**แผนบริหารประจำบทที่ 9**

**การวัดและประเมินผลในรายวิชาวิทยาศาสตร์**

**วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**

 หลังจากศึกษาบทเรียนนี้แล้วนักศึกษาสามารถ

 1. บอกความหมายของการวัดและประเมินผลได้

 2. ระบุจุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผลในรายวิชาวิทยาศาสตร์ได้

 3. บอกประเภทของการประเมินได้ถูกต้อง

 4. อธิบายวิธีการสร้างแบบทดสอบแต่ละประเภทได้

5. อธิบายลำดับขั้นตอนการประเมินผลได้

6. บอกลักษณะของแบบทดสอบที่ดีได้

 7. อธิบายการประเมินตามสภาพจริง การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน และการประเมินภาคปฏิบัติได้

 8. บอกความสำคัญของการประเมินตามสภาพจริง การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน และประเมินภาคปฏิบัติที่มีผลต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้

 9. บอกวิธีการวัดพฤติกรรมด้านความสนใจและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้

 10. ระบุวิธีการประเมินการสังเกตความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และการใช้แบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจต่อวิทยาศาสตร์ได้

 11. ระบุเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตามสภาพจริงได้

 12. ระบุวิธีการประเมินภาคปฏิบัติในทางวิทยาศาสตร์

**เนื้อหา**

การวัดผลและประเมินผล

 ความหมายของการวัดผล

 ความหมายของการประเมินผล

ประเภทของการการวัดผลและประเมินผล

 การประเมินผลย่อย

 การประเมินผลรวม

 การวัดผลแบบอิงกลุ่ม

 การวัดผลแบบอิงเกณฑ์

 การตัดสินแบบอิงตนเอง

 การวัดผลและประเมินผลของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

 การประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียน

 การประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียน

จุดมุ่งหมายของการวัดผและประเมินผลรายวิชาวิทยาศาสตร์

ลำดับขั้นตอนในการวัดและประเมินผลการศึกษา

การประเมินพฤติกรรมที่พึงประสงค์รายวิชาวิทยาศาสตร์

การวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

 แนวคิดและทฤษฎีที่เป็นแนวในการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้

 แบบทดสอบวัดความรู้

 คุณลักษณะของแบบทดสอบวัดความรู้

 การวางแผนการออกข้อสอบ

 การสร้างข้อสอบ

 การปรับปรุงข้อสอบ

 การวิเคราะห์ข้อสอบสำหรับข้อสอบแบบอิงกลุ่ม

 การวิเคราะห์ข้อสอบสำหรับข้อสอบแบบอิงเกณฑ์

 ลักษณะข้อสอบวัดดพฤติกรรมด้านต่างๆ

การวัดผลการเรียนการสอนแบบต่าง ๆ

 การวางแผนการวัดผลประจำภาคเรียน

 การวัดพฤติกรรมด้านปฏิบัติการ

 การวัดพฤติกรรมด้านความสนใจและเจตคติทางวิทยาศาสตร์

วิธีการประเมินที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

 การประเมินตามสภาพจริง

 การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน

สรุป

คำถามท้ายบท

**วิธีสอนและกิจกรรม**

1. แจกเอกสารประกอบการสอนให้นักศึกษาทุกคนหลังจากนั้นแบ่งนักศึกษาออกเป็น

กลุ่มจำนวน 4 กลุ่ม

2. แต่ละกลุ่มศึกษาเอกสารแล้วสรุปตามหัวข้อต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 สรุปความหมายของการวัดและประเมินผล

กลุ่มที่ 2 สรุปจุดมุ่งหมายของการประเมินผลในรายวิชาวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ 3 สรุปประเภทของการประเมิน

กลุ่มที่ 4 สรุปการประเมินในทางวิทยาศาสตร์

3. หลังจากนั้นให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน พร้อมซักถามข้อสงสัยระหว่าง

กลุ่ม

4. ผู้สอนสรุปประเภทของแบบทดสอบ ลักษณะของแบบทดสอบที่ดี การวัดพฤติกรรม

ด้านความสนใจและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ วิธีการประเมินที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและการประเมินภาคปฏิบัติโดยใช้แผ่นโปร่งใสอธิบายสรุป

5. เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถามข้อสงสัย

6. ตอบคำถามท้ายบท

**สื่อการเรียนการสอน**

1. สื่อการสอนพาวเวอร์พอยท์ เรื่อง การวัดและประเมินผลในรายวิชาวิทยาศาสตร์

2. ใบงานแบบตอบคำถามท้ายบท

3. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาวิธีการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

**การวัดและประเมินผล**

1. ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม

2. ความถูกต้องของคำตอบคำถามท้ายบท

3. การนำเสนอประเด็นคำถามเพื่อการอภิปราย

**บทที่ 9**

**การวัดผลประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์**

 การวัดและประเมินผล เป็นองค์ประกอบหนึ่งในกระบวนการเรียนการสอนในชั้นเรียน กล่าวคือ มีการสอน การเรียน และการวัดผลประเมินผล ครูวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับการวัดผล การประเมินผล พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์ การวัดผลการเรียนการสอน การสร้างข้อสอบ ลักษณะของข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านต่าง ๆ

**การวัดผลและประเมินผล**

 การวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกัน มีความหมายครอบคลุมกิจกรรม

ที่มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกัน 2 ลักษณะคือ “การวัดผล และ “การประเมินผล” ซึ่งได้มีผู้ให้

ความหมายของการวัดผลและการประเมินผลไว้หลากหลาย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

**1. ความหมายของการวัดผล**

 การวัดผลเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญต่อการสอนวิทยาศาสตร์ทั้งนี้เนื่องจากการวัดผลจะสามารถบอกได้ว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หรือไม่อย่างไร มีผู้ให้ความหมายของการวัดผลไว้ดังนี้

 เยาวดี วิบูลย์ศรี (2544: 91) ได้กล่าวถึงความหมายของการวัดผลว่า หมายถึงการกำหนดตัวเลขให้กับสิ่งหนึ่งตามกฎเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แล้วสังเกตว่ามีประมาณเท่าไร กล่าวง่ายๆ คือการวัดผลนั้นจะทำให้เราตอบคำถามว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงมากเท่าไร ฉะนั้นการกำหนดตัวเลขในการจัดจึงมีจุดมุ่งหมายที่จะจำแนกหรือจัดอันดับตามความมากน้อยจากสิ่งที่วัดได้ ตลอดจนให้ผลการเปรียบเทียบสิ่งที่ถูกวัดนั้นอาจเป็นกิจกรรมหรือพฤติกรรม

 ศิริชัย กาญจนวาสี (2543: 14 -15) ได้ให้ความหมายของการวัดผลเป็นกระบวนการกำหนดตัวเลขให้แก่สิ่งต่างๆตามกฎเกณฑ์การวัดจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนคือ 1) จุดมุ่งหมายของการวัดต้องมีความชัดเจนว่าต้องการวัดอะไร ในสถานการณ์เช่นไร และวัดไปทำไม 2) เครื่องมือที่ใช้วัด เช่น แบบสอบถาม แบบตรวจสอบ รายการ แบบสอบสัมภาษณ์ มาตราส่วนประเมินค่า การสังเกตโดยตรง เป็นต้น โดยเครื่องมือต้องมีหน่วยที่ใช้ในการวัด มาตราเปรียบเทียบระหว่างหน่วยที่ได้จากการวัด และ 3) การแปลผลและนำไปใช้

สุมาลี จันทร์ชะลอ (2542 : 7) ได้ให้ความหมายของการวัดว่า “หมายถึงกระบวนการหรือวิธีการ เพื่อให้ได้จำนวนตัวเลข ซึ่งมีความหมายแทนปริมาณ หรือขนาดคุณสมบัติของสิ่งที่ต้องวัด”

จากความหมายที่นักการศึกษาได้ให้ไว้หลายท่าน สรุปได้ว่า การวัดผลเป็นการจัดกระทำให้ได้มาซึ่งตัวเลขที่แทนปริมาณ หรือขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด โดยใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพนั่นเอง การวัดผลนั้นมีจุดหมายอย่างกว้าง ดังนี้คือ 1) ทราบว่านักเรียนได้บรรลุเป้าหมายของการเรียนหรือไม่ นักเรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใด เพื่อเปรียบเทียบหรือบันทึกความเจริญงอกงามของการเรียนรู้ 2) เพื่อการแก้ไขปรับปรุงการเรียนการสอน โดยถือว่าการวัดผลเป็นองค์ประกอบหนึ่งในกระบวนการเรียนการสอน และ 3) เพื่อการประเมินผล การวัดผลบรรลุเป้าหมายในสิ่งที่สอนเป็นที่พอใจของผู้สอนหรือไม่

**2. ความหมายของการประเมินผล**

 การประเมินผลเป็นกระบวนการที่ต้องควบคู่ไปกับการวัดผล และได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการประเมินไว้ดังนี้

 เยาวดี วิบูลย์ศรี (2544 : 91) ได้ให้ความหมายของการประเมินว่าเป็นขบวนการตีความหมาย และตัดสินคุณค่าจากสิ่งที่วัดได้จากการวัดผล การประเมินผลต้องอาศัยวิธีการที่มีระบบแบบแผน ในการรวบรวมข้อมูลตลอดจนเหตุผลการพิจารณาตัดสินว่า กิจกรรมการศึกษานั้นดีหรือเลวอย่างไร เหมาะสมหรือไม่เหมาะสมประการใด

 ศิริชัย กาญจนวาสี (2543 : 15) ได้ให้ความหมายของการประเมินว่าเป็นกระบวนการตัดสินคุณค่าของสิ่งต่างๆ ตามเกณฑ์มาตรฐาน โดยทั่วไปการประเมินต้องอาศัยข้อมูลจากการวัดที่เป็นปรนัย แต่บางครั้งการประเมินต้องอาศัยการสังเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เพื่อตัดสินคุณค่าของสิ่งนั้น การประเมินมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนคือ ข้อมูลจากการวัด การตีความหมาย และการกำหนดคุณค่าตามมาตรฐาน

 สุมาลี จันทร์ชลอ (2542 : 4 ) ได้ให้ความหมายของการประเมินผลว่า “เป็นการตัดสินคุณค่าของสิ่งที่ต้องศึกษา โดยอาศัยข้อมูลและเปรียบเทียบกับเกณฑ์”

 อำนวย เลิศชยันตี (2542 : 4) ได้ให้ความหมายว่า “การประเมินผลนี้มีความหมายเป็นนกระบวนการของการค้นคว้าวิจัย เพื่อให้ได้มา ซึ่งมาตรฐานที่นำมาใช้ประกอบการตัดสินใจในการที่จะลงข้อสรุปว่าสิ่งที่ได้รับการประเมินมีคุณค่าสูง หรือต่ำเพียงใด ดี - เลว เหมาะสม - ไม่เหมาะสม ควร - ไม่ควร ผ่าน – ตก

 ภัทรา นิคมานนท์ (2543 : 12 ) ได้กล่าวถึงการประเมินผลว่าหมายถึงการนำเอาข้อมูลทั้งหลายที่ได้จากการวัดมาใช้ในการตัดสินใจ โดยหาข้อสรุป ตัดสินประเมินค่า หรือตีราคาโดยเปรียบเทียบกับข้อมูลอื่นๆ หรือเกณฑ์ที่ตั้งไว้

 สรุปได้ว่าการประเมินหมายถึงกระบวนการที่ทำต่อจากการวัดผล โดยการนำเอาข้อมูลที่ได้จากกการวัดผล มาวินิจฉัยตัดสินคุณค่า ในสิ่งที่ต้องการประเมินโดยอาศัยกฎเกณฑ์ ออกมาเป็นผลสรุป ว่า ตก – ผ่าน เหมาะ-ไม่เหมาะ ควร-ไม่ควร

**ประเภทของการวัดผลและประเมินผล**

 ในกระบวนการประเมินผลมีทั้งการวัดผลและการทดสอบ ซึ่งการวัดผลและการทดสอบจะให้ข้อมูลที่จำเป็นในการพิจารณาสถานะของตัวบุคคลหรือสถานการณ์ และการแปลผลของข้อมูลเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นที่ใช้ในการพิจารณาตัดสิน การประเมินผลเป็นงานที่ยุ่งยากที่สุดในหน้าที่การสอนของครู ครูจะต้องมีความเข้าใจหลักการในการประเมินผล การประเมินผลย่อย การประเมินผลรวม การวัดผลแบบอิงกลุ่ม การวัดผลแบบอิงเกณฑ์ การตัดสินแบบอิงตนเอง ดังนี้

 **1. การประเมินผลย่อย**

 การประเมินผลย่อย (formative evaluation) เป็นการประเมินเมื่อครูต้องการทราบพฤติกรรมที่ครูต้องการจะให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน ว่าได้เกิดขึ้นหรือได้เปลี่ยนแปลงไปตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ มีข้อบกพร่องที่จะปรับปรุงแก้ไขอย่างไร เป็นการประเมินผลย่อยเมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนหนึ่ง ๆ เพื่อจะได้แก้ไขสิ่งบกพร่องทั้งการสอนของครูและการเรียนของนักเรียน ลักษณะของข้อสอบในการประเมินผลย่อยนั้นจะต้องวัดตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เขียนไว้ในแต่ละหน่วยการเรียน เมื่อได้ทำการประเมินผลย่อยในแต่ละหน่วยการเรียนแล้ว ครูต้องพิจารณาว่ามีนักเรียนคนใดยังไม่บรรลุถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และมีจำนวนนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์เท่าใด ถ้ามีจำนวนนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์มาก ครูอาจต้องพิจารณาจัดการเรียนการสอนใหม่ อาจต้องจัดกิจกรรมหรืออุปกรณ์การเรียนการสอนใหม่ หรือเกณฑ์ที่กำหนดไว้อาจสูงเกินไปซึ่งครูต้องพิจารณาเกณฑ์ใหม่ แต่จำนวนนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์มีน้อย ครูอาจจัดสอนซ่อมเสริมเพื่อให้นักเรียนได้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

 **2.** **การประเมินผลรวม**

การประเมินผลรวม (summative evaluation) เป็นการประเมินผลรวมรวบยอดขั้นสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดการสอนในกระบวนการวิชานั้น ๆ เป็นการประเมินสถานการณ์หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมดโดยเน้นที่พฤติกรรม ทักษะและความรู้ของนักเรียน และเป็นการตัดสินผลการเรียนให้เกรด เกรดจะเป็นเครื่องชี้ให้นักเรียนสอบผ่านหรือสอบไม่ผ่าน ลักษณะของข้อสอบในการประเมินผลรวมจะต้องกระจายตลอดเนื้อหาวิชา เพื่อจะได้ข้อสอบที่เป็นตัวแทนของความรู้ทั้งหมดและสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

**3. การวัดผลแบบอิงกลุ่ม**

การวัดผลแบบอิงกลุ่ม (norm – referenced measurements) เกิดจากความเชื่อในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยถือว่าบุคคลมีความสามรถในการกระทำหรือปฏิบัติในเรื่องใด ๆ นั้นไม่เท่ากัน คนส่วนใหญ่จะมีความสามารถปานกลาง คนที่มีความสามารถเด่นหรือมีความสามารถด้อยมีอยู่ไม่มากนัก การวัดแบบอิงกลุ่มจึงใช้ในการแยกกลุ่มคนและจัดประเภทกลุ่มคน ใช้ในการเรียงลำดับที่การเปรียบเทียบความสามารถของนักเรียนในด้านความถนัดทางการเรียน ความสามารถในการใช้ภาษาและความสามารถทางวิชาการ การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่มจะเป็นข้อสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาวิชาการทั้งหมดเป็นส่วนใหญ่ ข้อสอบแต่ละข้อควรเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกนักเรียนได้และสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร การทดสอบแบบนี้ยึดเอานักเรียนส่วนใหญ่เป็นหลักในการเปรียบเทียบกับคนอื่น ๆ ในกลุ่มเดียวกัน การแปลความหมายของคะแนนแบบนี้จะทำให้ครูทราบได้ว่านักเรียนแต่ละคนนั้นอยู่ในตำแหน่งใดของกลุ่ม

**4. การวัดผลแบบอิงเกณฑ์**

การวัดผลแบบอิงเกณฑ์ (criterion – referenced measurements) ยึดตามแนวความเชื่อเรื่องการเรียนเพื่อรอบรู้ โดยพยายามส่งเสริมให้ผู้เรียนทั้งหมด หรือเกือบทั้งหมด ประสบความสำเร็จในการเรียน นักเรียนทุกคนควรได้รับการส่งเสริมและพัฒนาให้ถึงขีดความสามารถสูงสุดของแต่ละคน การวัดผลแบบอิงเกณฑ์ใช้ในการวัดว่านักเรียนแต่ละคนมีความก้าวหน้าหรือเรียนได้ผลตามวัตถุประสงค์ของกระบวนการวิชาเพียงใด เป็นการประเมินความรู้และทักษะที่นักเรียนได้มีการพัฒนาขึ้นในแต่ละสาขาวิชา แบบทดสอบสร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์ของการสอนอย่างละเอียด ข้อสอบสร้างจากเนื้อหาวิชาเฉพาะและจำกัด ความสำเร็จของนักเรียนในการทำข้อสอบพิจารณาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือมาตรฐาน นักเรียนจะประสบความสำเร็จหรือไม่ ขึ้นอยู่กับการแสดงพฤติกรรมที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่แสดงว่าสำเร็จหรือการรอบรู้ การวัดผลแบบอิงเกณฑ์จึงเป็นการวัดโดยเปรียบเทียบคะแนนของนักเรียนแต่ละคนกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้ การวัดผลแบบนี้จะช่วยให้ครูทราบได้ว่าจะต้องปรับปรุงการสอนในเนื้อหาตอนใดเพื่อที่จะได้บรรลุจุดประสงค์ที่วางไว้ ทำให้ครูได้ทราบถึงความก้าวหน้าของนักเรียน นักเรียนอาจต้องใช้เวลาต่างกันจึงจะทำได้ถึงเกณฑ์ที่กำหนด ครูอาจตั้งเกณฑ์สำหรับผู้ที่สอบผ่านไว้ 80% หรือ 85% ในการทำแบบทดสอบ ถ้านักเรียนผู้ใดสอบไม่ผ่านเกณฑ์ ครูอาจต้องช่วยสอบซ่อมเสริมให้หรือครูบางคนกำหนดเกณฑ์มาตรฐานไว้สำหรับผู้ที่จะได้เกรด A, B, C, D หรือ F ในกระบวนการวิชาของตนก็ได้

**5. การตัดสินแบบอิงตนเอง**

การตัดสินแบบอิงตนเอง (self – referenced judgments) เป็นการใช้ข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียนที่ครูมีอยู่และข้อมูลที่ได้รับมาจากแหล่งอื่นเกี่ยวกับนักเรียนคนนั้นมาประกอบพิจารณา ครูอาจให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนที่จะเรียนหน่วยการเรียนหนึ่ง เมื่อนักเรียนได้เรียนจบหน่วยการเรียนนั้นแล้ว ครูให้ทำแบบทดสอบอีกครั้ง เมื่อนำคะแนนการทำแบบทดสอบมาเปรียบเทียบกันจะแสดงให้เห็นว่านักเรียนได้เรียนรู้มากน้อยเพียงใด การตัดสินแบบอิงตนเองอีกแบบหนึ่ง คือ การเปรียบเทียบผลการปฏิบัติงานที่ใช้ทักษะก่อนและหลังการสอนการฝึกปฏิบัติว่านักเรียนทำได้ดีเพียงใด ครูเป็นผู้พิจารณาตัดสินผลงานของนักเรียนหรือประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนว่าควรสอบผ่านหรือไม่

**จุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผลรายวิชาวิทยาศาสตร์**

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2544 : 231) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดผลและประเมินผลไว้ดังนี้

 1. ต้องวัดและประเมินผลทั้งความรู้และความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ของผู้เรียน

 2. วิธีการวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินผลอย่างตรงไปตรงมา และต้องประเมินผล

ภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่

 3. ผลการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องนำไปสู่การแปลผลและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

 4. การวัดและประเมินผลต้องมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม ทั้งในด้านของวิธีการวัด

โอกาส ของการประเมิน

 นอกจากนี้หลักสูตรได้กำหนดแนวทางสำหรับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เหื่อให้บรรลุตามเป้าหมายของการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

 1) เพื่อวินิจฉัยหาความสามารถ ทักษะแลละกระยวนการ เจตคติ คุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมของผู้เรียน และเพื่อซ่อมเสริมผู้เรียนให้พัฒนาความรู้ความสามารถและทักษะได้เต็มตามศักยภาพ

 2) เพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับให้แก่ตัวผู้เรียนเองว่าบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้เพียงใด

 3) เพื่อใช้ข้อมูลในการสรุปผลการเรียนรู้และเปรียบเทียบถึงระดับพัฒนาการของการ

เรียนรู้

ในการวัดผลและประเมินผลของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานมีจุดมุ่งหมายของการประเมินจะเป็นไปเพื่อวินิจฉัยผู้เรียน ใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสรุปผลการเรียน ซึ่งเมื่อพิจารณาจะพบว่าการกำหนดการประเมินตามจุดมุ่งหมายนี้จะมีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภท คือ การประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนและการประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียน ซึ่งการประเมินแต่ละประเภท มีรายละเอียดและหลักการดังนี้ (ภัทรา นิคมานนท์ , 2543 : 17-20)

 **1. การประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียน**

 การประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนควรทำอย่างต่อเนื่องตลอดระยะการเรียนการสอน หรือเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนในแต่ละหน่วยย่อย เมื่อครูพบว่าผู้เรียนคนใดมีความสามารถไม่ถึงเกณฑ์ของแต่ละจุดประสงค์ ครูควรได้ศึกษาว่าผู้เรียนมีข้อบกพร่องในเรื่องใด แล้วจัดสอนซ่อมเสริมให้ แล้วจึงประเมินผลอีกครั้งหนึ่ง การประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนจะมีการประเมิน 2 ระยะ คือ

 1.1 การประเมินผลก่อนเรียนเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อหาสารสนเทศของผู้เรียนในเบื้องต้นสำหรับการนำไปจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับพื้นฐานของผู้เรียน ตามแนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญแต่จะไม่นำผลการประเมินนี้ไปใช้ในการพิจารณาตัดสินการเรียน การประเมินผลก่อนเรียนประกอบด้วยการประเมิน ดังนี้

