่อๆ ด้านพุทธิสัย จัดเรียงตามพุติกรรม การเรียนรู้ขั้นพื้นฐานไปยังพุติกรรมการเรียนรู้ขั้นสูงหรือที่ลับซึ่งกันมากขึ้น และให้นักศึกษา ยกตัวอย่างพุติกรรมขั้นพื้นฐาน และพุติกรรมขั้นสูงจากเนื้อเรื่องที่ 2.1.1

แนวคิดกิจกรรม 2.1.2

- ข้อ 1. ให้นักศึกษาอ่านจากเรื่อง 2.1.2 โดยตอบเฉพาะข้อใหญ่ๆ 5 ข้อ
- ข้อ 2. ให้นักศึกษาอ่านจากเรื่อง 2.1.2 หัวข้อ 2.00 การสนองตอบ
- ข้อ 3. ตอบตามลำดับขั้นการพัฒนาทางด้านจิตพิสัยทั้ง 5 ขั้น เช่นขั้นการรับรู้ของบุคคล ที่ได้รับการยกย่องว่าเป็นคนชื่อสัตย์ จะได้รับรู้หรือพบตัวอย่างของคนชื่อสัตย์ซึ่งเป็นคนดี สังคม ยกย่อง หรือคนทั่วไปนับถือจนทำให้ตัวเองเกิดความรักและนิยามในการกระทำของคน ๆ นั้น ขั้น การสนองตอบ ต่อมากบุคคลนี้จะยอมรับพังคำพูดหรือคำสั่งสอนจากคนที่ตัวเองเชื่อถือและปฏิบัติตาม คำชี้แนะด้วยความเคารพและด้วยความฟังพอดี ส่วนขั้นการพัฒนาต่อ ๆ มาให้นักศึกษาเขียนเอง ตามแนวนี้

แนวคิดกิจกรรม 2.1.3

ให้นักศึกษาตอบโดยอ่านจากเรื่องที่ 2.1.3 ตอบ เป็นข้อ ๆ ตามขั้นของการพัฒนา

แนวคิดกิจกรรม 2.2.1

- ข้อ 1. ให้นักศึกษาอ่านเรื่องที่ 2.2.1 แล้วตอบเป็นข้อสั้น ๆ
- ข้อ 2. เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้มาจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ถ้า เราสอนให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แล้วนักเรียนสามารถนำไปใช้ศึกษาหา

ความรู้เพิ่มเติมอีกได้ ทำให้เกิดความรู้เพิ่มเติมขึ้นเรื่อยๆ ส่วนจะทำย่างไรหรือสอนอะไรบ้างให้นักศึกษาอ่านจากเรื่อง 2.2.1 ในตอนจุดประสงค์ของคลอฟเฟอร์ ข้อ 2

ข้อ 3. ให้นักศึกษาอ่านเรื่องที่ 2.1.1 และ 2.2.1 แล้วจำแนกจุดประสงค์ของ Klopfer ออกเป็น 3 ด้าน โดยเขียนว่าแต่ละด้านมีจุดประสงค์ของ Klopfer อะไรบ้าง

แนวคิดกิจกรรม 2.2.2

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง การปฏิบัติหรือการกระทำกิจกรรมต่างๆ ในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปผลมี 13 ทักษะ อ่านในเรื่อง 2.2.2

แนวคิดกิจกรรม 2.2.3

ข้อ 1. ดูแนวการตอบจากเรื่องที่ 2.2.3 ซึ่งมีตัวอย่างการวิเคราะห์ความสอดคล้องของจุดประสงค์ 2.101

ข้อ 2. ให้นักศึกษาดูตัวอย่างการเขียนจากตัวอย่างจุดประสงค์การเรียนรู้วิชา วิทยาศาสตร์ ขั้น ม.1

ข้อ 3. ให้นักศึกษาอ่านจากเรื่องที่ 2.2.3 ตอนท้าย ๆ

แนวคิดแบบฝึกหัดที่ 2

ข้อ 1. นักศึกษาตอบโดยอ่านเรื่องที่ 2.2.1

ข้อ 2. นักศึกษาตอบโดยอ่านเรื่องที่ 2.2.2 แล้วจัดทักษะออกเป็น 5 กลุ่ม เช่น ขั้นกำหนดปัญหาใช้ทักษะ การสังเกต และการนิยามเชิงปฏิบัติการ ขั้นตั้งสมมติฐาน ใช้ทักษะ การตั้งสมมติฐาน ขั้นทดลองใช้ทักษะ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง เป็นต้น

ข้อ 3. นักศึกษาตอบโดยอ่านเรื่องที่ 2.2.2 แล้วพิจารณาเลือกทักษะที่เหมาะสมมาตอบให้สอดคล้องกับเรื่องที่สอน

ข้อ 4. นักศึกษาตอบโดยอ่านเรื่องที่ 2.2.3 โดยจะออกส่วนประกอบเป็น 5 ส่วน หรือ 3 ส่วนก็ได้ แล้วยกตัวอย่างประกอบ แบบตัวอย่างใน 2.2.3

ข้อ 5. นักศึกษาตอบโดยใช้พัฒนาระบบในเรื่องที่ 2.2.3 ตอนพัฒนาระบบที่ใช้เชิงจุล-
ประส่งค์การเรียนรู้วิชาชีวเคมีศาสตร์ เนื้อหาเรื่องน้ำ ให้เพิ่มเติมรายละเอียดของเนื้อหา เช่น
สมบัติของน้ำ การทำงานให้สะอาด น้ำเสีย เป็นต้น

ข้อ 6. นักศึกษาตอบโดยอ่านเรื่องที่ 2.2.3 ตอนประเมินของจุดประส่งค์การเรียนรู้

บรรณานุกรม

บุญเชิด กิจโภอนันตพงษ์. การวัดและการประเมินผลการศึกษา : ทฤษฎีและการประยุกต์.

กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์, ม.บ.ป. :

บุญมี พันธุ์ไทย. "แนวทางการวิเคราะห์ความสมบูรณ์ของจุดประสงค์การเรียนรู้" การพัฒนา
งานวัดผล ๓. หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2527 (ฉบับอัดสำเนา)

ประสานวงศ์ บูรณพิมพ์. "การเบรี่ยมเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ที่มีรูปแบบการคิดต่างกันในโรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัย" วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

ศึกษานิเทศก์, หน่วย กรมสามัญศึกษา. การสร้างเครื่องมือวัดความจุประสงค์การเรียนรู้ใน
สมรรถภาพด้านต่างๆ. ลำดับที่ 2/2530 (ฉบับอัดสำเนา)

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. คู่มือครุวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 1
ว. 101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ประชาชน, 2531.

สมบูรณ์ สุริยวงศ์ และสมจิตต์ เรืองศรี. การประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร:
รุ่งศิลป์การพิมพ์, 2525.

อุทุมพร ทองอุ่น. สารบบจำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษา การจัดทำวัดถ่วงคุณภาพส่งค์ทาง
การศึกษา คู่มือเล่ม 1 : พุทธบริษัท. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์-
มหาวิทยาลัย, 2523.

อุทุมพร ทองอุ่น. สารบบจำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษา การจัดทำวัดถ่วงคุณภาพส่งค์ทาง
การศึกษา คู่มือเล่ม 2 : จิตศรีบริษัท. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์-
มหาวิทยาลัย, 2523.

Bloom, Benjamin S. and others. **Handbook on Formative and Summative
Evaluation of Student Learning.** New York: McGraw-Hill, 1971.