 1.2 การประเมินความพร้อมและพื้นฐานของผู้เรียนเป็นการตรวจสอบความรู้ ทักษะ และความพร้อมต่างๆ ของผู้เรียนที่เป็นพื้นฐานของเรื่องใหม่ๆ ที่ผู้เรียนต้องเรียนโดยใช้วิธีที่เหมาะสม เพื่อจะได้ทราบว่าผู้เรียนมีความพร้อมและพื้นฐานที่จะเรียนทุกคนหรือไม่ แล้วนำผลการประเมินมาปรับปรุง ซ่อมเสริม หรือตระเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมและพื้นฐานพอเพียงทุกคน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนได้เป็นอย่างดี การประเมินพื้นฐานและความพร้อมของผู้เรียนก่อนเรียน จึงมีความสำคัญและจำเป็นที่ผู้สอนทุกคนจะต้องดำเนินการเพื่อเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมในการเรียนทุกครั้งจะทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถคาดหวังความสำเร็จได้อย่างแน่นอน

 การประเมินความพร้อมและพื้นฐานของผู้เรียนก่อนเรียนมีแนวทางปฏิบัติ ดังนี้

 1) วิเคราะห์ความรู้และทักษะที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะต้องเรียน

 2) เลือกวิธีการและจัดทำเครื่องมือสำหรับการประเมินความรู้ และทักษะพื้นฐานอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

 3) ดำเนินการประเมินความรู้และทักษะพื้นฐานของผู้เรียน

 4) นำผลการประเมินไปดำเนินการปรับปรุงผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะพื้นฐานอย่างพอเพียงก่อนดำเนินการสอน

 5) จัดการเรียนการสอนในเรื่องที่จัดเตรียมไว้

 1.3 การประเมินความรู้ในเรื่องที่จะเรียนก่อนการเรียน

 การประเมินความรู้ในเรื่องที่จะเรียนก่อนการเรียนเป็นการประเมินผู้เรียนในเรื่องที่จะทำการสอน เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้และทักษะในเรื่องที่จะเรียนนั้นมากน้อยเพียงไร เพื่อนำไปเป็นข้อมูลเบื้องต้นของผู้เรียนแต่ละคนว่าเริ่มเรียนเรื่องนั้นๆโดยมีความรู้เดิมอยู่เท่าไรจะได้นำไเปรียบเทียบกับผลการเรียนภายหลังการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนตามแผนการเรียนรู้แล้ว ว่าเกิดพัฒนาการหรือเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่อย่างไร ซึ่งจะทำให้ทราบถึงศักยภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน และประสิทธิภาพในการจัดกิจกรรมการเรียน ซึ่งจะทำใช้เป็นประโยชน์ในการตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน แต่ละกลุ่มต่อไป แต่ประโยชน์ที่เกิดขึ้นในเบื้องต้นของการประเมินผลก่อนการเรียนก็คือ ผู้สอนสามารถนำผลการประเมินไปใช้เป็นข้อมูลในการจัดเตรียมวิธีการจัดกิจกรรมการเรียน ให้สอดคล้องกับความรู้เดิมของผู้เรียนว่าจะต้องจัดอย่างเข้มข้นหรือมากน้อยเพียงไรจึงจะทำให้แผนการเรียนสามารถจัดให้กับนักเรียนทุกคนได้ ในขณะที่ไม่ทำให้ผู้เรียนมีพื้นความรู้เดิมอยู่แล้วเกิดความเบื่อหน่ายและเสียเวลาเรียนในสิ่งที่ตนรู้แล้ว การประเมมินความรอบรู้ก่อนเรียนมีขั้นตอนการปฏิบัติเหมือนกับการประเมินความพร้อม ต่างกันเฉพาะความรู้ ทักษะที่จะประเมินเท่านั้น

 ประโยชน์ของการประเมินผลก่อนเรียน มีดังนี้

 1) ทำให้ครูทราบว่านักเรียนมีความรู้เบื้องต้นเพียงพอที่จะเป็นพื้นฐานและทักษะในการเรียนเรื่องที่ครูสอนมากน้อยเพียงใด

 2) ช่วยให้ครูวางแผนการสอนได้เหมาะสม โดยพิจารณาได้ว่าจะเริ่มต้นอย่างไรจึงจะเหมาะสมกับสภาพของผู้เรียน หรือจะใช้กิจกรรมการสอนแบบใด สื่อประเภทใดเพื่อช่วยในการเรียนการสอน

 3) ทำให้ทราบว่ากลุ่มที่เรียนนั้น เก่ง – อ่อน อย่างไร เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือกวิธีการสอนและมอบหมายงานฉะนั้นก่อนสอนผู้สอนต้องทราบหรือกำหนดจุดประสงค์ก่อนว่า เมื่อผู้เรียนจบบทเรียนแล้ว ต้องมีความรู้ ความสามารถ และทักษะในเรื่องใด เพียงใด

 1.3 การประเมินผลระหว่างเรียน การประเมินผลระหว่างเรียนเป็นการวัดและประเมินผลความสามรถของผู้เรียนว่าได้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่เพียงใด มีข้อบกพร่องในเรื่องใดตอนใด การประเมินผลระหว่างเรียนเป็นกิจกรรมที่สอดแทรกไปกับการเรียนการสอนตลอดเวลา โดยมีจุดมุ่งหมายดังนี้

 1) เพื่อศึกษาว่าผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนที่กำหนดไว้หรือไม่เพียงใด หากมีข้อบกพร่องในจุดประสงค์ใด ก็จะได้ใช้ข้อมูลนั้นๆ เป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนนของผู้เรียนเป็นราบบุคคลหรือรายกลุ่ม และเป็นการพัฒนาวิธีการสอนของครูด้วย

 2) เพื่อจัดการสอนซ่อมเสริม เมื่อผู้เรียนทราบว่าปัญหาหรือข้อบกพร่องของผู้เรียนแล้ว ก็นำข้อมูลมาใช้ในการพิจารณาจัดการสอนซ่อมเสริมให้แก่ผู้เรียน ฉะนั้นในทางปฏิบัติเมื่อสอนจบแต่ละหน่วยผู้สอนควรประเมินผลทันที เมื่อพบว่าผู้เรียนคนใดไม่สามารถบรรลุตามจุดประสงค์ที่ระบุไว้ในหน่วยนั้นก็จะได้ซ่อมเสริมให้ทันที

 การสอบระหว่างเรียนเป็นการทดสอบย่อย (formative test) ในเนื้อหาที่สอนเท่านั้นเป็นการสอบเพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามจุดประสงค์การเรียนที่กำหนดไว้หรือไม่ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าจุดประสงค์การเรียนเป็นเพียงการคาดคะเนว่าเมื่อผู้สอนได้ใช้เทคนิคการสอนแบบต่าง ๆ กับเรียนแล้ว ผู้เรียนจะเกิดพฤติกรรมตามที่ได้คาดหวังไว้หรือไม่ ฉะนั้นเมื่อสอนจบเนื้อหาในแต่ละหน่วยย่อยผู้สอนจำเป็นต้องมีการตรวจสอบ โดยใช้วิธีการสอบหรือเทคนิคอื่นว่าผู้เรียนมีพฤติกรรมตามที่ผู้สอนคาดหวังไว้หรือไม่

 การประเมินผลในขั้นนี้ เป็นหน้าที่ของผู้สอนโดยตรง ผู้สอนจะทำหน้าที่วัดและประเมินผลเพื่อตรวจสอบผลการสอนว่าบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนหรือไม่ การประเมินผลระหว่างเรียนมีแนวทางในการปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

 1. วางแผนการเรียนรู้และการประเมินผลระหว่างเรียน ผู้สอนจัดทำแผนการเรียนรู้และแนวทางการประเมินผลให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ซึ่งในแผนการเรียนรู้ควรระบุภาระงานที่จะให้ผู้เรียนบรรลุตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

 2. เลือกวิธีการประเมินที่สอดคล้องกับภาระงานหรือกิจกรรมหลักที่กำหนดให้ผู้เรียนปฏิบัติ ทั้งนี้วิธีการประเมินที่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการประเมินระหว่างเรียน ได้แก่การประเมินจากสิ่งที่ผู้เรียนได้แสดงให้เห็นว่ามีความรู้ ทักษะและความสามารถ ตลอดจนมีลักษณะที่พึงประสงค์อันเป็นผลจากการเรียนรู้ ตามที่ผู้สอนได้จัดกระบวนการเรียนรู้ให้

 ประโยชน์ของการประเมินผลระหว่างเรียน

 1. ทำให้ทราบว่าผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ก่อนการสอนหรือไม่เพียงไร

 2. ทำให้ผู้สอนได้ทราบว่าการสอนได้บรรลุสัมฤทธิ์เพียงไร

 3. ทำให้ทราบว่าผู้เรียนมีข้อบกพร่องในเรื่องใด ตอนใด เพื่อจะได้จัดการปรับปรุงการเรียนการสอน และจัดการสอนซ่อมเสริมเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่มต่อไป

ซ่อมเสริม 1

ซ่อมเสริม 2

สอน 1

สอน 2

สอน 3

สอบย่อย 1

สอบย่อย 2

ภาพที่ 9.1 ลักษณะการเรียนการสอนและการประเมินผลระหว่างเรียน

ที่มา: ภัทรา นิคมานนท์, 2543 : 19

 **2. การประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียน**

 การประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียนเป็นการประเมินผลรวม หลังจากที่สิ้นสุดการเรียนการสอนในแต่ละรายวิชา หรือโปรแกรมการสอนโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาว่านักเรียนมีความรู้ทั้งสิ้นเท่าไร เก่งหรืออ่อนในวิชาใด เป็นการประเมินผลโดยส่วนรวมในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ ผลจากการประเมินผลประเภทนี้ใช้ในการตัดสินผลการเรียนหรือตัดสินว่าผู้เรียนคนใดควรจะได้ระดับคะแนนใด และนอกจากนี้ยังใช้ในการพยากรณ์ผลสำเร็จในรายวิชาที่จะเรียนต่อเนื่องต่อไปด้วย

 การประเมินผลรวม ผู้สอนจำเป็นต้องประเมินให้ครอบคลุมทุกจุดประสงค์ แต่เนื่องจากมีจุดประสงค์ที่ต้องประเมินมาก ผู้สอนจึงต้องเลือกจุดประเมินบางจุดประสงค์ ซึ่งมีวิธีการเลือกได้หลายวิธี ดังนี้

 1) สุ่มจุดมุ่งหมาย เป็นวิธีการรวดเร็วที่สุดโดยการสุ่มจุดประสงค์จากจุดประสงค์ทั้งหมด แต่วิธีการนี้อาจทำให้จุดประสงค์ที่สำคัญๆ บางจุดประสงค์ไม่ได้รับการเลือก

 2) สุ่มจุดประสงค์ที่สำคัญ วิธีนี้ผู้สอนควรจะเรียงจุดประสงค์ตามความสำคัญเสียก่อน แล้วจึงสุ่มจากจุดประสงค์ที่สำคัญนั้น ๆ

**ลำดับขั้นตอนในการวัดและประเมินผลการศึกษา**

การวัดผลการศึกษาเป็นกระบวนการปฏิบัติที่มีระบบ ซึ่งจะต้องดำเนินการอย่างรัดกุมและมีขั้นตอนที่เหมาะสม เพื่อให้การวัดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์อย่างแท้จริง ดังนั้น ในการวัดผลการศึกษา จึงควรมีขั้นตอนในการปฏิบัติ ดังภาพที่ 9.2

ภาพที่ 9.2 แสดงลำดับขั้นตอนของการวัดผลการศึกษา (ดัดแปลงจาก วิราพร พงษ์อาจารย์, 2542 : 17)

 รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนอธิบายได้ดังนี้

 1. กำหนดขอบเขตของการวัด เช่นต้องการวัดใคร ต้องการทราบสิ่งใด เพื่อประโยชน์

อะไร ในกาลเทศะอะไรบ้าง ใช้เวลาเท่าไร ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความชัดเจนในสิ่งที่วัดช่วยให้ทราบถึงชนิดและลักษณะของเครื่องมือวัด มองเห็นความเป็นไปได้ของการวัดยิ่งขึ้น

 2. การกำหนดจุดมุ่งหมายการวัด ในการวัดสิ่งใดก็ตามจะกระทำได้ถูกต้องตามต้องการก็ต่อเมื่อผู้ดำเนินการทราบจุดประสงค์ของการวัดว่าจะจัดพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านใดจุดประสงค์ในการวัดจำแนกออกได้เป็น 3 ด้าน คือ ด้านที่เกี่ยวกับสมอง หรือพุทธิพิสัย ด้านที่เกี่ยวกับความรู้สึก อารมณ์ เจตคติ หรือจิตพิสัย และด้านที่เกี่ยวกับการปฏิบัติงานหรือทักษะพิสัย ในการเขียนจุดประสงค์จะต้องเขียนให้ครอบคลุมและชัดเจนถ้าสามารถเขียนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมได้ก็จะยิ่งดี เช่น หลังจากเรียนจบแล้วนักเรียนสามารถสรุปใจความสำคัญของเรื่องที่เรียนได้

 2.1 การกำหนดลักษณะหรือสิ่งที่จะวัด ในขั้นนี้ผู้วัดจะต้องมีความรู้อย่างแตกฉานในสิ่งที่จะวัดทั้งด้านเนื้อหา และพฤติกรรม สามารถจำแนกเนื้อหาที่จะวัดออกเป็นหน่วยหรือเรื่องย่อยๆ ได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ และถูกต้อง การดำเนินการในขั้นนี้ ถ้าจะให้สมบูรณ์ตามรูปแบบแล้ว ควรจัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร ทั้งนี้เพื่อทราบว่าควรทำการวัดเนื้อหาอะไร พฤติกรรมใด จำแนกมากน้อยเพียงใด ตารางวิเคราะห์หลักสูตร จะมี 2 มิติ คือ มิติด้านเนื้อหา ซึ่งจำแนกออกเป็นหน่วย หรือเรื่องย่อยๆ อีกด้านหนึ่งเป็นพฤติกรรม หรือจุดประสงค์ที่ต้องการวัด เช่น ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่า หรือรวมทั้งทักษะ เจตคติ เป็นต้น โดยผู้วัดจะต้องให้น้ำหนักคะแนน โดยระบุเป็นร้อยละ โดยให้ผลรวมทั้งหมดเป็น 100% แล้วกำหนดเนื้อหา และพฤติกรรมใดมีค่าเท่าใด ซึ่งจะพิจารณาตามความสำคัญมากน้อยให้สอดคล้องกับหลักสูตรและความต้องการของผู้วัด

 2.2 การกำหนดประเภทของเครื่องมือวัด จำนวนข้อคำถามและคะแนน ผู้วัดจะต้องตัดสินใจ โดยพิจารณาเนื้อหาและพฤติกรรมที่วัดค่าจำเป็นต้องใช้เครื่องมือชนิดใด ซึ่งเครื่องมือวัดมีแต่ละชนิดจะเหมาะสมกับพฤติกรรมที่แตกต่างกันไป

 2.3 การกำหนดจำนวนข้อคำถาม หลักการวัดที่ดีนอกจากจะต้องใช้เครื่องมือวัดที่ตรงกับพฤติกรรมหรือจุดประสงค์ที่ต้องการวัดแล้วในการวัดนั้นควรเครื่องมือวัดหลายที่หลากหลายและมีจำนวนข้อคำถามที่เหมาะสมด้วย การกำหนดจำนวนข้อคำถามนั้น ผู้วัดจะต้องตอบคำถามนั้น ผู้วัดจะต้องตอบคำถามให้ได้ว่าการทดสอบจะใช้เวลาเท่าไร จะให้ตอบแบบใด เช่น การทำเครื่องหมาย ✓การทำเครื่องหมาย 🗶 การเติมคำหรือการเขียนบรรยาย

 2.4 การให้คะแนน ผู้วัดจะต้องกำหนดให้ได้ว่าจะให้คะแนนในแต่ละข้อเท่ากันหรือต่างกันและให้คะแนนข้อละเท่าไร เช่นข้อละ 1 คะแนน เท่ากันหมดและถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

 3. การสร้างและปรับปรุงเครื่องมือวัด ขั้นนี้จะเป็นขั้นลงมือเขียนคำถามและคำตอบตามลักษณะเครื่องมือที่เลือกใช้ ในการดำเนินการสร้างเครื่องมือ จำเป็นต้องอาศัยขอบข่ายของเนื้อหา พฤติกรรมหรือโครงสร้างเนื้อหานั้นๆ ซึ่งอาจดำเนินการเป็นขั้นตอนตามลำดับดังนี้เขียนข้อความให้สอดคล้องกับเนื้อหา

 3.1 เขียนข้อความให้สอดคล้องกับเนื้อหาและพฤติกรรมที่วัด ภาษาที่ใช้ถูกต้องทั้งหลักไวยกรณ์ ตัวสะกด ประเด็นที่เขียนต้องมีนัยเดียวและระบุคำถามให้ชัดเจน

 3.2 พิจารณาเลือกข้อคำถาม โดยตรวจสอบคำถามที่สร้างขึ้น และพิจารณาเลือกข้อคำถามที่สำคัญ มีคุณสมบัติในการวัดตรงตามเป้าหมาย และมีอัตราส่วนของจำนวนข้อที่พอเหมาะมีความครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรม ตลอดจนใช้ถ้อยคำสำนวนที่สื่อความหมายได้เหมาะสมกับวัยและระดับของผู้สอบ

 3.3 การจัดทำเครื่องมือวัด ในขั้นนี้ผู้วัดจะต้องนำคำถามที่คัดเลือกได้มาจัดเรียงตามประเภทของข้อคำถาม แบ่งหมวดหมู่เขียนคำชี้แจง หรืออธิบายวิธีใช้และการตอบให้ชัดเจนจัดพิมพ์ให้เรียบร้อย สวยงาม น่าสนใจ และน่าตอบ สามารถนำไปดำเนินการสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

 3.4 การทดลองใช้เครื่องมือวัด เมื่อจัดพิมพ์เรียบร้อยแล้วควรตรวจสอบเครื่องมือโดยทิ้งไว้สักระยะหนึ่ง แล้วทดลองตอบด้วยตนเอง เพื่อทดสอบว่าตนเองอ่านเข้าใจหรือไม่ ใช้เวลานานเท่าไร เพื่อจะได้แก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

 จากนั้น ควรเลือกสุ่มตัวอย่างสำหรับทดลองใช้จำนวนประมาณ 5 - 10 คน โดยให้มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มที่จะใช้จริง ให้แต่ละคนลองตอบคำถามและจับเวลาในการตอบทั้งหมด สังเกตพฤติกรรมว่ามีข้อสงสัย หรือไม่ อย่างไร ข้อสงสัยใด ข้อใดเข้าใจยาก ควรแก้ไข อย่างไร พิจารณาข้อคำถามที่บกพร่อง โดยปรับปรุงแก้ไขใหม่ จัดพิมพ์ให้เข้ากับกลุ่มตัวอย่างจริง ในการปรับปรุงแก้ไขข้องคำถามจะต้องอิงตารางวิเคราะห์หลักสูตรเสมอ มิฉะนั้นเครื่องมืออาจคลาดเคลื่อนไปจากคะแนนที่กำหนดให้

 4. การใช้เครื่องมือวัด ในการทำเครื่องมือวัดไปใช้ทำการทดสอบกลุ่มจริงผู้วัดจะต้องจัดพิมพ์เครื่องมือตามจำนวนที่ต้องการ แล้วจัดเตรียมการทดสอบโดยกำหนดสถานที่ที่จะทดสอบการดำเนินการสอบ การควบคุมการสอบ ในขั้นนี้จะต้องคำนึงความยุติธรรมในการสอบเป็นอย่างมาก ถ้ามีผู้ดำเนินการสอบหลายคนควรมีการประชุมตกลงหรือจัดทำคู่มือดำเนินการสอบขึ้นเพื่อให้วิธีการดำเนินการสอบเป็นไปในแนวทางเดียวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การกระตุ้นและให้กำลังใจแก่ผู้สอบเพื่อให้แสดงความสามารถที่แท้จริงออกมาอย่างเต็มที่

 ขั้นตอนและใช้ผลการวัด ในขั้นนี้เป็นการนำผลการปฏิบัติงานหรือการตอบคำถามของผู้สอบมาทำการตรวจให้คะแนน ตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำผลไปใช้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

 5. ขั้นตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัด ในขั้นนี้เป็นการนำผลการสอบมาวิเคราะห์และให้คะแนนเป็นรายบุคคลหรือรายข้อพร้อมทั้งสรุปคุณภาพของการทดสอบปัญหาส่วนใหญ่ของการทดสอบในโรงเรียนมักไม่มีเวลาผ่านตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัด ในตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัด จึงต้องพิจารณาถึงการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัด เช่น ค่าความตรง (validity) ความเที่ยง (reliability) อำนาจจำแนก (discrimination) และความยาก (difficulty) ก็จะทำให้การแปลผลที่ได้จากการวัดมีความมั่นใจและเชื่อถือได้มากยิ่งขึ้น

**การประเมินพฤติกรรมที่พึงประสงค์รายวิชาวิทยาศาสตร์**

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์ตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอน ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 1 ดังนั้นการประเมินจำต้องคำนึงถึงพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียน ซึ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในทางวิทยาศาสตร์ตามแนวความคิดของคลอพเฟอร์ ซึ่งได้กล่าวถึงพฤติกรรมที่คาดหวังว่าผู้เรียนจะแสดงออกว่ามีดังนี้

 1. ด้านความรู้และความเข้าใจ (knowledge of comprehension) ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงเฉพาะ ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์และนิยามต่างๆ ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลงหรือระเบียบแบบแผน ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท จัดหมวดหมู่ และเกณฑ์ ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีหรือความคิดรวบยอดของหลักการที่สำคัญๆการนำความรู้ไปใช้พิสูจน์เรื่องใหม่ใช้หลักการการใช้ความรู้แปลสัญลักษณ์อย่างหนึ่งไปเป็นอีกอย่าง

 2. การเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่

 2.1 การสังเกตและการวัด ได้แก่ การสังเกตวัตถุและปรากฏการณ์ต่างๆ การบรรยายสังเกตภาษาที่เหมาะสม การวัดสิ่งของการเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม การประมาณค่าของการวัด

 2.2 กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้แก่การมองเห็นปัญหา และการแก้ปัญหา การมองเห็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีทดสอบสมมติฐานได้เหมาะสมการออกแบบการทดลอง

 2.3 กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่การแปลความหมายข้อมูลและการลงความเห็น การจัดกระทำกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การเสนอผลของข้อมูลในรูปความสัมพันธ์ การแปลความหมายของข้อมูลที่ได้จากการทดลองและการสังเกต การขยายความและการตีความ การประเมินผลสมมติฐานด้วยการทดสอบ การลงความเห็นหรือการสร้างข้อสรุปจากความสัมพันธ์ที่พบอย่างมีเหตุผล

 2.4 กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสร้าง การทดลองการปรับปรุงแบบจำลองของทฤษฎี การยอมรับต่อความจำเป็นที่จำเป็นจะต้องใช้แบบทดลองของทฤษฎี การสร้างแบบจำลองของทฤษฎีให้เหมาะสม การอธิบายความสัมพันธ์ที่เหมาะสมโดยอาศัยแบบจำลอง การอนุมานสมมติฐานใหม่จากแบบจำลองของทฤษฎี การแปลความหมายและการประเมินผลจากการทดสอบแบบจำลองของทฤษฎี การสร้าง แก้ไข หรือขยายแบบจำลองของทฤษฎี

 3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ได้แก่การนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาใหม่สาขาวิชาเดียวกัน การนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาใหม่ในสาขาที่ต่างกัน การนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาอื่นๆ นอกเหนือจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

 4. ทักษะปฏิบัติ ได้แก่การพัฒนาทักษะในการใช้เครื่องมืออย่างง่ายๆในห้องปฏิบัติการการรู้จักใช้ห้องปฏิบัติการด้วยความระมัดระวังและปลอดภัย

 5. เจตคติและความสนใจ การแสดงความมีเจตนาคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ การเห็นด้วยกับวิธีการคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การยอมรับเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ มีความเพลิดเพลินในการเรียนวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความสนใจในวิทยาศาสตร์และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความสนใจในอาชีพทางวิทยาศาสตร์

 6. การมีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่างแนวความคิดต่างๆ ทาง

วิทยาศาสตร์ การยอมรับข้อจำกัดของปรัชญาและอิทธิพลของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์การยอมรับประวัติความเป็นมาของวิทยาศาสตร์ การตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์และเศรษฐกิจ การยอมรับในสังคมและศีลธรรมที่เป็นผลมาจากการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ในการประเมินพฤติกรรมอันพึงประสงค์ ครูอาจพิจารณาพฤติกรรมของนักเรียนว่าในเนื้อหาหนึ่งๆ นั้นนักเรียนได้แสดงพฤติกรรมใดบ้าง วิธีที่ใช้วัดพฤติกรรมต่างๆ ที่พึงประสงค์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ครูอาจเลือกได้หลายวิธี เช่น การใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบ การซักถามในห้องเรียนหรือการสัมภาษณ์ การตรวจผลงานที่มอบหมาย การตรวจสมุดบันทึกการปฏิบัติการ การสังเกตขณะทำการปฏิบัติทดลอง การสังเกตพฤติกรรมทั่วไปและการตอบแบบสอบต่างๆ

 สำหรับการวัดพฤติกรรมหนึ่งๆ นั้น ครูอาจใช้วิธีวิธีการใดวิธีการหนึ่งหรือหลายวิธีการก็ได้ อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษานั้นมีมาก ในการสอน ครูต้องวางแผนการสอน ดำเนินการสอนและฝึกอบรมเพื่อให้นักเรียนมีพฤติกรรมต่าง ๆ ทุกด้าน แต่ในการสอนคาบหนึ่งอาจเน้นจุดหนึ่งที่แตกต่างไปจากอีกคาบหนึ่ง แล้วแต่ว่าการสอนคาบนั้นใช้เทคนิควิธีการสอนใด เมื่อนักเรียนจบรายวิชาหนึ่ง ๆ แล้ว นักเรียนควรจะเกิดการเรียนรู้และมีพฤติกรรมทุกพฤติกรรมตามที่ได้กำหนดไว้ในทุกประสงค์การเรียนรู้ของรายวิชานั้นๆ

**การวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย**

 **1. แนวคิดและทฤษฎีที่เป็นแนวในการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้**

 ในการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ แนวความคิดในการวัดที่นิยมใช้กันได้แก่ การเขียนข้อสอบวัดตามการจัดประเภทจุดมุ่งหมายทางการศึกษา ด้านพุทธิพิสัย (cognitive) ของบลูม ซึ่งจำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

 1. ความรู้ความจำ เป็นเรื่องที่ต้องการรู้ว่าผู้เรียนระลึกได้จำข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงได้ เพราะข้อเท็จจริงบางอย่างอย่างมีคุณค่าต่อการเรียนรู้

 2. ความเข้าใจ แสดงถึงระดับความสามารถ การแปลความ การตีความ และขยายความ ในเรื่องราวและเหตุการณ์ต่างๆ ได้ เช่น การจับใจความได้ อธิบายความหมาย และขยายเนื้อหาได้

 3. การนำไปใช้ ต้องอาศัยความเข้าใจเป็นพืน้ ฐานในการช่วยตีความของข้อมูลเมื่อต้องการทราบว่าข้อมูลนั้นมีประเด็นสำคัญอะไรบ้างต้องอาศัยการรู้จักเปรียบเทียบแยกแยะความแตกต่าง พิจารณานำข้อมูลไปใช้โดยใช้เหตุผลได้

 4. การวิเคราะห์ เป็นทักษะทางปัญญาในระดับที่สูง จะเน้นการแยกแยะข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆ และพยายามมองหาส่วนประกอบว่ามีความสัมพันธ์และการจัดรวบรวม บลูมได้แยกจุดหมายของการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ระดับ คือ การพิจารณาหรือการจัดองค์ประกอบต่างๆ การสร้างความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นและการคำนึงถึงหลักการที่ได้จัดรวบรวมไว้แล้ว

 5. การสังเคราะห์ การนำเอาองค์ประกอบต่างๆที่แยกแยะกันอยู่มารวมเข้าด้วยกันในรูปแบบใหม่ ถ้าสามารถสังเคราะห์ได้ก็สามารถประเมินได้ด้วย

 6. การประเมินค่า หมายถึงการใช้เกณฑ์และมาตรฐานเพื่อพิจารณาว่าจุดมุ่งหมายที่ต้องการบรรลุผลหรือไม่ การที่ให้นักเรียนสามารถประเมินค่าได้ต้องอาศัยเกณฑ์หรือมาตรฐานเป็นแนวทางในการตัดสินคุณค่า การตัดสินใดๆที่ไม่ได้อาศัยเกณฑ์ น่าจะเป็นลักษณะความคิดเห็นมากกว่าเป็นการประเมินค่า

 สรุปได้ว่า แบบทดสอบความรู้ที่ครูสร้างขึ้นควรคำนึงถึงจุดมุ่งหมายของการศึกษาด้านพุทธิพิสัย และให้นักเรียนบรรลุผลสำเร็จในแง่ของความรู้ทักษะทางด้านต่าง ๆ ตามแนวคิดและทฤษฎีในการเขียนข้อสอบของบลูม

 การวัดความรู้เป็นการใช้เครื่องมือวัดว่าผู้เรียนมีพฤติกรรมต่างๆตามที่กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายของการเรียนตามที่กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนมากน้อยเพียงใด เป็นการตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพของสมอง และในการวัดความรู้ตามจุดมุ่งหมาย และลักษณะวิชาที่สอนสามารถวัดได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

 1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติ หรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้แสดงความสามารถดังกล่าว ในรูปการกระทำจริงให้เป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องใช้สอบภาคปฏิบัติ (performance test)

 2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา ซึ่งเป็นประสบการณ์การเรียนของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถด้านต่างๆสามารถวัดได้โดยใช้ข้อสอบวัดความรู้

 สรุปได้ว่า ในการวัดความรู้ตามจุดมุ่งหมาย และลักษณะวิชาที่สอนมี 2 ลักษณะ คือ การวัดด้านปฏิบัติ และการวัดด้านเนื้อหา ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่สอน

 **2. แบบทดสอบวัดความรู้**

 แบบทดสอบวัดความรู้ เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่เรียนไปแล้วซึ่งมักจะเป็น ข้อคำถามให้ผู้เรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (paper and pencil test) กับให้ผู้เรียนปฏิบัติจริง (Performance Test) แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งได้เป็น 2 พวกคือ แบบทดสอบของครูที่สร้างขึ้นกับแบบทดสอบมาตรฐาน

 1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นซึ่งเป็นข้อคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ในห้องเรียน ว่าผู้เรียนมีความรู้มากเพียงใด บกพร่องที่ใดจะได้สอนซ่อมเสริม หรือวัดดูความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ ฯลฯ

 2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนีส้ ร้างขึน้ จากผู้เชี่ยวชาญในแต่

ละสาขาหรือจากที่ครูสอนวิชานั้นแต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึง

สร้างเกณฑ์ปกติ (norm) ของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผล เพื่อประเมินค่า

การเรียนการสอนในเรื่องใดๆก็ได้ จะใช้วัดอัตราความงอกงามของเด็กแต่ละวัยในแต่ละกลุ่มแต่ละภาค

ก็ได้ จะใช้สำหรับให้ครูวินิจฉัยความรู้ระหว่างวิชาต่างๆในเด็กแต่ละคนก็ได้

 นอกจากนี้ บุญชม ศรีสะอาด (2545:50) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบความรู้ หมายถึง

แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ใน

เนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชา หรือเนื้อหาที่สอบนั้นโดยทั่วไปจะวัดความรู้ในวิชาต่างๆที่

เรียนในโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่างๆ อาจจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

 1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (criterion referenced test) หมายถึง แบบทดสอบที่

สร้างขึ้น ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่า ผู้สอบมี

ความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบใน

แบบทดสอบประเภทนี้

 2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm referenced test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างขึ้นเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐานซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่นๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

 จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดความรู้ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถของบุคคล ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอบนั้น

 **3. คุณลักษณะของแบบทดสอบวัดความรู้**

 คุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีไว้ ดังนี้

 1.ต้องเที่ยงตรง (validity) หมายถึง คุณสมบัติที่จะทำ ให้ผู้ใช้บรรลุถึง วัตถุประสงค์ แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูง คือ แบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องตามความมุ่งหมาย

 2. ต้องยุติธรรม (fair) คือ โจทย์คำถามทัง้หลายไม่มีช่องทางแนะให้เด็กเดา คำตอบได้ ไม่เปิดโอกาสให้เด็กเกียจคร้านที่จะดูตำราแต่ตอบได้ดี

 3. ต้องถามลึก (searching) วัดความลึกซึ้งของวิทยาการตามแนวดิ่งที่วัด มากกว่าตามแนวกว้างว่ารู้มากน้อยเพียงใด

 4. ต้องยั่วยุเป็นเยี่ยงอย่าง (exemplary) คำถามมีลักษณะท้าทายชักชวนให้คิดเด็กสอบแล้วมีความอยากรู้มากเพียงใด

 5. ต้องจำเพาะเจาะจง (definite) เด็กอ่านคำถามแล้วต้องเข้าใจแจ่มชัดว่าครูถามถึงอะไรหรือให้คิดอะไร ไม่ถามคลุมเครือ

 6. ต้องเป็นปรนัย (objectivity) หมายถึง คุณสมบัติ 3 ประการ คือ

 6.1 แจ่มชัดในความหมายของคำถาม

6.2 แจ่มชัดในวิธีการตรวจหรือมาตรฐานการให้คะแนน

6.3 แจ่มชัดในการแปลความหมายของคะแนน

 7. ต้องมีประสิทธิภาพ (efficiency) คือ สามารถให้คะแนนที่เที่ยงตรงและเชื่อถือได้มากที่สุดภายในเวลา แรงงานและเงินน้อยที่สุดด้วย

 8. ต้องยากพอเหมาะ (difficulty)

 9. ต้องมีอำนาจจำแนก (discrimination) คือ สามารถแยกแยะเด็กออกเป็นประเภทๆได้ทุกระดับตัง้แต่อ่อนสุดจนถึงเก่งที่สุด

 10. ต้องเชื่อมั่นได้ (reliability) คือ ข้อสอบนั้นสามารถให้คะแนนได้คงที่แน่นอน

ไม่แปรผัน

 ดังนั้นแบบทดสอบที่ดีจะต้องมีลักษณะที่สำคัญ คือ ต้องมีเที่ยงตรง ยุติธรรม ถามลึก คำถามยั่วยุ ต้องจำเพาะเจาะจง เป็นปรนัยมีประสิทธิภาพ ยากพอเหมาะ มีอำนาจจำแนก และต้องเชื่อมั่นได้ จึงเป็นข้อสอบที่ดีมีมาตรฐาน และใช้วัดความรู้ทางการเรียนได้ตรงตามจุดประสงค์ของผู้วัดอย่างแท้จริง

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะพบว่าพฤติกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ต้องประเมินคือพฤติกรรมทางด้านความรู้ หรือทางด้านพุทธิพิสัย การทดสอบเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถใช้วัดผู้เรียนว่ามีความรู้ความสามารถหรือไม่ การทดสอบต้องมีความครอบคลุมเนื้อหาในทุกด้านของพฤติกรรมที่ต้องการวัด การทำตารางสอบจำแนกข้อสอบเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อให้มีความครอบคลุมในเนื้อหา และแนวนอนเป็นส่วนของเนื้อหา โดยมีลำดับขั้นตอนการสร้างดังนี้

 1. วิเคราะห์เนื้อหาที่สำคัญที่ต้องการวัด แล้วกำหนดเป็นหัวข้อลงในตารางตามแนวตั้งหัวข้อที่กำหนดครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด

 2. วิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัด แล้งเขียนลงในตารางตามแนวนอนเรียงลำดับ

 3. พิจารณาลำดับที่ความสำคัญของเนื้อหาแต่ละหัวข้อ แล้วเขียนลงในช่องลำดับที่ความสำคัญ ในการพิจารณาจะคำนึงถึงความมากน้อยของเนื้อหาและเวลาที่ใช้สอนแต่ละหัวข้อ

 4. กำหนดจำนวนข้อสอบทั้งหมดว่าทั้งชุดจะมีจำนวนกี่ข้อโดยให้เหมาะสมกับจำนวน

คาบหรือจำนวนเวลาที่ใช้สอน

 5. กำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละหัวข้อเนื้อหา แล้วเขียนลงในช่องรวมของแต่ละหัวข้อ ซึ่งรวมทุกหัวข้อแล้วจะพอดีกับจะจำนวนข้อสอบทั้งหมด ในการกำหนดจำนวนข้อสอบแต่ละหัวข้อจะพิจารณาจากลำดับความสำคัญ

 6. แบ่งจำนวนข้อในแต่ละหัวข้อไปตามช่องพฤติกรรม โดยพิจารณาจากสัดส่วนจำนวนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

 7. รวมจำนวนข้อในช่องพฤติกรรมแต่ละช่อง ซึ่งเมื่อรวมกันแล้วจะพอดีกับจำนวนข้อสอบทั้งหมด

 การประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งในการเรียนการสอน การประเมินผลเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการวัดและเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น ความเชื่อถือได้ของข้อมูลจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการประเมินผล โดยที่ข้อมูลที่นำมาใช้ในการประเมินผลนี้ได้มาจากให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ ซึ่งอาจมีทั้งที่เป็นข้อเขียนและภาคปฏิบัติ ข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบของผู้เรียนจะเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใด นอกจากขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งที่ทำการทดสอบแล้ว ยังขึ้นกับคุณภาพของแบบทดสอบอีกด้วยการวางแผนการออกข้อสอบ การสร้างข้อสอบ การปรับปรุงข้อสอบและการวิเคราะห์ข้อสอบสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้แบบทดสอบมีคุณภาพดีขึ้น ซึ่งจะกล่าวถึงในรายละเอียดแต่ละด้านต่อไป

 **4. การวางแผนการออกข้อสอบ**

 การออกข้อสอบเพื่อวัดผลการเรียนครูผู้สอนจะต้องทุกภาคเรียนถือว่าข้อสอบเป็นเครื่องมือหลักที่ใช้ในการวัดผล การเขียนข้อสอบจึงเป็นงานประจำของครู ข้อสอบที่ดีจะต้องสามารถวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดและวัดพฤติกรรมต่างๆ ได้อย่างครอบคลุม ดังนั้นในการเขียนข้อสอบให้ได้ดีนั้นจะต้องอาศัยหลักการในการวางแผนสร้างแบบทดสอบซึ่งมีขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

 1. ระบุวัตถุประสงค์ของการใช้แบบทดสอบให้ชัดเจน

 2. ข้อสอบแต่ละข้อในแบบทดสอบจะต้องเป็นตัวแทนของสิ่งที่ได้สอนไปแล้วตามหลักสูตร

 3. จำนวนข้อสอบจะต้องเป็นสัดส่วนกับความสำคัญมากน้อยในสิ่งที่ผู้สอนได้เน้นในการสอน

 4. ควรจัดทำตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

 ในการจัดทำตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้นั้นมีส่วนสำคัญ 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา และด้านพฤติกรรม ด้านพฤติกรรมเป็นพฤติกรรมที่พึงประสงค์ดังได้กล่าวแล้ว แต่นำมาใช้เฉพาะพฤติกรรมที่วัดด้านความรู้ความคิด ซึ่งได้แก่ พฤติกรรมความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ส่วนด้านเนื้อหาเป็นเนื้อหาภายในบทเรียน แล้วแบ่งเป็นหัวข้อย่อยตามความเหมาะสม ซึ่งอาจใช้หัวข้อย่อยตามสารบัญของหนังสือเรียนก็ได้ ตัวอย่างการวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมสำหรับการสอบย่อยประจำบทเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารรอบตัว วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังตารางที่ 9.1

ตารางที่ 9.1 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมสำหรับออกข้อสอบ วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารรอบตัว

|  |  |
| --- | --- |
| เนื้อหา | พฤติกรรม |
| ความรู้ความจำ | ความเข้าใจ | กระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ | การนำความรู้ไปใช้ | รวม |
| 1. การจำแนกสาร | - | 1 | 1 | - | 2 |
| 2. การแยกสารเนื้อผสม | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 3. การแยกสารเนื้อเดียว | 1 | 1 | 1 | - | 3 |
| 4. สารละลาย | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 5. สารบริสุทธิ์ | - | 1 | - | - | 1 |
| 6. ความเป็นกรด-เบสของสารเคมีในบ้าน | - | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 7. สารที่ใช้ในการทำความสะอาด | - | 1 | - | - | 1 |
| 8. อันตรายที่เกิดจากการใช้สารเคมี | - | 1 | - | - | 1 |
| 9. หลักการใช้จำแนกสารโดยทั่วไป | - | - | - | 1 | 1 |
| รวม | 3 | 8 | 5 | 4 | 20 |

 จากตัวเลขในตารางที่ 9.1 แสดงจำนวนข้อสอบ เช่น ข้อสอบบทเรียนนี้มีทั้งหมด 20 ข้อ ในข้อสอบ 20 ข้อนี้เขียนเพื่อวัดเนื้อหา เรื่อง การจำแนกสารรอบตัว 2 ข้อ ใน 2 ข้อนี้จะวัดพฤติกรรมความเข้าใจ 1 ข้อ และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ 1 ข้อ และเขียนข้อสอบให้วัดเนื้อหาเรื่องการแยกสารเนื้อผสม 4 ข้อ ใน 4 ข้อนี้จะวัดพฤติกรรมความรู้ ความจำ 1 ข้อ ความเข้าใจ 1 ข้อ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ 1 ข้อ และการนำความรู้ไปใช้ 1 ข้อ ตัวเลขในช่องอื่น ๆ ก็แปลความหมายได้ในทำนองเดียวกัน

 สำหรับครูแต่ละคนอาจวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมในเรื่องเดียวกันแตกต่างกันได้ ทั้งนี้เป็นเพราะอาจเน้นในหัวข้อย่อยที่สอนโดยให้ความสำคัญแตกต่างกัน ครูเขียนแนวความคิดหรือหัวข้อย่อย 9 หัวข้อ ในช่องเนื้อหาดังแสดงในตาราง จากนั้นครูต้องตัดสินใจเลือกชนิดของข้อสอบที่จะเขียนในการทดสอบครั้งนี้ ครูเลือกข้อสอบแบบเลือกตอบและกำหนดเวลาในการสอบย่อยประจำบทเรียน 30 นาที และออกข้อสอบแบบเลือกตอบจำนวน 20 ข้อ เหมาะสมกับเวลา แล้วจึงพิจารณาหัวข้อย่อยในช่องเนื้อหาว่าจะให้มีข้อสอบในแต่ละหัวข้อย่อยจำนวนเท่าใด จำนวนข้อสอบในแต่ละหัวข้อย่อยควรเป็นสัดส่วนกับความสำคัญที่ครูได้สอนตามจุดประสงค์การเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการสอน และจากจุดประสงค์การเรียนรู้นี้ครูควรพิจารณาว่าวัตถุประสงค์หนึ่งๆ จะเขียนข้อสอบจำนวนกี่ข้อ และข้อสอบแต่ละข้อจะออกให้วัดพฤติกรรมใด ซึ่งจากตารางที่ 9.1 จะเห็นได้ว่าในจำนวนข้อสอบ 20 ข้อ เป็นข้อสอบวัดพฤติกรรมความรู้ความจำ 3 ข้อ ความเข้าใจ 8 ข้อ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ 5 ข้อและการนำความรู้ไปใช้ 4 ข้อ อนึ่งในการพิจารณาจุดประสงค์การเรียนรู้ ถ้ามีวัตถุประสงค์บางข้อไม่อาจวัดได้ด้วยข้อสอบแบบเขียนตอบ ครูต้องตัดวัตถุประสงค์นั้นออกจากการวัดผลครั้งนี้ โดยนำไปวัดผลด้วยวิธีอื่น เช่น การสังเกตหรือการสอบภาคปฎิบัติ เป็นต้น สำหรับการวางแผน ออกข้อสอบประจำภาคเรียนก็อาจทำได้ในทำนองเดียวกัน แต่ครูอาจพิจารณาตัดวัตถุประสงค์การเรียนรู้อื่นๆ ออกอีกก็ได้ ถ้าพิจารณาว่าวัตถุประสงค์นั้นได้เคยสอบวัดมาบ้างแล้ว

 ตารางการวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมนี้มีประโยชนที่จะใช้เป็นแนวทางในการเขียนข้อสอบ ทำให้ข้อสอบเป็นตัวแทนของเนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ ตามอันดับความสำคัญด้วยสัดส่วนอันเหมาะสม ช่วยให้ข้อสอบมีความยุติธรรม นักเรียนต้องเตรียมสอบทุกหัวข้อเรื่อง เนื่องจากข้อสอบกระจายไปทุกตอนและทำให้ข้อสอบได้สอดคล้องกับการดำเนินการสอน ช่วยให้ครูพิจารณาได้ว่านักเรียนคนใดยังบกพร่องในเนื้อหาตอนใดหรือทักษะใด หรือถ้ามีนักเรียนจำนวนมากไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อใด จะทำให้ครูรู้ข้อบกพร่องของการดำเนินการสอนและปรับปรุงให้ดีขึ้น ถ้าเป็นข้อสอบเพื่อสรุปผลการเรียนจะทำให้การวัดผลเป็นที่น่าเชื่อถือได้ในการพิจารณาว่าผู้ใดสอบผ่านรายวิชานั้นๆ

 **5. การสร้างข้อสอบ**

 ในการสร้างข้อสอบนั้น ครูต้องพิจารณาจะใช้ข้อสอบชนิดใด เป็นข้อสอบอัตนัย (subjective tests) หรือข้อสอบปรนัย (objective tests) ซึ่งครูจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับข้อสอบทั้งสองชนิด การเขียนข้อสอบและการปรับปรุงข้อสอบด้วย

 5.1 ข้อสอบแบบอัตนัย

 ข้อสอบแบบอัตนัย มีลักษณะที่สำคัญ คือ การตอบของนักเรียนจะเป็นอย่างอิสระ ตามความคิดและความเข้าใจของนักเรียนเอง นักเรียนจะต้องอ่านโจทย์คำถามแล้วคิดว่าจะตอบอย่างไร เป็นการวัดความสามารถของนักเรียนในการที่จะสร้างแนวคิด รวบรวมแนวความคิดและเขียนแสดงออกของความคิดนั้น นักเรียนสามารถจะตอบได้อย่างเสรีตามความคิดเห็นของตน ข้อสอบอัตนัยมี 2 แบบ คือ ข้อสอบแบบจำกัดขอบเขตในการตอบ (restricted-response question) และข้อสอบแบบไม่จำกัดขอบเขตการตอบ (unrestricted – response questions)

 ข้อสอบอัตนัยแบบจำกัดขอบเขตในการตอบจะจำกัดขอบเขตในการตอบของนักเรียนการกำหนดการตอบของปัญหาจะพิจารณาตามขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่สอนในห้องเรียน หรืออาจจำกัดขอบเขตเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งในเนื้อหา เช่น จงอธิบายคุณสมบัติทางเคมี เป็นต้นส่วนข้อสอบอัตนัยแบบไม่จำกัดขอบเขตการตอบจะไม่จำกัดการตอบของผู้ตอบ ผู้ตอบมีอิสระในการตอบแบบไหนก็ได้ตามความสามารถของผู้ตอบ ตามทักษะในการสังเคราะห์และการประเมินผลของตน และเป็นการวัดความคิดริเริ่ม การประเมินผลและการแก้ไขปัญหาที่มีวิธีการต่าง ๆ ในการเรียนวิทยาศาสตร์ เช่น จงอภิปรายว่าดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานบนโลก เป็นต้น

 การสร้างข้อสอบแบบอัตนัยมีหลักในการสร้างดังนี้

 1. ใช้ในการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สลับซับซ้อนเท่านั้น ใช้วัดในกรณีที่จะให้นักเรียนยกเหตุผล อธิบายความสัมพันธ์อธิบายข้อมูลการสรุปผลของการทดลอง หรือความคิดอื่น ๆ โดยออกข้อสอบแบบจำกัดขอบเขตในการตอบ แต่ถ้าจะวัดเกี่ยวกับวิธีการ การวางแผนงาน การประเมินผลงาน ใช้ข้อสอบแบบไม่จำกัดขอบเขตในการตอบ

 2. ข้อสอบอัตนัยที่ใช้วัดจะต้องสัมพันธ์กับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่จะต้องวัด ข้อสอบแต่ละข้อจะต้องออกแบบในการวัดพฤติกรรมอย่างเดียวหรือหลายอย่างจะต้องกำหนดให้ชัดเจน ข้อสอบแบบจำกัดขอบเขตของการตอบจะเฉพาะเจาะจงวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ได้หลายแบบ ครูผู้ออกข้อสอบจะต้องกำหนดให้ชัดเจนว่าเป็นการวัดพฤติกรรมเกี่ยวกับอะไร

 3. การเขียนคำถามจะต้องบ่งถึงงานที่จะให้ผู้ตอบได้ตอบอย่างชัดเจนในการตรวจสอบคำถามว่าถูกต้องหรือไม่ ทำได้โดยการเขียนแบบแผนของการตอบไว้เรียบร้อยหรือเขียนเป็นแนวทางในการตอบไว้ และต้องกำหนดเลาในการสอบว่าควรใช้เวลาเท่าใดเพื่อจะทำให้ทราบว่านักเรียนควรตอบได้เพียงใดในข้อจำกัดของเวลา

 4. การเขียนคำถามไม่ควรให้นักเรียนเลือกตอบ ควรให้นักเรียนทำทุกข้อ เพราะการวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนควรวัดในสิ่งที่เหมือนกัน แต่นในบางกรณ๊อาจให้นักเรียนเลือกทำเป็นบางข้อได้ เช่นการวัดเกี่ยวกับความคิดริเริ่ม

 5. ต้องกำหนดเวลาในการตอบ นักเรียนจะต้องคิดและเขียนจึงจำเป็นต้องกำหนดเวลาให้พอสมควร ในการตั้งคำถามที่มีความสลับซับซ้อน ครูไม่ควรถามจำนวนข้อคำถามมากข้อเกินไป และความกำหนดเวลาให้พอเหมาะที่จะให้นักเรียนทำข้อสอบแต่ละข้อได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

 5.2 ข้อสอบแบบปรนัย

 ข้อสอบแบบปรนัย เป็นข้อคำถามที่ผู้ออกและตรวจข้อสอบเห็นพ้องตรงกันว่าคำถามชัดเจน มีความเข้าใจความหมายของคำถามตรงกัน คำตอบที่ถูกคืออะไร และการตรวจให้คะแนนจะเหมือนกัน ข้อสอบแบบปรนัยที่นิยมเลือกใช้ ได้แก่ ข้อสอบแบบเลือกตอบ (multiple choice items) ข้อสอบแบบเติมคำ (completion items) ข้อสอบแบบถูกผิด (true – false statements) และ ข้อสอบแบบจับคู่ (matching items)

 ในการเลือกชนิดของข้อสอบแบบปรนัย จะทำการพิจารณาเลือกชนิดของข้อสอบได้ 2 วิธี ดังนี้

 1. พิจารณาถึงธรรมชาติของพฤติกรรมการเรียนรู้ว่า แบบทดสอบที่จะนำมาใช้นั้นจะต้องวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนแสดงออกโดยตรงเท่าที่จะทำได้และพฤติกรรมการเรียนรู้นี้จะบอกถึงชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดโดยเฉพาะ

 2. พิจารณาถึงคุณภาพของข้อสอบที่จะสร้าง ซึ่งข้อสอบแบบเลือกตอบจะมีคุณภาพดีในการวัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการที่จะวัดเนื้อหาได้อย่างทั่วถึง จึงนิยมใช้กันมากกว่าแบบอื่น

 ในการสร้างข้อสอบจะขึ้นอยู่กับการพิจารณาการเลือกชนิดของข้อสอบแบบปรนัยทั้ง สองวิธีที่กล่าวแล้ว ถ้าการเรียนในเนื้อหามีลักษณะที่จะเป็นไปได้ทั้งสองทางก็จะใช้ข้อสอบแบบ ถูกผิด ถ้าการเรียนในเนื้อหามีลักษณะมีตัวประกอบที่เหมือนกันหลายตัวที่มีความสัมพันธ์กัน ก็จะใช้ข้อสอบแบบจับคู่ และถ้าการเรียนรู้ในเนื้อหาที่มีลักษณะที่จะเสริมต่อของส่วนที่สำคัญ ก็จะใช้ข้อสอบแบบเติมคำ ส่วนการสร้างข้อสอบชนิดต่าง ๆ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

 5.2.1 ข้อสอบแบบเลือกตอบ

 ลักษณะของข้อสอบแบบเลือกตอบประกอบด้วย ตัวข้อสอบ(stem) ซึ่งเป็นปัญหา และตัวเลือก(choice) ซึ่งเป็นวิธีการแก้ไขปัญหา ตัวข้อสอบอาจจะเป็นคำถามหรือข้อความที่ไม่สมบูรณ์ ส่วนตัวเลือกนั้นจะรวมถึงคำตอบที่ถูกต้อง และตัวลวงที่ใช้ประกอบในการที่จะลวง นักเรียนให้เกิดความไม่แน่ใจขึ้นในการตอบ ข้อสอบแบบเลือกตอบเป็นวิธีการตอบที่ดีและ สามารถใช้วัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่สลับสับซ้อนได้มากพอสมควร โดยให้นักเรียนเลือกข้อ ที่มีเหตุผลดีที่สุด มีวิธีการที่ดีที่สุด หรือมีการประยุกต์ที่ดีที่สุดในการแก้ไขปัญหาหรือหลักการนั้น ๆ และตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือคำตอบที่ดีที่สุด ในการเลือกจะขึ้น อยู่กับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่แสดงออกมาในการเรียนการสอนในห้องเรียนตามวัตถุประสงค์ ของการเรียนที่จะทำการวัด

 การเขียนข้อสอบแบบ เลือกตอบว่ามีหลายแบบ แต่ละแบบอาจเหมาะสำหรับวัดผลเนื้อหาวิชาที่แตกต่างกันไป และ ได้เสนอข้อสอบแบบเลือกตอบไว้ 9 แบบ ดังนี้ คือ

 1. แบบหาคำตอบที่ถูกต้อง ข้อสอบแบบนี้ตัวเลือกที่ให้พิจารณาทั้งหมดนั้น จะมีตัวเลือกเดียวที่ถูกต้อง เช่น

|  |  |
| --- | --- |
| **คำถาม** | เราเรียกสารบริสุทธิ์ที่ประกอบด้วยสารมากกว่าชนิดหนึ่งว่าอย่างไร |
| **ตัวเลือก** | ก. สารเนื้อผสม ข. คอลลอยด์ ค. สารละลาย ง. ธาตุ จ. สารประกอบ |

 2. แบบหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดข้อสอบแบบนี้จะมีคำตอบที่เป็นไปได้มากกว่า 1 คำตอบ แต่จะมือยู่เพียงข้อเดียวที่เหมาะสมที่สุด เช่น

|  |  |
| --- | --- |
| **คำถาม** | ถ้าจะทำการทดลองเพื่อตรวจสอบว่า "ของเหลวชนิดหนึ่งจะเป็นสารละลายที่มีของแข็งเป็นตัวถูกละลายอยู่หรือไม่” ควรเลือกเครื่องมือชุดใด |
| **ตัวเลือก** | ก. หลอดทดลอง ตะเกียง ข. หลอดทดลอง กระดาษลิตมัส ค. บีกเกอร์ กรวย กระดาษกรอง ตะเกียง ง. หลอดทดลอง ตะเกียง เทอร์มอมิเตอร์ จุกยาง 2 รู หลอดนำแก๊สจ. เครื่องแยกนํ้าด้วยกระแสไฟฟ้า |

 3. แบบหาคำตอบผิดข้อสอบแบบนี้จะมีตัวเลือกที่ผิดอยู่เพียงตัวเลือกเดียว นอกนั้นจะเป็นตัวเลือกที่ถูกทั้งหมด และให้นักเรียนหาตัวเลือกที่ผิด เช่น

|  |  |
| --- | --- |
| **คำถาม** | จงพิจารณาว่า ข้อความนี้ข้อใดไม่ถูกต้อง |
| **ตัวเลือก** | ก. พันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะที่เกีดจาก การดูด - ผลักกันของอิเล็กตรอนและนิวเคลียสของอิเลกตรอนคู่สร้างพันธะ ข. พันธะระหว่างอะตอมที่มีคำอิเล็กโตรเนกาติวิตีต่างกันมากๆ มักจะเป็นพันธะอิออนิกค. พันธะอิออนิกเป็นพันธะที่เกิดจากการดึงดูดระหว่าง อิออนที่มีประจุต่างชนิดกันง. สารประกอบอิออนิกเป็นสารประกอบประเภทไม่มีสูตรโมเลกุลจ. โดยทั่ว ๆ ไปพันธะโคเวเลนต์จะเป็นพันธะที่แข็งแรงน้อยกว่าพันธะอิออนิก |

 4. แบบเพิ่มเติม ข้อสอบแบบนี้ดัดแปลงมาจากข้อสอบแบบเติมคำ โดยเว้นที่ให้เติมคำตอบไว้ในคำถาม แต่แทนที่จะให้นักเรียนหาคำตอบมาเติมเอง ก็เปลี่ยนเป็นให้นักเรียนเลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้ เช่น

|  |  |
| --- | --- |
| **คำถาม** | ถ้ากังหันลมมีใบพัด 5 ใบขนาดเท่ากัน จะต้องติดให้ใบพัดแต่ละใบทำมุมกัน..........องศา จึงจะทำให้แกนหมุนอยู่ในสภาพสมดุลขณะหมุน |
| **ตัวเลือก** | ก. 30 ข. 36 ค. 48ง. 60จ. 72  |

 5. แบบถามมากกว่า 1 คำถาม คำถามประเภทนี้ส่วนใหญ่มี 2 คำถาม และคำถามที่สองจะถามหาเหตุผลสนับสนุนคำถามแรก เช่น

|  |  |
| --- | --- |
| **คำถาม** | หมอสอนศาสนาได้บันทึกไว้ในรายงานการผจญภัยของเขาว่า พ่อมดชาวแอฟริกันใช้รากของต้นไม้ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับต้นระย่อม ช่วยรักษาเขาจากอาการไข้หนัก ถ้าพิจารณาจากรายงานนี้แล้วควรสรุปว่าอย่างไร เพราะเหตุใดจึงสรุปเช่นนั้น  |
| **ตัวเลือก** | ก. ต้นไม้นั้นไม่มีประโยชน์อะไรเลย เพราะพ่อมดคนนั้นไม่ได้เรียนแพทย์มา ข. ต้นไม้นั้นไม่มีประโยชน์ เพราะหมอสอนศาสนาคนนั้นก็บอกไม่ได้ว่าต้นไม้นั้นช่วยในการรักษาตัวเขาได้เพียงไร  ค. ต้นไม้นั้นอาจจะมีส่วนช่วยอะไรบางอย่างได้ เนื่องจากหมอสอน ศาสนาคนนั้นหายจากอาการป่วย หลังจากที่ได้รับการรักษาจากพ่อมด ง. ต้นไม้นั้นมีประโยชน เพราะมีรายงานทางการแพทย์เมื่อเร็วๆ นี้ เปิดเผยว่า ยาที่สกัดจากรากของต้นระย่อมนั้น มีคุณสมบัติในการลดความดันเลือด จ. ยังสรุปไม่ได้เนื่องจากผลที่ได้เกิดขึ้นกับหมอสอนศาสนาคนนั้นเพียงคนเดียว |

 6. แบบจัดประเภท เป็นคำถามที่ให้นักเรียนหาเกณฑ์หรือใช้เกณฑ์ที่กำหนด ให้มาพิจารณาว่า สิ่งที่กำหนดมาให้นั้นมีสิ่งใดบางที่จัดได้ว่าเป็นพวกเดียวกัน หรือมีสิ่งใด ต่างออกไปจากพวกบ้าง เช่น

|  |  |
| --- | --- |
| **คำถาม** | จาก ข้อ ก-จ มีธาตุอยู่ 4 ธาตุที่อาจจัดเป็นพวกเดียวกัน ภายใต้เกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่ง จะมีอยู่หนึ่งธาตุที่ต่างพวกไป ให้หาว่าธาตุนั้น คือธาตุในข้อใด |
| **ตัวเลือก** | ก. ธาตุที่มีอะตอมมิกนัมเบอร์เท่ากับ 4ข. ธาตุที่มีอะตอมมิกนัมเบอร์เท่ากับ 6 ค. ธาตุที่มีอะตอมมิกนัมเบอร์เท่ากับ 8 ง. ธาตุที่มีอะตอมมิกนัมเบอร์เท่ากับ 10 จ. ธาตุที่มีอะตอมมิกนัมเบอร์เท่ากับ 12  |

 7. แบบขาดเกิน ลักษณะของคำถามแบบนี้เป็นคำถามประเภทให้พิจารณาว่าข้อมูลที่กำหนดให้สำหรับใช้แก้ปัญหานั้นพอเพียงหรือไม่ ถ้าไม่พอต้องกำหนดอะไรเพิ่มเติม หรือให้พิจารณาว่าข้อมูลที่กำหนดให้นั้นมีตอนใดบ้างที่ไม่จำเป็นต้องกำหนดมาก็สามารถแก้ปัญหานั้นได้ เช่น

|  |  |
| --- | --- |
| **คำถาม** | ในการทดลองวัดค่ากำลัง (power) ที่ใช้ในการยกของขึ้นที่สูง ใช้วิธีทดลองดังนี้ 1. ชั่งนํ้าหนักวัตถุ  2. วัดระยะที่ยกวัตถุขึ้นไปได้ในแนวดิ่ง 3. วัดความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ  4. จับเวลาตั้งแต่เริ่มยกวัตถุจนวัตถุขึ้นไปถึงตำแหน่งที่ต้องการขั้นตอนใดไม่จำเป็นในการหากำลัง |
| **ตัวเลือก** | ก. ข้อ 1ข. ข้อ 2ค. ข้อ 3ง. ข้อ 2, 4จ. ข้อ 3, 4 |

 8. แบบตัวเลือกคงที่ เป็นข้อสอบที่กำหนดให้โดยให้มีตัวเลือกอยู่หนึ่งชุดและใช้เป็นคำตอบของคำถามหลาย ๆ ข้อ ซึ่งแบ่งเป็นแบบย่อย ๆ ได้ ดังนี้

 8.1 แบบตัวเลือกธรรมดา ตัวอย่างเช่น

|  |  |
| --- | --- |
| **คำชี้แจง** | ตัวเลือกต่อไปนี้ใช้สำหรับตอบคำถามข้อ 1. – 3. |
|  | ก. โครมาโตกราฟฟี ข. การกลั่นลำดับส่วน ค. การกลั่น ง. การกรอง จ. การระเหย |
| **คำถาม** | การกระทำต่อไปนี้จะต้องใช้วิธีการใดในข้อ ก-จ |
|  | 1. การแยกเกลือจากน้ำทะเล 2. การแยกสารละลายที่ทราบว่า เกิดจากการผสมของเหลวสามชนิดที่มีจุดเดือดต่างกัน3. การทำน้ำคลองให้ใส |

 8.2 แบบข้อความและเหตุผล ตัวอย่างเช่น

|  |  |
| --- | --- |
| **คำชี้แจง** | คำถามตั้งแต่ข้อ 1 - 2 แต่ละข้อมีข้อความให้นักเรียนพิจารณาอยู่ 2 ข้อความ ให้พิจารณาข้อความ (1) และ (2) ว่าตรงกับคำตอบข้อใดในข้อ ก-จ ดังต่อไปนี้  |
|  | ก. ข้อความทั้งสองถูกต้องและข้อความ (2) เป็นเหตุผลของ (1)ข. ข้อความทั้งสองถูกต้องแต่ข้อความ (2) ไม่เป็นเหตุผลของ (1)ค. ข้อความ (1) ถูก แต่ (2) ผิด ง. ข้อความ (1) ผิด แต่ (2) ถูก จ. ข้อความทั้งสองผิด |
| **คำถาม** | ข้อ 1. (1) บนดวงจันทร์ไม่มีบรรยากาศ (2) แรงโน้มถ่วงบนดวงจันทร์มีน้อยกว่าแรงโน้มถ่วงบนโลกข้อ 2. (1) เราต้องการลดแรงเสียดทานให้น้อยที่สุดในเครื่องผ่อนแรงแบบต่างๆ  (2) แรงเสียดทานเป็นเหตุให้พลังงานสูญเปล่าไปเป็นความร้อน |

 8.3 แบบคำตอบถูกมากกว่า 1 คำตอบ ตัวอย่างเช่น

|  |  |
| --- | --- |
| **คำชี้แจง** | คำถามตั้งแต่ข้อ 1 - 2 แต่ละข้อจะมีคำตอบให้ 4 คำตอบให้นักเรียนพิจารณาว่า คำตอบใดถูกต้องและตรงกับข้อใด ในข้อ ก - จ ดัง ต่อไปนี้  |
|  | ก. ข้อ 1, 2, 3 ถูกต้อง ข. ข้อ 1, 2 ถูกต้องค. ข้อ 2, 4 ถูกต้อง ง. ข้อ 2, 3 ถูกต้อง จ. เป็นอย่างอื่น  |
| **คำถาม** | ข้อ 1. ถ้าใช้ยางถูไปบนพื้นถนนอย่างแรง จะเกิดสิ่งใด1. แสง 2. เสียง 3. ความร้อน 4. ไฟฟ้าสถิตข้อ 2. ในขณะที่รถยนต์กำลังแล่นบนถนน เราต้องการให้แรงเสียดทานระหว่าง วัตถุคู่ใดน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้1. ยางรถยนต์กับถนน2. มือกับพวงมาลัย3. ลูกสูบกับกระบอกสูบ4. เครื่องยนต์กับแผ่นคลัตซ์ |

 9. แบบสร้างสถานการณ์ เป็นข้อสอบที่กำหนดสถานการณ์ขึ้นแล้วตั้งคำถาม โดยอาศัยสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นหลัก อาจตั้งคำถามได้หลายข้อจากสถานการณ์หนึ่ง ๆ และสถานการณ์ที่ยกขึ้นมาอาจเป็นสถานการณ์สมมติหรือสถานการณ์จริง โดยอยู่ในรูปของ ข้อความ บทความ รูปภาพ กราฟ แผนภูมิ แผนภาพ หรือ ตารางก็ได้ เช่น

 **คำถาม** ในการจับเวลาการหมุนของกังหัน P Q R ปรากฏผลดังนี้

|  |  |
| --- | --- |
| กังหัน | เวลาในการหมุน (วินาที) |
|  | 5 รอบ | 10 รอบ | 15 รอบ |
| P | 8 | 12 | 16 |
| Q | 6 | 12 | 18 |
| R | 4 | 8 | 12 |

 กังหันใดหมุนด้วยความเร็วคงที่

|  |  |
| --- | --- |
| **ตัวเลือก** | ก. P ข. Q ค. Rง. P และ Qจ. ทั้ง P Q R  |

 **คำถาม** สุกรที่อยู่ในคอกแห่งหนึ่งล้มป่วยลงทีละตัวสองตัว เมื่อตัวหนึ่งตายลงพบว่ามีแบคทีเรียสามชนิดอยู่ในกระแสเลือด แบคทีเรีย ก และ ข มีรูปร่างคล้ายกัน แต่แบคทีเรีย ค มีรูปร่างต่างออกไป แบคทีเรียชนิดใด น่าจะเป็นสาเหตุของโรค

|  |  |
| --- | --- |
| **ตัวเลือก** | ก. แบคทีเรีย ก หรือ ข หรือ ค ชนิดใดชนิดหนึ่ง ข. แบคทีเรีย ก และ ข หรือแบคทีเรีย ค พวกใดพวกหนึ่ง ค. แบคทีเรีย ก และ ค หรือแบคทีเรีย ข พวกใดพวกหนึ่ง ง. แบคทีเรีย ก ข และ ค ทั้งสามชนิดร่วมกัน จ. แบคทีเรีย ก หรือ ข หรือ ค หรือทั้งสามชนิดร่วมกัน |

 หลักในการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ มีดังนี้คือ

 1. ออกแบบข้อสอบแต่ละข้อสำหรับวัดพฤติกรรมการเรียนที่สำคัญ ๆ และมีความสัมพันธ์โดยตรงกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้

 2. การเขียนคำถามจะต้องกะทัดรัดชัดเจนและได้ใจความ

3. การเขียนคำถามจะต้อง ใช้ภาษาและศัพท์ที่ง่ายและตรงไปตรงมา

 4. การเขียนคำถามจะต้องใช้คำให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้และหลีกเลี่ยงภาษาที่ซํ้ากันในแต่ละตัวเลือก โดยการย้ายภาษาที่ซํ้ากันไปในตัวคำถามเสีย

 5. การเขียนคำถามจะต้องเขียนเป็นประโยคบอกเล่า ไม่ควรใช้ประโยคปฏิเสธแต่ถ้าจำเป็นจริงๆ ที่จะต้องใช้ก็ควรขีดเส้นใต้ข้อความที่แสดงการปฏิเสธให้เห็นชัด

 6. คำถามแต่ละข้อนั้นจะต้องแน่ใจว่ามีคำตอบที่ถูกต้องแน่นอนเพียงคำตอบเดียว

 7. พยายามหลีกเลี่ยง การใช้ภาษาที่จะเป็นเครื่องชี้บ่งบอกคำตอบที่ถูกต้อง หรือภาษาที่ทำให้นักเรียนสามารถขจัดตัวลวงออกไปได้ง่ายโดยไม่ต้องพิจารณา

 8. สร้างตัวลวงให้น่าเชื่อถือและน่าสนใจ

 9. ไม่ควรใช้ตัวเลือกที่มีลักษณะ "ถูกทุกข้อ” และ "ไม่มีข้อใดถูก" แต่ก็อาจใช้ได้ในกรณีเมื่อเป็นคำตอบที่ดีที่สุด และเป็นการค้นหาคำตอบแบบธรรมดา

 10. ให้กระจายคำตอบที่ถูกต้องโดยการสุ่มตามตัวเลือกทั้งหมด จะไม่ให้คำตอบอยู่ในข้อใดข้อหนึ่งตายตัว

 11. คำถามแต่ละข้อจะต้องเป็นอิสระแก่กันและกัน การตอบคำถามข้อหนึ่ง จะไม่เกี่ยวข้องหรือขึ้นอยู่กับการตอบคำถามอีกข้อหนึ่ง

 5.2.1 ข้อสอบแบบเติมคำ

 ข้อสอบแบบเติมคำในช่องว่าง เป็นการให้นักเรียนเติมคำในช่องว่างให้สมบูรณ์มีลักษณะคล้ายกับข้อสอบแบบเลือกตอบแต่ไม่มีตัวเลือกให้ นักเรียนจำเป็นต้องเขียนตอบเองโดยให้เขียนตอบสั้น ๆ ข้อสอบแบบนี้จะเป็นคำถามหรือข้อความที่ไม่สมบูรณ เพื่อให้นักเรียน ตอบหรือเติมคำ

 หลักในการสร้างข้อสอบแบบเติมคำ มีดังนี้คือ

 1. คำถามต้องเฉพาะเจาะจงและแจ่มชัด อ่านแล้วเข้าใจตรงกัน

 2. ข้อความที่เป็นคำถามไม่ควรยกมาจากหนังสือเรียนโดยตรง

 3. คำที่ให้เติมควรเป็นสิ่งสำคัญจริง ๆ และไม่ควรให้เติมคำตอบหลายแห่ง

 4. ส่วนที่เติมควรอยู่ท้ายประโยค และเว้นช่องว่างให้มีความกว้างเท่า ๆ กัน

 5. คำตอบที่จะให้เติมควรแน่ใจว่ามีเพียงคำตอบเดียว

 ข้อสอบแบบเติมคำ เหมาะที่จะใช้วัดความรู้และข้อเท็จจริงต่าง ๆ เป็นการวัดพฤติกรรมความรู้ความจำได้ดี และเป็นการวัดพฤติกรรมที่ครูต้องการจะวัดหรือครูต้องการทราบพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและให้นักเรียนแสดงออก ตัวอย่างเช่น

|  |
| --- |
| จงเติมคำในช่องว่างให้ถูกต้อง1. สารอินทรีย์ คือ .......................................... ตัวอย่างเช่น ………………………2. ปูนซีเมนต์เป็นส่วนผสมของ ………………………………………………………………3. สูตรทางเคมีของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ คือ ........................................... |

 5.2.3 ข้อสอบแบบถูกผิด

 ข้อสอบแบบถูกผิด เป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนพิจารณาข้อความอย่างละเอียดว่าข้อความนั้นถูกหรือผิด เป็นข้อสอบที่ใช้พิจารณาว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนมติ หลักการ หรือ ทฤษฎีเพียงใด อาจเขียนข้อสอบเพื่อวัดว่านักเรียนสามารถตัดสินใจ ประเมินตัวแปร แปลความหมายข้อมูล และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตลอดจนความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์

 หลักในการสร้างข้อสอบแบบถูกผิด มีดังนี้

 1. ข้อความแต่ละข้อจะต้องมีความคิดอันเดียวหรือมโนมติอันเดียว คือ ต้องมีประเด็นสำคัญในการตอบอย่างชัดเจน

 2. คำที่ใช้ในข้อความจะต้องมีความเที่ยงตรงในการที่จะตอบถูกหรือผิด ข้อความที่ถูกต้องจะต้องถูกต้องจริง

 3. ข้อความนั้นจะต้องสั้นและใช้ภาษาที่ง่าย

 4. ควรหลีกเลี่ยงการใช้คำปฏิเสธและการใช้คำปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ

 5. ควรหลีกเลี่ยงการใช้คำที่จะชี้ไปถึงคำตอบ

 ข้อสอบแบบถูกผิด เหมาะสำหรับทดสอบความรู้ และข้อเท็จจริงเบื้องต้นที่สำคัญ ๆสามารถตรวจสอบได้ง่ายรวดเร็วและเป็นปรนัย เป็นเครื่องมือที่ดีที่สุดที่จะใช้กระตุ้นการอภิปราย

การทบทวน และใช้ในการทดสอบก่อนเรียน ตัวอย่างเช่น

 ข้อความต่อไปนี้อาจถูกหรือผิด ให้เขียนเครื่องหมาย ✓ ถ้าข้อความนั้นถูกต้อง หรือเขียนเครื่องหมาย **🗶** ถ้าข้อความนั้นผิด ในช่องว่างหน้าข้อความ

|  |
| --- |
| 🞎 1. การย่อยทางเคมีของแป้งเริ่มต้นในกระเพาะอาหาร🞎 2. ดับหลั่งฮอร์โมนซึ่งช่วยเก็บสะสมนํ้าตาลกลูโคสให้สม่ำเสมอ🞎 3. ไสัเดือนดินมีโครงกระดูกภายใน  |

 5.2.4 ข้อสอบแบบจับคู่

 ข้อสอบแบบจับคู่ เป็นคำถามแบบเดียวกับคำถามแบบเลือกตอบ แต่แทนที่จะ เขียนคำถามเป็นปัญหาและมีตัวเลือก ก็เปลี่ยนเป็นเขียนเป็นคำถามปัญหาหรือข้อความเรียงลำดับในแถวตั้งข้างหน้า และเรียงคำตอบไว้ในแถวตั้งอีกแถวหนึ่ง แล้วให้นักเรียนเลือกหาคำตอบไปจับคู่กับปัญหา ซึ่งข้อความที่เป็นคำตอบจะมีมากกว่าข้อความที่เป็นคำถาม ข้อสอบจับคู่นี้สามารถใช้วัดความรู้ความเข้าใจได้

 หลักในการสร้างข้อสอบแบบจับคู่ มีดังนี้

 1. เลือกข้อสอบที่เป็นข้อความซึ่งอยู่ในหัวข้อที่เหมือนกันหรือประเภทเดียวกัน มีเนื้อหาเดียวกัน

 2. ข้อสอบจะต้องสั้นและได้ใจความ

 3. ความยาวของข้อความในแถวตั้งแถวหนึ่งจะต้องมีความยาวใกล้เคียงกัน ข้อความที่ยาวกว่าจะอยู่ในแถวตั้งทางซ้ายและข้อความที่สั้นกว่าจะอยู่ในแถวตั้งทางขวา

 4. จำนวนของคำตอบตัวเลือกจะต้องมากกว่าจำนวนของข้อความที่เป็นคำถาม และจำนวนของคำตอบควรอยู่ระหว่าง 6 - 12 ข้อ

 5. คำชี้แจง ในการจับคู่คำถามจะต้องสั้น กะทัดรัด และ อธิบายได้ชัดเจน

 ข้อสอบแบบจับคู่สร้างได้ง่าย การตรวจคะแนนทำได้ง่ายและมีความเป็นปรนัย มีโอกาสเดาได้น้อย เป็นประโยชน์ในการใช้ทดสอบข้อเท็จจริงโดยใช้การระลึกถึงสิ่งที่เคยทราบมาก่อน ตัวอย่างเช่น

 คำชี้แจง: จงเลือกคำจากรายการทางขวามือที่ส้มพันธ์กับคำในแถวทางซ้ายมือ แล้วนำตัวเลขของคำทางขวามือเขียนลงในช่องว่างทางซ้ายมือที่สัมพันธ์กัน

🞎 แสงสีขาว 1. เลนส์

🞎 การหักเห 2. กระจก

🞎 การสะท้อน 3. ดวงอาทิตย์

🞎 การเลี้ยวเบน 4. ผ้าสีดำ

🞎 การดูดกลืน 5. สเปกตรัม

 6. แก้ว

**6. การปรับปรุงข้อสอบ**

เมื่อได้เขียนข้อสอบเป็นฉบับแล้วควรมีการทบทวนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องอีกครั้ง และควรให้ครูที่ร่วมสอนแต่ไม่ได้ออกข้อสอบได้ช่วยวิจารณ์และเสนอแนะในด้านต่าง ๆ ซึ่งอาจทำได้ดังนี้ คือ

 1. อ่านคำชี้แจงและตัวคำถามโดยไม่ต้องดูตัวเลือกหรือเฉลยที่ให้ไว้ พร้อมทั้งคิดหาคำตอบไว้ในใจด้วย

 2. เปรียบเทียบคำตอบที่ได้กับตัวเลือกหรือเฉลยที่กำหนดให้ไว้ ถ้าหากว่าตัวเลือก หรือเฉลยใดไม่เหมาะสมให้แก้ไขเสียใหม่

 3. ตรวจสอบดูว่าข้อความใดสามารถที่จะเขียนให้สั้นลงหรือชัดเจนยิ่งขึ้นได้อีก ให้แน่ใจว่าการใช้คำต่าง ๆ นั้นไม่คลุมเครือ

 4. พิจารณาตัวลวงหรือตรวจดูว่าเหมาะสมกับคำถามข้อนั้นๆ หรือไม่ ขัดแย้งกัน เองหรือไม่ และมีคำแนะนำที่จะช่วยให้นักเรียนคิดคำตอบที่ถูกต้องอยู่หรือไม่

 5. พิจารณาตรวจคำตอบที่ถูกต้องดูว่าเป็นคำตอบที่ตอบคำถามนั้นได้อย่างแท้จริงหรือไม่

 6. ในกรณีที่ออกข้อสอบตามวัตถุประสงค์ ควรได้มีการตรวจสอบว่าข้อสอบนั้นวัด วัตถุประสงค์ที่ต้องการจริงหรือไม่ ซึ่งอาจทำได้โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่าโดยให้ผู้ชำนาญกลุ่มหนึ่งซึ่งมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ต้องการวัดเป็นอย่างดี ช่วยกันประเมินข้อสอบแต่ละข้อที่สร้างขึ้นว่า สามารถวัดวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะวัดได้หรือไม่

การประมาณค่าของข้อสอบแต่ละข้อ ใช้เกณฑ์ดังนี้ คือ ถ้าเห็นด้วยอย่างยิ่งว่าข้อสอบนั้นวัดวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด ให้ 5 คะแนน ถ้าเห็นด้วย ให้ 4 คะแนน ถ้าไม่แน่ใจ ให้ 3 คะแนน ถ้าไม่เห็นด้วยให้ 2 คะแนน ถ้าไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งให้ 1 คะแนน เมื่อผู้ เชี่ยวชาญดังกล่าวประมาณค่าข้อสอบแต่ละข้อเสร็จแล้วก็นำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ถ้าคะแนน เฉลี่ยของข้อใดมีค่าตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป ถือได้ว่าข้อสอบนั้นวัดวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดได้ ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 3.5 ลงมา ถือว่าข้อสอบนั้นไม่ได้วัดวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด จึงต้องตัดทิ้งไปหรือปรับปรุงใหม่

 **7. การวิเคราะห์ข้อสอบ**

ข้อสอบที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว ถือได้ว่าอยู่ในขั้นที่จะนำไปทดลองใช้เพื่อวิเคราะห์ หาค่าสถิติต่าง ๆ มาประกอบการพิจารณาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนี้งก่อนนำไปใช้จริงต่อไปแต่ในทางปฏิบัติแล้วมักจะนำไปใช้จริงเลย และนำผลจากการใช้จริง การตอบของนักเรียนใน การทำข้อสอบเป็นข้อมูลป้อนกลับในการทบทวนปรับปรุงข้อสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อจะทำให้ทราบข้อบกพร่องในการสร้างข้อสอบ ข้อดีและข้อบกพร่องในการสอนด้วย ข้อสอบที่ไม่ดีอาจเนื่องมาจากการสร้างที่ไม่ดี กำกวม มีข้อผิดพลาดในการสื่อข้อมูลหรือมีการสอนไม่ดี สำหรับข้อสอบที่ดีก็สามารถอนำไปใช้ในการสอนครั้งต่อ ๆ ไปได้ การวิเคราะห์ข้อสอบสามารถทำได้ทั้งการวิเคราะห์ข้อสอบในการวัดผลแบบอิงกลุ่ม และในการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

**7.1 การวิเคราะห์ข้อสอบสำหรับข้อสอบแบบอิงกลุ่ม**

 การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของข้อสอบสามารถบอกค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละ ข้อในการสอบ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบและประสิทธิภาพของตัวลวง วิธีการวิเคราะห์ข้อ สอบแบบเลือกตอบของข้อสอบแบบอิงกลุ่มที่ง่ายและได้ผล มีขั้นตอนดังนี้ คือ

 1. เรียงกระดาษคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุดไปหานักเรียนที่ได้คะแนนต่ำสุด

 2. ตัดกลุ่มคะแนนสูง และกลุ่มคะแนนต่ำมาประมาณกลุ่มละ 27 เปอรเซ็นต์ของนักเรียนทั้งหมด ส่วนที่ตัดจากกลุ่มคะแนนสูง เรียกว่า กลุ่มสูง ส่วนที่ตัดจากกลุ่มคะแนน ต่ำ เรียกว่า กลุ่มต่ำ กลุ่มที่ได้คะแนนปานกลางไม่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ จะใช้เฉพาะ กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำเท่านั้น

 3. จากกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ให้นับการตอบของนักเรียนทุกข้อตามตัวเลือกที่กำหนดให้ โดยจะต้องนับตัวเลือกตอบของนักเรียนทุกตัวและกับนักเรียนทุกคน และจดบันทึกไว้ในแต่ละตัวเลือกของแต่ละข้อทั้งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

**ตัวอย่าง** นักเรียนในชั้นมี 28 คน กลุ่มสูง 10 คน กลุ่มต่ำ 10 คน

ข้อ 1 ตัวเลือก ก ข ค ง จ

 กลุ่มสูง (10 คน) 1 6 3 0 0

 กลุ่มต่ำ (10 คน) 3 2 2 3 0

ข คือ คำตอบที่ถูกต้อง

 4. หาค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ โดยหาจำนวนเปอร์เซ็นต์ของผู้ที่ตอบถูก ต้อง คำนวณหาดัชนีความยากง่ายจากสูตร

ดัชนีความยากง่าย (p) หาจากความสัมพันธ์
p = $\frac{จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบถูก}{จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบทั้งหมด}$ x 100%

จากตัวอย่าง

จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบถูกทั้งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ = 6 + 2 = 8 คน

จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ = 10 + 10 = 20 คน

ดังนั้น ดัชนีความยากง่ายของข้อสอบ = $\frac{8}{20}$ x 100 = 40%

 หรือ ค่าดัชนีความยากง่าย = 0.40

 ถ้าเปอร์เซ็นต์ของนักเรียนตอบถูกมีค่าน้อย ความยากของข้อสอบจะมีมาก ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความยากง่ายมากกว่า 0.80 หรือน้อยกว่า 0.20 เป็นข้อสอบที่ง่ายหรือยากเกินไป ไม่ควรนำมาใช้สอบ ดังนั้นค่าดัชนีความยากง่าย 0.40 เป็นที่ยอมรับ ข้อสอบข้อนี้ใช้ได้

 5. หาค่าดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อเป็นการวัดว่าข้อสอบแต่ละข้อสามารถแยกระหว่างกลุ่มได้คะแนนสูงกับกลุ่มได้คะแนนต่ำได้ดีเพียงใด การหาค่าดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบ คำนวณได้ดังนี้

ดัชนีอำนาจจำแนก = (สัดส่วนของผู้ตอบถูกต้องในกลุ่มสูง) – (สัดส่วนของผู้ตอบถูกต้อง ในกลุ่มต่ำ)

จากตัวอย่าง

 สัดส่วนของผู้ตอบถูกต้องในกลุ่มสูง = $\frac{6}{10}$ = 0.60

 สัดส่วนของผู้ตอบถูกต้องในกลุ่มต่ำ = $\frac{2}{10}$ = 0.20

 ดังนั้น ค่าดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบ = 0.60 – 0.20 = 0.40

 ค่าดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบจะเป็นจุดทศนิยมและมีค่าสูงสุดเป็น 1.00 เมื่อกลุ่มคะแนนสูงตอบขอสอบได้ถูกหมด ส่วนกลุ่มคะแนนต่ำตอบข้อสอบผิดหมด ในทางกลับกันค่าดัชนีอำนาจจำแนกเป็น 0.00 คือ ข้อสอบไม่มีอำนาจจำแนกเลย เมื่อสัดส่วนของผู้ตอบถูกต้องในกลุ่มสูงกลุ่มต่ำเท่ากัน การตั้งเกณฑ์ในการพิจารณาค่าดัชนีอำนาจจำแนก ไว้ดังนี้

 ค่าดัชนีอำนาจจำแนก มากกว่า 0.40 หมายถึง ข้อสอบดีมาก

 ค่าดัชนีอำนาจจำแนก 0.30 – 0.39 หมายถึง ข้อสอบใช้ได้แต่อาจปรับปรุงให้ดีขึ้น

 ค่าดัชนีอำนาจจำแนก 0.20 – 0.29 หมายถึง ข้อสอบไม่ค่อยดี จำเป็นต้องปรับปรุง

 ค่าดัชนีอำนาจจำแนก ต่ำกว่า 0.19 หมายถึง ข้อสอบไม่ดี ต้องปรับปรุงหรือตัดทิ้งไป

 สรุปว่า จากตัวอย่างนี้ ค่าดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบ 0.40 อยู่ในเกณฑ์ดี ข้อสอบข้อนี้ใช้ได้

 6. ประสิทธิภาพของตัวลวง (distractor efficiency) หาได้โดยการเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่เลือกตอบ ตัวลวงของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ตัวลวงที่ดีจะต้องลวงนักเรียนในกลุ่มต่ำมากกว่าในกลุ่มสูง จากตัวอย่างจะเห็นได้ว่า ตัวลวง ก และตัวลวง ง จะมีประสิทธิภาพในการลวงได้ดีดี ส่วนตัวลวง ค จะลวงนักเรียนกลุ่มสูงมากกว่านักเรียนกลุ่มต่ำ จึงเป็นตัวลวงที่ไม่ดี และตัวลวง จ ไม่มีประสิทธิภาพในการลวงเลย

 การวิเคราะห์ข้อสอบถ้าใช้จำนวนนักเรียนจำนวนน้อยมาวิเคราะห์จะทำให้ได้ค่าดัชนีความยากง่าย และค่าดัชนีอำนาจจำแนกเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ในการคำนวณแต่ละครั้ง การวิเคราะห์ข้อสอบควรใช้จำนวนนักเรียนให้มาก ๆ จะทำให้ค่าต่าง ๆ ของข้อสอบมีความคงที่แน่นอนกว่า และสามารถนำข้อสอบไปใช้ในการสอบครั้งต่อไปได้

 **7.2 การวิเคราะห์ข้อสอบสำหรับข้อสอบแบบอิงเกณฑ์**

 ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ เป็นข้อสอบที่ออกแบบสำหรับอธิบายการเรียนรู้ของนักเรียน ว่านักเรียนมีความรอบรู้ มีความก้าวหน้าหรือเรียนได้ผลตามวัตถุประสงค์เพียงใดโดยกำหนดเกณท์ไว้ การสอบแบบอิงเกณฑ์จะไม่เปรียบเทียบคะแนนของนักเรียนกับเพื่อน แต่จะเปรียบเทียบคะแนนของนักเรียนกับระดับการรอบรู้ที่กำหนดไว้ การวิเคราะห์ข้อสอบจึงเป็นการวิเคราะห์โดยเปรียบเทียบพฤติกรรมของนักเรียนก่อนการสอนกับพฤติกรรมของนักเรียนหลังการสอน

 การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์อาจวิเคราะห์โดยหาค่าดัชนีความไว ซึ่งมีวิธีการดังนี้

 ขั้นที่1 นำข้อสอบไปสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่ง 2 ครั้ง คือ ก่อนจะเริ่มการเรียนการสอนหนึ่งครั้ง และหลังจากที่ได้รับการเรียนการสอนหนึ่งครั้ง

 ขั้นที่ 2 หาจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก ทั้งการสอบก่อนสอนและการสอบหลังจากรับการสอนแล้ว

 ขั้นที่ 3 นำค่าที่ได้ในขั้นที่ 2 ไปคำนวณหาค่าดัชนีความไวเป็นรายข้อโดยใช้สูตร

ดัชนีความไว = $\frac{จำนวนผู้ตอบถูกหลังสอน-จำนวนผู้ตอบถูกก่อนสอน}{จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด}$

ตัวอย่าง นำแบบทดสอบฉบับหนึ่งไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่ง จำนวน 10 คน สมมติว่าการกระจายของข้อสอบแบบเลือกตอบเป็น ดังนี้

ข้อ 2 ตัวเลือก ก ข ค ง จ

 เมื่อสอนแล้ว 1 7 1 0 1

 ก่อนการอสน 2 1 3 2 2

 คำตอบ ข คือ คำตอบที่ถูกต้อง

 ดัชนีความไว = $\frac{(7-1)}{10}$ = 0.60

 นั่นคือ ดัชนีความไวของข้อสอบ ข้อ 2 นี้ เท่ากับ 0.60 ถือว่าเป็นข้อสอบที่ดี

ดัชนีความไวจะมีค่าอยู่ระหว่าง - 1.00 ถึง 1.00 ในกรณีที่การสอบก่อนการสอน ไม่มีผู้ใดทำข้อสอบข้อนี้ถูกเลย แต่หลังจากได้รับการสอนแลวทำข้อสอบข้อนี้ถูกหมดทุกคน ค่า ดัชนีความไวของข้อสอบนี้เท่ากับ 1.00 แสดงว่า ข้อสอบข้อนี้ชี้ให้เห็นผลการเปลี่ยนแปลงของ นักเรียนอันเป็นผลจากการสอนของครูได้ดีมาก ตรงกันข้ามถ้าการสอบก่อนการสอนทุกคน ทำถูกหมด แต่เมื่อได้รับการสอนแล้วทำข้อสอบข้อนั้นผิดหมดทุกคน ค่าดัชนีความไวมีค่าเท่า กับ - 1.00 แสดงว่าอาจเกิดผิดพลาดในตัวข้อสอบหรือการเรียนการสอนในเนื้อหาหรือวัตถุ ประสงค์นั้น หรือถ้าการสอบก่อนการสอนและหลังการสอนนักเรียนตอบถูกหมดทุกคน ข้อ สอบข้อนั้นจะมีดัชนีความไวเท่ากัน 0 ซึ่งแสดงว่าไม่สามารถบ่งชี้ความเปลี่ยนแปลงของนักเรียน ได้เลย ดัชนีความไวของข้อสอบที่ดีควรจะเป็นบวก ยิ่งมีค่าเข้าใกล้ 1.00 ก็ยิ่งเป็นข้อสอบที่ดี แต่ถ้าข้อใดมีค่าเป็น 0 หรือเป็นลบก็ควรตัดทิ้ง ไม่ควรนำมาใช้อีกต่อไป อย่างไรก็ตามการที่ ข้อสอบมีค่าดัชนีความไวต่ำ อาจจะเป็นผลของการที่ข้อสอบไม่ดีหรืออาจเป็นผลของประสิทธิภาพของการสอนของครูก็ได้

**8. ลักษณะข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านต่าง ๆ**

ลักษณะของข้อสอบ วัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ พฤติกรรมด้านความเข้าใจ พฤติกรรมด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และพฤติกรรมด้านการนำความรู้และวิธีการวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่ครูต้องออกข้อสอบตามตารางการวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมไว้ ดังต่อไปนี้

**8.1 ลักษณะของข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ**

 ข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ จะมีลักษณะเป็นการวัดเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องราวหรือความรู้ต่าง ๆ ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วว่า นักเรียนสามารถระลึกได้มากน้อยเพียงใด พฤติกรรมด้านความรู้ความจำเป็นพฤติกรรมขั้นต่ำสุด ตามการจำแนกวัตถุประสงค์ทางการศึกษาและคำถามของบลูม ข้อสอบฉบับหนึ่ง ๆ ไม่ควรถามเกี่ยวกับความรู้ความจำมากเกินไป โดยทั่วไปแล้วไม่ควรเกินร้อยละ 20 ของข้อสอบทั้งหมด ตัวอย่างข้อสอบวัดความรู้ ความจำ มีดังนี้

|  |  |
| --- | --- |
| **คำถามข้อที่ 1** | เทอร์มอมิเตอร์เป็นเครื่องมือสำหรับวัดอะไร |
| **ตัวเลือก** | ก. ความหนาแน่น ข. ความเร็ว ค. ความดันง. ความร้อนจ. ความถี่ |
| **คำถามข้อที่ 2** | จุดเดือดของของเหลวที่มีความดันอากาศปกติที่ระดับนํ้าทะเลซึ่งมีความดัน 1 บรรยากาศ จุดเดือดของของเหลวมีความดันกี่มิลลิเมตรของปรอท  |
| **ตัวเลือก** | ก. 560 ข. 670 ค. 760 ง. 770จ. 780 |

**8.2 ลักษณะของข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านความเข้าใจ**

 ข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านความเข้าใจ อาจเขียนได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

**ลักษณะที่ 1** กำหนดสถานการณ์ใหม่มาให้แล้วให้นักเรียนระบุข้อเท็จจริง มโนมติ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ๆ หรือให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับความรู้ที่กำหนดให้ ตัวอย่างเช่น

|  |  |
| --- | --- |
| **คำถาม** | จากกฎข้อที่ 1 ของนิวตันกล่าวว่า **"วัตถุจะรักษาสภาพอยู่นิ่ง หรือสภาพ เคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอในแนวเส้นตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่ เป็นศูนย์มากระทำ”** สถานการณ์ในข้อใดต่อไปนี้เป็นไปตามกฎข้อที่ 1 ของ นิวตัน  |
| **ตัวเลือก** | ก. การชนแบบยึดหยุ่นของลูกบิลเลียดกับขอบโต๊ะ ข. การกลิ้งลูกบอลให้เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงบนพื้นราบ ค. วัตถุเคลื่อนที่ลงตามพื้นเอียงที่ไม่มีแรงเสียดทาน ง. การเคลื่อนที่ของลูกกลมโลหะในของเหลวด้วยความเร็วสุดท้าย จ. การเคลื่อนที่แบบสั่นด้วยแอมปลิจูดคงที่  |

 **ลักษณะที่ 2** กำหนดสถานการณ์ใหม่มาให้แล้วให้นักเรียนยกตัวอย่างหรือระบุสถานการณ์อีกสถานการณ์หนึ่งที่เป็นไปตามวิธีการ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีเดียวกัน ตัวอย่างเช่น

|  |  |
| --- | --- |
| **คำถาม** | สถานการณ์ใดต่อไปนี้ที่เป็นไปตามหลักการเดียวกับการปล่อยยางรัดลูกโป่งแล้วลูกโป่งเคลื่อนที่  |
| **ตัวเลือก** | ก. การผลักให้เรือลอยห่างจากผู้ผลักที่อยู่ริมตลิ่ง ข. การเตะลูกบอลให้เคลื่อนที่ค. การปล่อยฟองอากาศในน้ำและฟองอากาศลอยขึ้นสู่ผิวนํ้าง. การพายเรือด้วยไม้พายทำให้เรือเคลื่อนที่ไปข้างหน้าจ. การวางลูกบอลบนพื้นเอียงแล้วปล่อยให้กลิ้งลงมา |

**ลักษณะที่ 3** กำหนดสถานการณ์ใหม่มาให้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความ สัญลักษณ์ รูปภาพหรือแผนภาพ แล้วให้นักเรียนแปลความหมายของสถานการณ์ที่กำหนด ให้นั้น ตัวอย่างเช่น

|  |  |
| --- | --- |
| **คำชี้แจง** | จงศึกษาแผนภาพต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้างล่าง |

|  |  |
| --- | --- |
| **คำถาม**  | ในที่นี้มี งู เป็นอาหารของสัตว์ชนิดใด |
| **ตัวเลือก** | ก. หนอน ข. หนูค. นก ง. งูจ. เหยี่ยว |

 ในการออกข้อสอบวัดความเข้าใจนั้น สถานการณ์ต่างๆ ที่ใช้ในข้อสอบต้องเป็นสถานการณ์ใหม่ที่ตัดแปลงจากที่ได้เคยสอนในห้องเรียน ถ้าเป็นสถานการณ์ที่เหมือนกับที่ได้เคยเรียนมาแล้ว จะเป็นการวัดความรูความจำไป

 **8.3 ลักษณะของข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์**

 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยพฤตกรรมย่อย 4 พฤติกรรม ได้แก่ พฤติกรรมการลังเกตและการวัด การมองเห็นปัญหาและการหาวิธีการที่ใช้ แก้ปัญหา การแปลความหมายของข้อมูลและการสร้างข้อสรุป การสร้างการทดสอบและการปรับปรุงแบบจำลองเชิงทฤษฎี ซึ่งลักษณะของข้อสอบและตัวอย่างข้อสอบสำหรับแต่ละพฤติกรรมมีดังนี้

 1. การสังเกตและการวัด

 พฤติกรรมด้านการสังเกตและการวัดนี้ส่วนใหญไม่อาจวัดผลได้ด้วยข้อสอบแบบเขียนตอบ แต่เป็นการประเมินผลทักษะของนักเรียนจากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมาในการทำงานในห้องปฏิบัติการ ครูอาจทำเป็นแบบตรวจสอบรายการที่แสดงถึงรายละเอียดของพฤติกรรมของนักเรียนที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการสังเกต เพื่อที่จะประเมินทักษะในการสังเกตและการวัดของนักเรียน แต่อย่างไรก็ตามครูก็สามารถออกข้อสอบเพื่อวัดพฤติกรรมด้านการสังเกตและการวัดในส่วนที่เกี่ยวกับการสังเกตวัตถุและปรากฏการณ์ต่าง ๆ การบรรยายผลการสังเกต การวัดขนาดของวัตถุรวมทั้งการเปลี่ยนแปลงวิธีการวัดในวิธีต่าง ๆ กัน การเลือกเครื่องมือที่เหมาะสม การรู้จักประเมินผลในการวัดและความถูกต้องของเครื่องมือได้ ตัวอย่างเช่น

|  |  |
| --- | --- |
| **คำถาม**  | หินบะซอลต์ที่มีลักษณะอย่างไร |
| **ตัวเลือก** | ก. มีผลึกหยาบมาก ข. ผิวเรียบแวววาว ค. เป็นรูพรุนง่ายง. มีผลึกละเอียดมากจ. หยาบกระด้างไม่มีผลึก |
| **คำถาม**  | เครื่องมือชนิดใดใช้เป็นเครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์ |
| **ตัวเลือก** | ก. เทอร์มอมิเตอร์ ข. บารอมิเตอร์ ค. ไฮโกรมิเตอร์ง. แอมมิเตอร์จ. อะนิโมมิเตอร์ |

 2. การมองเห็นปัญหาและการหาวิธีการแก้ปัญหา

 การมองเห็นปัญหาและการหาวิธีการแก้ปัญหานั้น เป็นผลที่เกิดมาจากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของสิงต่าง ๆ ของนักเรียน นักเรียนสามารถที่จะถามปัญหาต่าง ๆ ได้อีกมาก ทั้งนี้แล้วแต่ความสามารถในการสังเกตของแต่ละคน พฤติกรรมในกลุ่มนี้ได้แก่ การรับรู้วาปัญหานั้นเป็นอย่างไร การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐานและการออกแบบการทดลองที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐานข้อสอบที่วัดพฤติกรรมต่างๆ อาจมีลักษณะดังต่อไปนี้

**ลักษณะที่ 1** กำหนดคำอธิบายวิธีทำการทดลองหรือแผนภาพแสดงสถานการณ์การทดลองมาให้ แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์หาสมมติฐานหรือจุดมุ่งหมายของการทดลองนั้น ๆ ตัวอย่างเช่น

|  |  |
| --- | --- |
| **คำถาม**  | การทดลองเรื่องหนึ่ง ได้กำหนดวิธีทดลองดังนี้1. ใส่นํ้า 5 cm3 ในหลอดทดลองขนาดกลาง 5 หลอด2. ใส่สาร P 1 ช้อนเบอร์ 1 ในหลอดที่ 1 เขย่า ถ้าละลายหมดใส่สารไป อีกทีละช้อน เขย่าทุกครั้งจนเหลือสารบางอย่างส่วนที่ไม่ละลายบันทึก จำนวนช้อนของสารที่ใส่3. ทำแบบเดียวกับ ข้อ 1 - 2 แดใช้สาร Q, R, S, T แทนสาร P4. ทำแบบเดียวกับ ข้อ 1 - 3 แต่ใช้แอลกอฮอล์แทนนํ้า5. ทำแบบเดียวกับ ข้อ 1 - 3 และ 4 แต่แช่หลอดทดลองในถ้วยนํ้าอุ่นจงวิเคราะห์ข้อสมมตฐานต่อไปนี้ว่าข้อใดไม่สอดคล้องกับการทดลองนี้ |
| **ตัวเลือก** | ก. ความสามารถในการละลายของสารต่างชนิดมีค่าต่างกัน ข. สารละลายได้มากหรือน้อยขึ้นกับปริมาณตัวทำละลาย ค. อุณหภูมิอาจทำให้ความสามารถในการละลายเปลี่ยนไป ง. เมื่อเปลี่ยนตัวทำละลายความสามารถในการละลายอาจจะเปลี่ยนไป จ. สารบางอย่างที่ไม่ละลายนํ้าอาจละลายได้แอลกอฮอล์  |

**ลักษณะที่ 2** กำหนดสถานการณ์หรือสมมตฐานแล้ว ให้นักเรียนเลือกวิธีการที่ เหมาะสมสำหรับตรวจสอบสมมตฐานนั้น ตัวอย่างเช่น

|  |  |
| --- | --- |
| **คำถาม**  | การทดลองเพื่อทดสอบสมมตฐานที่ว่า "พื้นที่ผิวหน้าของของเหลวยิ่งมาก อัตราการระเหยยิ่งเร็วขึ้น" ผู้ทดลองรินนํ้า 10 cm3 ใส่ลงในถาดทรง กระบอกที่มีความสูง 3 cm และมีพื้นที่หน้าตัด 40 cm2 60 cm2 และ 80 cm2 ตามสำดับ ในการทดลองนี้ เขาควรจะวัดอะไรจึงจะสะดวก และสามารถใช้ทดสอบสมมติฐานนี้ได้  |
| **ตัวเลือก** | ก. ความจุของถาดแต่ละใบ ข. ระยะเวลาที่นํ้าระเหยในแต่ละถาด ค. อุณหภูมิของนํ้าในแต่ละถาดในเวลาเดียวกัน ง. ปริมาณของนํ้าที่เหลือในแต่ละถาดในเวลาเดียวกัน จ. ความชื้นของอากาศรอบๆ ถาดแต่ละใบในเวลาเดียวกัน  |

**ลักษณะที่ 3** กำหนดจุดมุ่งหมายหรือสมมตฐานในการทดลองมาให้แล้ว ให้ พิจารณาว่าในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้นๆ จำเป็นหรือไม่จำเป็นต้องควบคุมตัวแปรใดบ้าง ตัวอย่างเช่น

|  |  |
| --- | --- |
| **คำถาม**  | การทดลองเพื่อศึกษาลักษณะคลื่นนิ่งในเส้นด้าย โดยใช้เครื่องเคาะ สัญญาณเวลา ตัวแปรใดจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงระหว่างทำการทดลอง  |
| **ตัวเลือก** | ก. ขนาดของเส้นด้าย ข. ความยาวของเส้นด้าย ค. ความถี่ของการสั่น ง. ทิศทางของการสั่นจ. ความต่างศักยที่ให้กับเครื่องเคาะสัญญาณเวลา |

 **ลักษณะที่ 4** กำหนดคำอธิบายวิธีทำการทดลองมาให้ แล้วให้วิเคราะห์หาสาเหตุ ที่อาจทำให้ผลการทดลองที่ทำในแต่ละครั้งคลาดเคลื่อนต่างกันไป ตัวอย่างเช่น

|  |  |
| --- | --- |
| **คำถาม**  | ในการทดลองวัดแรงหนืดของของเหลวชนิดหนึ่ง โดยการปล่อยลูก กลมที่ทำด้วยโลหะชนิดเดียวกันไปในของเหลว ซึ่งบรรจุอยู่ในกระบอกแก้ว แล้ววัดความเร็วสุดท้ายของลูกกลมโลหะ ปรากฏว่าแรงหนืดที่ทำ ต่อลูกกลมโลหะที่ได้จากการทดลองแต่ละลูกไม่เท่ากัน การที่ได้ผล เช่นนี้ควรเป็นเพราะเหตุใด  |
| **ตัวเลือก** | ก. ความเร็วต้นของลูกกลมแต่ละลูกไม่เท่ากัน ข. ความดันของของเหลวที่กระทำต่อลูกกลมโลหะแต่ละลูกไม่เท่ากัน ค. ระดับของของเหลวในกระบอกแก้วของแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน ง. ลูกกลมโลหะแต่ละลูกมีขนาดไม่เท่ากัน จ. ความสูงจากผิวของเหลวถึงระดับที่ปล่อยลูกกลมต่างกัน  |

**ลักษณะที่ 5** กำหนดจุดมุ่งหมายของการทดลองมาให้แล้วให้เขียนคำอธิบายวิธีทำการทดลองให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายนั้น ตัวอย่างเช่น

|  |  |
| --- | --- |
| **คำถาม**  | จงเขียนอธิบายวิธีทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า “ของเหลวยิ่งมีจุดเดือดต่ำยิ่งมีอัตราการระเหยสูง” |

 3. การแปลความหมายของข้อมูลและการสร้างข้อสรุป

 พฤติกรรมการแปลความหมายของข้อมูลและการสร้างข้อสรุปประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย 6 พฤติกรรม ได้แก่ การจัดกระทำกับข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูล การทำนายทั้งแบบเพิ่มเติมความและขยายความ การตรวจสอบสมมติฐาน และการสร้างข้อสรุป เป็นการเน้นการแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งที่อยู่ในรูปของการบรรยาย ตารางกราฟหรือแผนภาพต่าง ๆ ลักษณะและตัวอย่างของข้อสอบวัดพฤติกรรมกลุ่มนี้ มีดังต่อไปนี้

**ลักษณะที่ 1** พิจารณากราฟหรือแผนภูมิจากข้อมูลในตารางหรือข้อความที่กำหนดให้หรือพิจารณาว่ากราฟหรือแผนภูมิรูปใดเขียนจากข้อมูลในตารางหรือข้อความที่กำหนดให้ ตัวอย่างเช่น

 **คำถาม** แบคทีเรียที่อยู่ในปากเป็นสาเหตุของฟันผุ ฟันผุเป็นปัญหามาตั้งแต่ปี ค.ศ.1700 นับตั้งแต่มีน้ำตาลจากการขยายอุตสาหกรรมน้ำตาลจากอ้อย

ปัจจุบันนี้ เรามีความรู้มากเกี่ยวกับฟันผุ ตัวอย่างเช่น

 • แบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของฟันผุกินน้ำตาลเป็นอาหาร

• น้ำตาลถูกเปลี่ยนไปเป็นกรด

• กรดทำลายผิวของฟัน

• การแปรงฟันช่วยป้องกันฟันผุ



กราฟต่อไปนี้ แสดงถึงการบริโภคน้ำตาลและจำนวนของคนฟันผุในประเทศต่าง ๆ แต่ละประเทศแสดงด้วยจุดบนกราฟ

1. น้ำตาล

2. กรด

3. แร่ธาตุจากสารเคลือบฟัน



ค่าเฉลี่ยของการบริโภคน้ำตาล (กรัม /คน/วัน)

ค่าเฉลี่ยของจำนวนฟันผุต่อคน

ในประเทศต่าง ๆ

**ข้อมูลจากกราฟ** สนับสนุนข้อความใดต่อไปนี้

 ก. ในบางประเทศ คนแปรงฟันบ่อยครั้งกว่าประเทศอื่น

ข. ยิ่งคนกินน้ำตาลมาก อัตราเกิดฟันผุก็ยิ่งมากขึ้น

ค. เมื่อไม่กี่ปีมานี้ อัตราของการเกิดฟันผุเพิ่มขึ้นในหลายประเทศ

ง. เมื่อไม่กี่ปีมานี้ การบริโภคน้ำตาลเพิ่มขึ้นในหลายประเทศ

**ลักษณะที่ 2** ออกแบบตารางเพื่อบันทึกข้อมูลตามคำอธิบายวิธีทำการทดลองหรือพิจารณาว่าตารางบันทึกผลการทดลอง ตารางใดสอดคล้องกับคำอธิบายวิธีทำการ ทดลองที่กำหนดให้ ตัวอย่างเช่น

 **คำถาม** การทดลองเรื่องหนึ่งมีวิธีการดังนี้

 1. นำหลอดทดลองขนาดใหญ่มา 3 หลอด บรรจุนํ้าหลอดละ 5 cm3 วัดอุณหภูมิของนํ้า บันทึกผลไว้

 2. ใส่สาร A ประมาณ 1 กรัม ลงในหลอดทดลองที่หนึ่ง คนหรือเขย่าเบาๆ จนละลายหมดวัดอุณหภูมิของสารละลายบันทึกผล

 3. ทดลองเช่นเดียวกัน แต่ใช้สาร B ประมาณ1 กรัม แทนสาร A

 4. ทดลองเช่นเดียวกันอีกครั้งแต่ใช้สาร C ประมาณ 1 กรัมแทนสาร A

 จงสร้างตารางบันทึกผลการทดลองให้สอดคล้องกับคำอธิบายการทดลองนี้

ลักษณะที่ 3 กำหนดข้อมูลมาให้นักเรียนทำนายหรือคาดการณ์ โดยอาศัยข้อมูลที่กำหนดให้เป็นรากฐาน ตัวอย่างเช่น

 **คำถาม** เรื่อง การผลิตพลังงานจากลม

 คนจำนวนมากเชื่อว่าลมสามารถเป็นแหล่งของพลังงานทดแทนน้ำมันและถ่านหินซึ่งเป็นแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้าในรูปกังหันลมที่ใช้ลมหมุนใบพัด การหมุนนี้ทำให้พลังงานไฟฟ้าเกิดขึ้นโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ถูกหมุนด้วยกังหันลม

 ยิ่งลมแรง ใบพัดของกังหันลมยิ่งหมุนเร็วและยิ่งได้ไฟฟ้ามาก อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับกำลังไฟฟ้าไม่ได้เป็นเช่นนั้นตรงๆ ในการผลิตจริง ข้างล่างนี้เป็นภาวะของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมในเครื่องผลิตจริง ๆ

• ใบพัดจะเริ่มหมุนเมื่อความเร็วลมเป็น V1

• กำลังไฟฟ้าที่ได้จะสูงสุด (W) เมื่อความเร็วลมเท่ากับ V2

 • ด้วยเหตุผลของความปลอดภัยจะทำให้ใบพัดจะไม่หมุนเร็วขึ้นเมื่อความเร็วลมสูงกว่า V2

• ใบพัดจะหยุดหมุนเมื่อความเร็วลมถึง V3

 กราฟข้างล่างนี้ แสดงความเร็วลมเฉลี่ยตลอดปีในสี่บริเวณต่างกัน กราฟในข้อใดชี้บอกบริเวณที่เหมาะสมในการตั้งเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังลม

ก. ข. 

ค. ง. 

 **ลักษณะที่ 4** ให้สรุปหรือแปลความหมายจากข้อมูลในตารางกราฟหรือแผนภูมิ รูปภาพหรือแผนภาพ และจากข้อมูลที่เสนอในรูปของบทความ หรือคำบรรยาย ตัวอย่างเช่น

 **คำถาม** จากบทความ เรื่อง การผลิตพลังงานจากลม กราฟในข้อใดต่อไปนี้ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและกำลังไฟฟ้าที่ได้ออกมาภายใต้ภาวะดังกล่าวได้ดีที่สุด

ก.ข. 

ค. ง. 

 **คำถาม** จากบทความ เรื่อง การผลิตพลังงานจากลม

 พิจารณาข้อความต่อไปนี้ **“ในความเร็วลมเท่ากัน ที่ระดับความสูงยิ่งเพิ่มขึ้นกังหันลมจะยิ่งหมุนช้าลง”**

 ข้อใดต่อไปนี้เป็นเหตุผลดีที่สุดที่อธิบายว่า ทำไมใบพัดของกังหันลมจึงหมุนช้าลงเมื่ออยู่ในที่สูงขึ้นเมื่อความเร็วลมเท่ากัน

 ก. อากาศหนาแน่นน้อยลงเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น ข. อุณหภูมิลดลงเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น

ค. แรงโน้มถ่วงลดลงเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น ง. ฝนตกบ่อยขึ้นเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น

**คำถาม** การทดลองเพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุพบว่าได้ผลดังตาราง

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| เวลา (s) | 0 | 1 | 3 | 4 | 7 | 8 |
| ขนาดความเร็ว (m/s) | 0 | 1 | 10.5 | 12 | 17 | 19 |

 วัตถุนี้มีการเคลื่อนที่อย่างไร

 ก. เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสมรเสมอ

 ข. เคลื่อนที่โดยมีขนาดความเร่งคงที่

ค. เคลื่อนที่เร็วขึ้นแล้วช้าลง

 ง. เคลื่อนที่โดยมีขนาดความเร่งเพิ่มขึ้นทุกๆ ขณะ

 จ. เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่แล้วเพิ่มขี้นอย่างรวดเร็ว

 **คำถาม** A มีการเคลื่อนที่จากสภาวะหยุดนิ่งได้ระยะทาง 10 เมตรใน 2 วินาท และ B มีการเคลื่อนที่จากสภาวะหยุดนิ่งเช่นกัน โดยมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วจาก 10 เมตรต่อวินาที ไปเป็น 16 เมตร ต่อวินาที ไน ระยะทาง 15 เมตร ถ้า A และ B เคลื่อนที่แข่งกันจากสภาวะหยุดนิ่ง โดยใช้ระยะทางเท่ากัน ผลจะเป็นอย่างไร

ก. A ชนะ B

ข. B ชนะ A

ค. A และ B เสมอกัน

ง. A หรือ B จะชนะขึ้นอยู่กับระยะทางที่ใช้ในการแข่งขน

จ. A หรือ B จะชนะขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ในการแข่งขัน

**ลักษณะที่ 5** กำหนดสมมติฐานและวิธีดำเนินการทดลองให้แล้วให้นักเรียนระบุว่าผลการทดลองควรเป็นอย่างไร จึงจะสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ตัวอย่างเช่น

 **คำถาม** ตารางต่อไปนี้ใช้สำหรับบันทึกผลการทดลองเพื่อศึกษาหาความรู้ในการละลายของสาร

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| การทดลองครั้งที่ | ปริมาตรของนํ้าที่ใช้ (cm3 ) | ละลายสารลงในนํ้าที่มีอุณหภูมิ (°C) | ปริมาณของสาร X ที่ละลายได้มากที่สุด (g) |
| 1 | 100 | 50 | a |
| 2 | 100 | 30 | b |
| 3 | 100 | 10 | c |

 สาร a, b และ c จะต้องมีค่าอย่างไรจึงสนับสนุนสมมติฐานที่ว่า ยิ่งอุณหภูมิสูงขึ้น สาร x จะละลายนํ้าได้น้อยลง

 **4. การสร้าง การทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลองเชิงทฤษฎี**

พฤติกรรมในกลุ่มนี้ที่อาจวัดได้ด้วยข้อสอบแบบเขียนตอบ ได้แก่ พฤติกรรม การระบุปรากฏการณ์และหลักการต่าง ๆ ที่อธิบายได้ด้วยแบบจำลองเชิงทฤษฎี การสร้าง สมมติฐานจากแบบจำลองเชิงทฤษฎี การแปลความหมายและการประเมินผลการทดลองเพื่อ ตรวจสอบแบบจำลองเชิงทฤษฎี การปรับปรุงแก้ไขหรือเพิ่มเติมแบบจำลองเชิงทฤษฎี ข้อสอบ วัดพฤติกรรมเหล่านี้ อาจมีลักษณะ ดังนี้

**ลักษณะที่ 1** กำหนดแบบจำลองเชิงทฤษฎีและปรากฏการณ์มาให้แล้วให้วิเคราะห์ว่าแบบจำลองเชิงทฤษฎีที่กำหนดให้นั้นสามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้หรือไม่ โดยใช้ส่วนใดของแบบจำลอง หรือกำหนดแบบจำลองเชิงทฤษฎีและปรากฏการณ์มาให้ แล้วให้วิเคราะห์ว่าแบบจำลองเชิงทฤษฎีนั้นสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่กำหนดให้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ต้องเปลี่ยนแปลงปรับปรุงอย่างไร ตัวอย่างเช่น

 **คำถาม** ผลการสังเกตต่อไปนี้ข้อใดที่สามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีที่ว่า โลกเป็น ศูนย์กลางของจักรวาล สิ่งอื่น ๆ หมุนรอบโลกโดยมีแนวโคจรเป็นรูปวงกลม

 ก. ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ช้าลงในฤดูร้อนและเคลื่อนที่เร็วขึ้นในฤดูหนาว

 ข. ในช่วงเดือนหนึ่ง ๆ ดวงจันทร์จะปรากฏให้เห็นในระยะต่างๆ กัน

 ค. อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ที่ตำแหน่งต่างๆ กันในวงโคจรของมันจะแตกต่างกันออกไป

 ง. ขนาดและระยะเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ถอยหลังของดาวอังคารไม่เท่ากันกับขณะเมื่อมันเคลื่อนที่กลับคืนสู่ตำแหน่งเดิม

 จ. ที่ตำแหน่งต่างๆ กันในวงโคจรของมันนั้น ดาวเคราะห์จะเคลื่อนที่ ผ่านดาวฤกษด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน

 **5. ลักษณะของข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านการนำความรู้และวิธีการวิทยาศาสตร์ไปใช้**

 ข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านการนำไปใช้ส่วนใหญ่ จะมีลักษณะแบบยกสถานการณ์ ใหม่หรือปัญหาใหม่ ซึ่งนักเรียนต้องใช้ความคดหลายขั้นตอนมากกว่าข้อสอบวัดความเข้าใจ ตัวอย่างเช่น

 **คำชี้แจง** อ่านบทความต่อไปนี้

**การทำฟาร์มเลี้ยงปลาอย่างยั่งยืน**

 ความต้องการอาหารทะเลที่เพิ่มขึ้นเป็นปัญหาใหญ่ต่อจำนวนปลาในธรรมชาติ เพื่อลดปัญหานี้ นักวิจัยได้หาวิธีที่ทำให้การเลี้ยงปลาในฟาร์มเลี้ยงปลาเกิดขึ้นอย่างยั่งยืน

 ความท้าทายสองประการในการสร้างฟาร์มเลี้ยงปลาอย่างยั่งยืน คือ (1) การให้อาหารปลาที่เลี้ยง และ (2) การรักษาคุณภาพน้ำ ปลาที่เลี้ยงในฟาร์มต้องการอาหารจำนวนมาก การทำฟาร์มเลี้ยงปลาอย่างยั่งยืนต้องสร้างอาหารที่ใช้สำหรับเลี้ยงปลาในฟาร์มได้เอง ของเสียจากปลาที่สะสมมากขึ้นในฟาร์มจนถึงระดับหนึ่งจะทำให้เป็นอันตรายต่อปลาได้ ในฟาร์มเลี้ยงปลาอย่างยั่งยืนจึงมีน้ำทะเลไหลผ่านอย่างคงที่ตลอดทั้งฟาร์ม ของเสียและสารอาหารส่วนเกิน (อาหารที่สาหร่ายและพืชใช้เจริญเติบโต) จะถูกกำจัดออกจากน้ำก่อนที่จะปล่อยน้ำกลับสู่ทะเล



แผนภาพด้านบนนี้ แสดงการออกแบบสำหรับทดลองทำฟาร์มเลี้ยงปลาที่มีบ่อน้ำขนาดใหญ่สามบ่อ น้ำเค็มที่สูบมาจากทะเลจะถูกกรอง ก่อนที่จะไหลจากบ่อหนึ่งไปสู่อีกบ่อหนึ่งจนกระทั่งไหลกลับสู่ทะเล จุดมุ่งหมายหลักของฟาร์มเลี้ยงปลา คือ เพื่อเลี้ยงปลาลิ้นหมาให้เจริญเติบโตพอที่จะได้ผลผลิตด้วยวิธีการที่ยั่งยืน ปลาลิ้นหมาเป็นปลาที่นำมาเลี้ยงในฟาร์มมักชอบกินหนอนทะเลเป็นอาหาร

สิ่งมีชีวิตต่อไปนี้จะนำมาใช้ในฟาร์ม ได้แก่

 1. สาหร่ายขนาดเล็ก: สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมากที่ต้องการเพียงแสงและสารอาหารในการเติบโต

 2. หนอนทะเล: สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่เติบโตอย่างรวดเร็วจากการกินสาหร่ายขนาดเล็กเป็นอาหาร

 3. หอย: สิ่งมีชีวิตที่กินสาหร่ายขนาดเล็กและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอื่นๆ ในน้ำ

 4. หญ้าที่อยู่ในน้ำ: หญ้าจะดูดสารอาหารและของเสียจากน้ำ

**คำถามข้อที่ 1** นักวิจัยต้องตัดสินใจว่าควรวางสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดลงในบ่อใด จงเลือกและวาดภาพสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดที่อยู่ข้างล่างนี้ลงในบ่อน้ำข้างบนอย่างเหมาะสม เพื่อให้แน่ใจว่าปลาลิ้นหมาจะได้รับอาหาร และน้ำเค็มที่ไหลกลับสู่ทะเลไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยสาหร่ายขนาดเล็กอยู่ในบ่อน้ำที่ถูกต้องแล้ว

   

ปลาลิ้นหมา หนอนทะเล หอย หญ้าที่อยู่ในน้ำ

**คำถามข้อที่ 2** นักวิจัยได้ตั้งข้อสังเกตว่าน้ำที่ไหลกลับสู่ทะเลมีสารอาหารอยู่ในปริมาณมาก การเพิ่มสิ่งใดต่อไปนี้เข้าไปในฟาร์มจะช่วยลดปัญหานี้ได้

ก. เพิ่มสารอาหาร

ข. เพิ่มหนอนทะเล

ค. เพิ่มหอย

ง. เพิ่มหญ้าที่อยู่ในน้ำ

**คำถามข้อที่ 3** กระบวนการใดที่ทำให้ฟาร์มเลี้ยงปลามีความยั่งยืนมากขึ้น

 ก. การเพิ่มอัตราการไหลของน้ำผ่านบ่อ

ข. การเพิ่มปริมาณสารอาหารที่ใส่ลงในบ่อแรก

ค. การใช้ตัวกรองที่ยอมให้สิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่กว่าเดิมผ่านระหว่างบ่อได้

ง. การใช้ของเสียที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตในการสร้างเชื้อเพลิงเพื่อใช้กับเครื่องสูบน้ำ

โดยทั่วไปแล้วการใช้แบบทดสอบเพื่อวัดและประเมินพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ พฤติกรรมด้านความเข้าใจ พฤติกรรมด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และพฤติกรรมด้านการนำความรู้และวิธีการวิทยาศาสตร์ไปใช้ ครูต้องออกข้อสอบตามตารางการวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม และการใช้แบบทดสอบนี้สามารถใช้เพื่อประเมินว่าหลังจากที่ผ่านการเรียนการสอนแล้ว นักเรียนมีพฤติกรรมของนักเรียนด้านต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไปในทางที่เหมาะสมหรือไม่ ถ้ายังไม่เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดี ครูก็ต้องหาทางปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องและเหมาะสมกับบริบทและความแตกต่างของผู้เรียนต่อไป

**การวัดผลการเรียนการสอนแบบต่าง ๆ**

 พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์มีหลายพฤติกรรม เป็นพฤติกรรมที่คาดหวังในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ บางพฤติกรรมก็สามารถวัดได้ด้วยข้อสอบแบบเขียนตอบที่ใช้กันทั่วไป แต่บางพฤติกรรมก็ต้องวัดโดยวิธีอื่น เช่น การตรวจรายงานผลการปฏิบัติการ การซักถามในขณะมีการเรียนการสอน การสังเกตขณะปฏิบัติการ และการให้นักเรียนทำแบบสอบต่าง ๆ เช่น แบบสอบถาม แบบสำรวจ เป็นต้น ในการวัดผลการเรียนการสอนจึงจำเป็นต้องวางแผนไว้ล่วงหน้าว่าจะจัดอะไร เมื่อใด และด้วยวิธีการใด

 **1.** **การวางแผนการวัดผลประจำภาคเรียน**

 การวัดผลประจำภาคเรียนซึ่งเป็นการวัดผลเพื่อตัดสินผลการเรียนนั้น เป็นเรื่องที่มีความหมายและมีความสำคัญสำหรับนักเรียนมาก ครูผู้สอนควรได้จัดทำแผนการวัดผลให้แน่นอนว่าจะวัดผลด้วยวิธีการใดบ้าง เมื่อใดและอย่างไร แล้วแจ้งให้นักเรียนทราบล่วงหน้าตั้งแต่ต้นภาคเรียน เพื่อว่านักเรียนจะได้มีความเข้าใจและสามารถเตรียมตัวได้ถูกต้อง แผนการวัดผลอาจทำได้หลายรูปแบบ ยกตัวอย่างแผนการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ชั้น ม. 1 ภาคเรียนที่ 2 อาจเป็นดังในรายละเอียดในตารางที่ 9.2

 ตารางที่ 9.2 แสดงตัวอย่างแผนการวัดผลและประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์

|  |  |
| --- | --- |
| **วิธีการวัด** | **น้ำหนักคะแนน** |
| **1.การวัดผลระหว่างภาคเรียน** สอบย่อยหลังจากจบบทเรียน การสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการ การตรวจจากรายงานผลการปฏิบัติการ การสอบภาคปฏิบัติ การสังเกตพฤติกรรมความสนใจ | 2010101010 |
| **2. การวัดผลปลายภาคเรียน** สอบประจำภาค | 40 |

 จากตารางจะเห็นได้ว่า น้ำหนักคะแนนของคะแนนระหว่างภาคเรียนและคะแนนปลายภาคเรียนเป็นอัตราส่วน 60 : 40 การสอบย่อยหลังจากบทเรียนแต่ละบทรวม 3 บท เป็น 20 คะแนน และเป็นการสอบเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน พฤติกรรมขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมปฏิบัติการ 10 คะแนน ตรวจจากรายงานผลการทำกิจกรรมปฏิบัติการ 10 คะแนน การสอบภาคปฏิบัติเกี่ยวกับกิจกรรมการทดลอง 10 คะแนน สังเกตจากพฤติกรรมทั่วไป เช่น ความสนใจ ความมีเหตุผล ความตรงต่อเวลา ความละเอียดรอบคอบ การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน การซักถามอภิปราย เป็นต้น 10 คะแนน แผนการวัดผลนี้เป็นการวัดโดยใช้ข้อสอบสูงถึงร้อยละ 60 ซึ่งส่วนมากเป็นการวัดพฤติกรรมพุทธิพิสัย หรือด้านความรู้ ความคิด และวัดพฤติกรรมด้านจิตพิสัยหรือเจตคติและความสนใจเพียงร้อยละ 10 เท่านั้น ถ้าให้น้ำหนักของพฤติกรรมด้านนี้มากอาจขาดความยุติธรรม เพราะคะแนนที่ได้จะนำไปใช้ในการตัดสินผลการเรียนของนักเรียน แผนการวัดผลนี้เป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น ครูผู้สอนอาจดัดแปลงเพิ่มเติมได้ตามความเหมาะสม

 **2. การวัดพฤติกรรมด้านปฏิบัติการ**

 กิจกรรมปฏิบัติการและการทดลองวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการการเรียนการสอนในการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ทุกสาขา จึงไม่ควรประเมินผลพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดเท่านั้น แต่ควรประเมินผลพฤติกรรมด้านปฏิบัติการด้วย เช่น ความสามารถในการใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง การสังเกต การบันทึก การสื่อความหมาย และการรายงานผล เป็นต้น วิธีการประเมินผลพฤติกรรมด้านปฏิบัติการอาจทำได้ดังนี้ คือ การสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการ การตรวจจากรายงานผลปฏิบัติการ และการสอบภาคปฏิบัติ

1. การสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการ

 การสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการนั้น ควรสังเกตพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ดังนี้คือ

 1.1 ทักษะปฏิบัติการ เป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในด้านต่างๆ ดังนี้

 ด้านเทคนิคการทดลอง หมายถึง นักเรียนสามรถใช้วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ได้ถูกต้องมีความปลอดภัย

 การดำเนินการทดลอง หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนถูกต้องตามวิธีการ

 ความคล่องแคล่ว หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมการทดลองด้วยความว่องไว มีความมั่นใจในการปฏิบัติงาน

 ความมีระเบียบ หมายถึง นักเรียนทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อย ติดตั้งเครื่องมือเรียบร้อย เก็บอุปกรณ์เครื่องมือเข้าที่เรียบร้อย โต๊ะปฏิบัติการสะอาดเรียบร้อย

 1.2 การสังเกตผลการทดลอง เป็นการสังเกตวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ และผลการทดลองขณะที่นักเรียนเก็บข้อมูลบันทึกผล

 1.3 การแก้ปัญหา เป็นการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาในภาคปฏิบัติ การแก้ปัญหาปรับปรุงวิธีการหรือปัญหาต่าง ๆ ที่พบได้อย่างเหมาะสม

 การวัดผลโดยการสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการนี้ อาจมีปัญหาอยู่บ้าง กล่าวคือ ครูจะต้องวัดผลการปฏิบัติของนักเรียนพร้อมกับการสอนของครู จำนวนนักเรียนในชั้นเรียนมีมาก และแต่ละคนอาจจะกระทำกิจกรรมต่าง ๆ กันในเวลาเดียวกัน ทำให้ครูสังเกตนักเรียนได้ไม่ทั่วถึง หรือถ้าจะแบ่งสังเกตครั้งละกลุ่ม กลุ่มละ 3 – 4 คน นักเรียนจะถูกสังเกตไม่พร้อมกัน และกิจกรรมการทดลองแต่ละการทดลองจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงทักษะต่าง ๆ ได้มากน้อยต่างกัน ครูควรให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะต่างๆ ได้ทั่วถึงด้วย ไม่ควรให้คนใดคนหนึ่งปฏิบัติอย่างเดียวกันตลอดเวลา เพื่อครูจะได้สังเกตทักษะต่างๆ ได้ครบ นอกจากการวัดผลจากการปฏิบัติตามหนังสือเรียนแล้ว ครูอาจกำหนดการทดลองขึ้นใหม่เพื่อวัดผลเพิ่มเติมด้วยก็ได้ สำหรับการให้คะแนนนักเรียนแต่ละคนนั้น อาจบันทึกลงในแบบบันทึกดังต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบบันทึกคะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการ

ชื่อ ………………………….. เลขที่ …………… ชั้น ……………………..

วิชา ……………………… ภาคเรียนที่ ……………… ปีการศึกษา ………..

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| การสังเกตครั้งที่ | วัน เดือน ปีที่สังเกต | กิจกรรมหรือการทดลองที่สังเกต | เทคนิคการทดลอง | การดำเนินการทดลอง | ความคล่องแคล่ว ความมีระเบียบ | การสังเกตผลการทดลอง | การแก้ปัญหา | รวม | หมายเหตุ |
| 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| รวม |  |  |  |  |  |  |  |

 หมายเหตุ ความหมายของคะแนน

 2 หมายถึง ดี

 1 หมายถึง พอใช้

 0 หมายถึง ใช้ไม่ได้

 **3. การตรวจจากรายงานผลการปฏิบัติการ**

 รายงานผลการปฏิบัติกานนั้นสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถของผู้ปฏิบัติการหลายด้าน เช่น การสังเกตและจดบันทึก การใช้ภาษาเพื่อสื่อความหมาย การจัดกระทำและนำเสนอข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป ความถูกต้องของผลการทดลอง เป็นต้น การวัดพฤติกรรมด้านการปฏิบัติการอีกทางหนึ่งจึงอาจทำได้โดยการตรวจจากรายงานผลการปฏิบัติการ ดังนี้

 การสังเกตและจดบันทึก หมายถึง การสังเกตครบถ้วนตามที่ควรจะสังเกตในการปฏิบัติการหนึ่งๆ ซึ่งดูได้จากการบันทึกผลการสังเกต

 1. ภาษาที่ใช้บันทึก หมายถึง การใช้ภาษาได้สละสลวย รัดกุม และสื่อความหมายได้ดี

 2. การจัดกระทำและนำเสนอข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการจัดกระทำและนำเสนอข้อมูลโดยนำตัวเลขจากการบันทึกผลการทดลองมาคำนวณ นำเสนอในตาราง เขียนกราฟ เขียนแผนภาพได้ถูกต้องเหมาะสม

 3. การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมายของข้อมูลและสรุปได้รัดกุม สมเหตุสมผล

 4. ความถูกต้องของผลการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการทดลองและได้ค่าผลการทดลองถูกต้องตามหลักการ โดยผิดพลาดไม่เกิน 5 – 10 %

 ถึงแม้ว่าความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดกระทำและนำเสนอข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป อาจวัดได้ด้วยข้อสอบ แต่ก็ควรได้วัดจาการตรวจรายงานผลการปฏิบัติการด้วย ครูควรได้จัดทำแบบบันทึกไว้สำหรับบันทึกผลการตรวจ รายงานการปฏิบัติการดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบบันทึกคะแนนจากการตรวจรายงานผลการปฏิบัติการ

ชื่อ ………………………….. เลขที่ …………… ชั้น ……………………..

วิชา ……………………… ภาคเรียนที่ ……………… ปีการศึกษา ………..

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| การตรวจครั้งที่ | วัน เดือน ปี ที่ตรวจ | กิจกรรมหรือการทดลองที่ตรวจ | การสังเกต | ภาษาที่ใช้บันทึก | การนำเสนอข้อมูล | การแปลความหมายข้อมูลและสรุป | ความถูกต้อง | รวม | หมายเหตุ |
| 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 |  |  |
| 12345 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | รวม |  |  |  |  |  |  |  |

 **4. การสอบภาคปฏิบัติ**

 การวัดพฤติกรรมด้านปฏิบัติการอีกแบบหนึ่ง อาจใช้วิธีจัดให้มีการสอบภาคปฏิบัติ ในการสอบภาคปฏิบัติ ครูอาจเลือกกิจกรรมและการทดลองที่นักเรียนเคยทำการทดลองแล้วในชั้นเรียน หรือครูอาจกำหนดการทดลองใหม่ ซึ่งนักเรียนไม่เคยทำการทดลองมาก่อนเพื่อเน้นการแก้ปัญหา สังเกตว่านักเรียนจะสามารถออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลองและได้ทดลองถูกต้องเพียงใด

 ในกรณีที่ครูเลือกกิจกรรมและการทดลองที่นักเรียนเคยทำการทดลองแล้วในชั้นเรียน โดยเลือกกิจกรรมหรือการทดลองที่ใช้เวลาในการทำปฏิบัติการใกล้เคียงกัน มีความยากง่ายใกล้เคียงกันมาจำนวนหนึ่ง แล้วแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2 คน ให้นักเรียนช่วยกันทำการทดลอง 2 คน หรือบางกิจกรรมอาจให้ทำคนเดียวก็ได้ เพื่อความยุติธรรมครูอาจให้นักเรียนจับฉลากว่าจะได้สอบปฏิบัติการทดลองเรื่องอะไร ได้ทำการทดลองกับผู้ใดหรือได้ทำคนเดียว โดยวิธีการนี้ครูสามารถจัดสอบปฏิบัตินักเรียนทั้งห้องเรียนในเวลาเดียวกันได้ ซึ่งอาจจับสอบปฏิบัติในคาบสุดท้ายของการสอนปกติตอนปลายภาคเรียน และให้นักเรียนทำการทดลองให้แล้วเสร็จ พร้อมทั้งเขียนรายงานให้แล้วเสร็จส่งในเวลาที่กำหนดให้ในการสอบ กรรมการในการสอบปฏิบัติ ควรต้องมี 2 – 3 คน เพื่อจะได้ช่วยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ส่วนในกรณีที่ครูกำหนดการทดลองใหม่ ซึ่งนักเรียนไม่เคยทำการทดลองมาก่อน ครูอาจกำหนดการทดลองใหม่เพียงการทดลองเดียว แต่จัดเครื่องมืออุปกรณ์ไว้หลายชุดให้พียงพอกับจำนวนกลุ่มของนักเรียน ซึ่งถ้าเป็นไปได้ก็ควรจัดให้นักเรียนสอบคราวละ 15 คนก็ได้ จึงทำให้ต้องมีการสอบหลายรอบเมื่อเป็นเช่นนี้ครูต้องระวังไม่ให้นักเรียนที่สอบก่อนไปบอกเล่าให้เพื่อนนักเรียนที่สอบรอบหลัง ๆ ได้รับทราบ ผู้เข้าสอบรอบหลัง ๆ ก็จะได้เปรียบในแง่ที่ว่ารู้วิธีการทดลองและอาจรู้ผลการทดลองอย่างหยาบๆ ไว้ล่วงหน้าอีกด้วย ซึ่งจะสามารถทำการทดลองได้รวดเร็วขึ้น สำหรับการบันทึกคะแนนในการสอบปฏิบัตินั้น ครูอาจใช้แบบบันทึกคะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการ และแบบบันทึกคะแนนจาการตรวจรายงานผลการปฏิบัติการก็ได้

 **5. การวัดพฤติกรรมด้านความสนใจและเจตคติทางวิทยาศาสตร์**

 ในการประเมินผลการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์นั้น พฤติกรรมของนักเรียนในด้านความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นอีกด้านหนึ่งที่ต้องมีการประเมินผลเช่นเดียวกัน การวัดพฤติกรรมด้านความสนใจและเจตคติทางวิทยาศาสตร์สามารถวัดได้ 2 วิธี คือ การสังเกตความสนใจการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และการใช้แบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์และความสนใจต่อวิทยาศาสตร์

1. การสังเกตความสนใจการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

 การสังเกตความสนใจการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นการประเมินพฤติกรรมความสนใจของนักเรียนในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมที่ควรส่งเสริมและให้นักเรียนปฏิบัติ มี 5 ด้าน คือ 1การมาเรียน ความตั้งใจเรียนและความรับผิดชอบ ความร่วมมือ ความมีระเบียบในการทำงาน และการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

 1.1 การมาเรียน ตามระเบียบว่าด้วยการประเมินผลการเรียน ถือว่าผู้ที่มีเวลาเรียนร้อยละ 80 ของเวลาเรียนเต็มในวิชานั้น ๆ จึงจะมีสิทธิ์เข้าสอบปลายภาค อาจกำหนดวิธีให้คะแนนการเรียน ดังนี้

 เวลาเรียนต่ำกว่าร้อยละ 80 0 คะแนน

 เวลาเรียนระหว่างร้อยละ 80 - 90 1 คะแนน

 เวลาเรียนมากกว่าร้อยละ 90 2 คะแนน

 1.2 ความตั้งใจเรียนและความรับผิดชอบ หมายถึง ความเอาใจใส่ในการเรียน มีความตั้งใจในการทำกิจกรรมการทดลอง ไม่ละทิ้งงานที่ได้รับมอบหมาย มีความกระตือรือร้นที่จะทำงานให้เป็นผลดี การให้คะแนนอาจกำหนดว่า ถ้านักเรียนตั้งใจเอาใจใส่ทั้งขณะเรียนและขณะทำงานการทดลองเป็นประจำทุกครั้งหรือเกินกว่าร้อยละ 90 ให้ 2 คะแนน ถ้าส่วนใหญ่ตั้งใจแต่ไม่ถึงร้อยละ 90 ให้ 1 คะแนนถ้ามีความตั้งใจเป็นบางครั้ง ส่วนใหญ่ไม่ตั้งใจให้ 0 คะแนน

 1.3 ความร่วมมือ หมายถึง การที่นักเรียนเข้าช่วยในกิจกรรมทุกอย่างในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ร่วมอภิปรายในขณะเรียนหรือก่อนและหลังการทดลอง แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล ทำงานร่วมกับครูและเพื่อนในการทดลองหรือการเตรียมการก่อนและหลังการทดลอง การให้คะแนนอาจกำหนดว่า ถ้านักเรียนให้ความร่วมมือกับเพื่อนและครูเป็นอย่างดีทุกครั้งที่มีกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ให้ 2 คะแนน ถ้าให้ความร่วมมือบ้างพอสมควรให้ 1 คะแนน หากนักเรียนไม่ให้ความร่วมมือเลยให้ 0 คะแนน

 1.4 ความมีระเบียบในการทำงาน หมายถึงความมีระเบียบในการใช้เครื่องมือต่างๆ ในการทำกิจกรรมการทดลอง ใช้เครื่องมืออย่างถูกวิธีและถูกต้องตามประโยชน์ของเครื่องมือนั้นๆ รู้จักระวังรักษาความปลอดภัยของตนเองและเพื่อน รวมทั้งการระวังรักษาเครื่องมือที่ใช้มิให้แตกหักเสียหายเพราะความประมาทเลินเล่อ เมื่อใช้เครื่องมือแล้วทำความสะอาดและกำหนดว่า ถ้านักเรียนทำงานอย่างมีระเบียบเสมอ ร้อยละ 90 ขึ้นไปให้ 2 คะแนนถ้าทำงานมีระเบียบพอสมควรให้ 1 คะแนน ถ้าส่วนใหญ่ทำงานไม่เป็นระเบียบหรือไม่มีระเบียบเลยให้ 0 คะแนน

 1.5 การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา หมายถึงการที่นักเรียนแก้ปัญหาโดยการหาสาเหตุของปัญหาและหาข้อมูลต่าง ๆ มาพิสูจน์ว่าสิ่งนั้น ๆ คือสาเหตุของปัญหาใช่หรือไม่ ถ้าใช่ก็ต้องแก้โดยขจัดสิ่งที่เป็นสาเหตุของปัญหานั้นออกไป ซึ่งจะสังเกตได้ขณะที่มีการอภิปรายในชั้นเรียนหรือขณะอภิปรายก่อนหรือหลังการทดลองว่านักเรียนสรุปอย่างไรสรุปบันทึกหรือหาข้อมูลมาประกอบการพิจารณาเสียก่อน หรือสังเกตุจากการวางแผนงานที่จะทำงานร่วมกันในชั้นหรือนอกชั้นเรียนว่า เป็นการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาเพียงใด การให้คะแนนอาจกำหนดว่า ถานักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาเสมอ ๆ ให้ 2 คะแนน ถ้านักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาบ้างให้ 1 คะแนน ถ้าไม่ได้ใช้เลยให้ 0 คะแนน

 การให้คะแนนพฤติกรรมนี้ ครูผู้สอนจะต้องสังเกตให้คะแนนพฤติกรรมละหลาย ๆ ครั้งและหาค่าเฉลี่ยของคะแนนของพฤติกรรมนั้น ๆ ทั้งนี้เพื่อป้องกันความไม่ยุติธรรมซึ่งอาจเกิดขึ้นได้จากการที่ครูผู้สังเกตบังเอิญสังเกตในขณะที่นักเรียนบางคนบังเอิญทำไม่ดีซึ่งโดยปกติแล้วทำดีเสมอ หรือบางคนครูบังเอิญสังเกตในขณะที่ทำดีแต่โดยปกติแล้วทำไม่ดี การสังเกตหลายๆ ครั้งจะเป็นตัวแทนของพฤติกรรมจริง ๆ ของนักเรียนได้ดีกว่าการสังเกตครั้งเดียวหรือน้อยครั้ง

 ก่อนที่ครูผู้สอนจะสังเกตให้คะแนนพฤติกรรมของนักเรียน ครูจะต้องแจ้งให้นักเรียนทราบตั้งแต่ต้นภาคเรียนว่าจะสังเกตและให้คะแนนพฤติกรรมอะไรบ้าง และพฤติกรรมนั้น ๆ ครูหวังให้นักเรียนทำอย่างไรจึงจะได้คะแนนดี อนึ่งในการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนนั้น เมื่อสังเกตพบว่านักเรียนคนใดมีพฤติกรรมที่ไม่ถูกต้อง ครูจะต้องคอยตักเตือนแนะนำให้แก้ไขอยู่เสมอ เพื่อนักเรียนจะได้ปรับปรุงและฝึกฝนตนเองให้มีพฤติกรรมที่พึงประสงค์ สำหรับการให้คะแนนนักเรียนแต่ละคนนั้น อาจบันทึกลงในแบบบันทึก ดังต่อไปนี้

 ตัวอย่างแบบบันทึกคะแนนการสังเกตพฤติกรรมความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์

ชื่อ.....................................................................เลขที่..........................ชั้น..................................

วิชา............................................ ภาคเรียนที่................ปีการศึกษา.................................................

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| การสังเกตครั้งที่ | วันเดือนปีที่สังเกต | กิจกรรมการเรียนการสอน | เวลาเรียน | ความตั้งใจ | ความร่วมมือ | ความมีระเบียบ | การใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ | รวม | หมายเหตุ |
| 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 |  |  |
| 12345 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | รวม |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

 2. การใช้แบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์และความสนใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์

 ในการวัดพฤติกรรมด้านความรู้สึก เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีใช้แบบสอบถามนั้น ผลที่ได้ไม่ควรนำไปใช้ในการตัดสินผลการเรียนการสอนของนักเรียน แต่จะใช้ในการพิจารณาว่านักเรียนคนนั้นมีพฤติกรรมทางด้านนี้เป็นอย่างไร ถ้าหากว่าใช้ผลจากการตอบแบบสอบถามนี้ไปตัดสินผลการเรียนของนักเรียนแล้วนักเรียนอาจทำแบบสอบถามไม่ตรงตามความเป็นจริง แต่จะทำเพื่อให้ได้คะแนนมาก ๆ เท่านั้น

 คุณลักษณะสำคัญของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ คือ เป็นผู้ที่มีเหตุผล มีความอยากรู้อยากเห็น มีใจกว้าง มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง มีความเพียรพยายาม และมีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ สำหรับการวัดเจตคตินั้น ไม่สามารถจะวัดโดยตรงได้ จึงควรใช้วิธีวัดเจตคติจากการตอบว่า “เห็นด้วย” หรือ “ไม่เห็นด้วย” กับข้อความที่ใช้วัดเจตคติหรือการสร้างข้อความ ข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้สึกนึกคิดในเรื่องที่ต้องการศึกษาว่ามีเจตคติที่ดีหรือไม่ได้ สำหรับตัวอย่างแบบสอบถามในการวัดพฤติกรรมมีดังต่อไปนี้

 **แบบที่ 1**

 คำชี้แจง : ต่อไปนี้เป็นข้อความเกี่ยวกับเรื่องของวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์หรือมือาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เมื่ออ่านข้อความนี้แล้ว นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไร ให้ทำเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษรที่กำกับข้อความตามความคิดเห็นของนักเรียน ดังต่อไปนี้

 ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง

 ข. เห็นด้วย

 ค. ไม่แน่ใจ

 ง. ไม่เห็นด้วย

 จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ข้อ | ข้อความ | ตัวเลือก |
| (1) | ความก้าวหน้าของมนุษยชาติเป็นความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ | ก | ข | ค | ง | จ |
| (2) | วิทยาศาสตร์เป็นเพียงส่วนประกอบหนึ่งที่ทำให้สังคมของเราเป็นอยู่ ซึ่งมีความสำคัญไม่น้อยกว่าสิ่งอื่นๆ แต่ไม่มากไปกว่า | ก | ข | ค | ง | จ |
| (3) | วิทยาศาสตร์สามารถแนะแนวทางให้ไปสู่อนาคตที่ดีกว่าได้เหนือกว่าการสืบเสาะหาความรู้แนวอื่น | ก | ข | ค | ง | จ |
| (4) | นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้มีอิทธิพลต่อสังคมของเราอย่างยิ่ง | ก | ข | ค | ง | จ |
| (5) | วิทยาศาสตร์สมัยใหม่เป็นสิ่งลึกซึ้งพิสดาร ยากที่สามัญชนอย่างเราจะเข้าใจ | ก | ข | ค | ง | จ |
| (6) | วิทยาศาสตร์และประดิษฐกรรมทางวิทยาศาสตร์ทั้งหลายนั้นมีผลร้ายมากกว่าดี | ก | ข | ค | ง | จ |
| (7) | พัฒนาการของแนวความคิดใหม่ ๆ นั้นเป็นสิ่งที่นักเรียนวิทยาศาสตร์พอใจอย่างยิ่ง | ก | ข | ค | ง | จ |

 **แบบที่ 2**

 คำชี้แจง : จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ท่านเห็นด้วยดังต่อไปนี้

................. (1) วิทยาศาสตร์มิได้เป็นสิ่งที่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน

................. (2) วิทยาศาสตร์นั้นดูเหมือนจะเป็นสิ่งที่สูงเกินไปสำหรับข้าพเจ้า

................. (3) ข้าพเจ้ามักจะสนใจที่จะเรียนรู้เรื่องราวที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น

................. (4) ในยุคปัจจุบันนี้ วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง

................. (5) วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ แต่ก็มิได้มีความสำคัญทัดเทียมกับวิชาอื่น ๆ

**แบบที่ 3**

คำชี้แจง

1. แบบสอบนี้จะไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิดแต่อย่างใด คำตอบจะถือว่าถูกก็ต่อเมื่อตรงกับความเป็นจริงที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน

2. ให้นักเรียนระบุว่าพฤติกรรมในข้อความแต่ละข้อต่อไปนี้ นักเรียนได้ปฏิบัติบ่อยครั้งเพียงใดในรอบปีที่ผ่านมาด้วยความสนใจของตนเอง

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| สิ่งที่ข้าพเจ้ากระทำในรอบปีที่แล้วเนื่องจากความสนใจ |  | ข้าพเจ้ากระทำ |
|  | ไม่เคยเลย | น้อยมาก | เป็นบางครั้ง | ค่อนข้างบ่อย | บ่อยมาก |
| (0) | อ่านบทความเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  | ถ้านักเรียนอ่านบทความเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์บ่อยครั้ง ก็วงกลมรอบเลข 4 ของข้อ (0) ในกระดาษคำตอบ ถ้าอ่านน้อยครั้งมาก ก็วงกลมรอบเลข 2 |
| (1) | พยายามศึกษาชีวิตความเป็นอยู่ของนักวิทยาศาสตร์ |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (2) | คุยกับผู้ใหญ่เกี่ยวกับเรื่องทางวิทยาศาสตร์ |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (3) | ตอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่นอกเหนือไปจากเรียนในชั้น |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (4) | ขบคิดปัญหาเกี่ยวกับความเป็นมาของโลก ดวงอาทิตย์ ดวงดาว หรือของสิ่งมีชีวิต |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (5) | ค้นคว้าประวัติของการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (6) | ศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของมอเตอร์และเครื่องใช้ไฟฟ้า |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

**แบบที่ 4**

คำชี้แจง : จงทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่องท้ายข้อความต่อไปนี้ ตามความเห็นของนักเรียน

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ข้อความ | เห็นด้วยอย่างยิ่ง | เห็นด้วย | ไม่แน่ใจ | ไม่เห็นด้วย | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
| (1) ถ้าไฟฟ้าในบ้านดับโดยไม่มีใครปิดสวิตซ์ แสดงว่าฟิวส์ขาด |  |  |  |  |  |
| (2) ผู้ใหญ่มักห้ามเด็ก ๆ ว่าอย่าชี้รุ้งกินน้ำเพราะจะทำให้นิ้วด้วน |  |  |  |  |  |
| (3) การหุงต้มด้วยเตาแก๊ส ทำให้อาหารไม่อร่อย สู้เตาถ่านไม่ได้ |  |  |  |  |  |
| (4) สินค้าที่มีการโฆษณาประชาสัมพันธ์มากแสดงว่าสินค้านั้นมีคุณภาพดี |  |  |  |  |  |
| (5) เมื่อได้รับมอบหมายให้ทำงานกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ก็ทำไปตามอารมณ์ |  |  |  |  |  |
| (6) ในชั่วโมงวิทยาศาสตร์ เมื่อครูให้นักเรียนลงมือทำการทดลอง ปรากฏว่าเมื่อใกล้หมดเวลามีนักเรียนกลุ่มหนึ่งยังทำการทดลองไม่เสร็จ นักเรียนกลุ่มนั้นควรหยุดทำการทดลอง และใช้ผลการทดลองของเพื่อนกลุ่มอื่นแทน |  |  |  |  |  |
| (7) นักเรียนในชั้นคนหนึ่งชอบซักถามทุกเรื่องตลอดเวลาในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ แสดงว่านักเรียนคนนั้นสนใจเรียนอย่างจริงจัง |  |  |  |  |  |

 **แบบที่ 5**

 คำชี้แจง : แบบสอบนี้เป็นแบบสอบวัดความเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียน เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ ในด้านต่างๆ ถ้านักเรียนมีความรู้สึกอย่างไร ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง \_\_\_ ที่กำหนดให้ ถ้านักเรียนมีความรู้สึกว่าวิชาวิทยาศาสตร์มีความน่าตื่นเต้นสูง ให้ใส่เครื่องหมายดังนี้

น่าเบื่อหน่าย \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ \_✓\_\_ น่าตื่นเต้น

 การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ปลอดภัย \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ อันตราย

ไม่ได้เข้าร่วม \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ ได้เข้าร่วม

สนุกสนาน \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ ไม่สนุกสนาน

กังวล \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ สบายใจ

กระปรี้กระเปร่า \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ อ่อนเปลี้ย

เหงาหงอย \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ ชื่นบาน

เป็นระเบียบ \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ ยุ่งเหยิง

ไม่ได้ผล \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ ได้ผล

 โดยทั่วไปแล้วจะไม่นำผลการทำแบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์และความสนใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการตัดสินผลการเรียนเพราะแบบสอบถามเหล่านี้วัดด้านความรู้สึกหรือความคิดเห็น การใช้แบบสอบนี้ส่วนใหญ่ใช้เพื่อประเมินว่าหลังจากที่ผ่านการเรียนการสอนแล้ว นักเรียนมีเจตคติและความสนใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงไปในทางที่เหมาะสมหรือไม่ ถ้ายังไม่เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดี ครูก็ต้องหาทางปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนในโอกาสต่อไป

 **5. การวัดด้านการมีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์**

 การวัดพฤติกรรมในด้านที่เกี่ยวกับการมีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น โดยทั่วไปแล้วจะเป็นเพียงการวัดความรู้และความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับความพยายามด้านอื่น ๆ ของมนุษยชาติ การยอมรับขีดจำกัดของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดแบบวิทยาศาสตร์กับแนวคิดแบบอื่น ๆ แต่ในทางปฏิบัติแล้วการวัดความสามารถในด้านนี้ไม่ได้ทำกัน เนื่องจากการทดสอบนี้เป็นเรื่องของการพัฒนาการทั้งหมดของความรู้สึกที่มีความสัมพันธ์ที่กล่าวแล้ว จึงไม่จำเป็นต้องเร่งรัดนักเรียนในระดับนี้ เป็นแต่เพียงให้นักเรียนได้ตระหนัก ได้มีความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขตวงจำกัดของวิทยาศาสตร์ และผลกระทบของวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามถ้าครูต้องการวัดพฤติกรรมด้านการมีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์ อาจทำได้ 2 วิธี คือ คำถามที่ใช้เป็นเรื่องของการมีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์แง่ใดแง่หนึ่ง โดยใช้เนื้อหาในวิชาใดวิชาหนึ่งหรือ และคำถามที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์โดยส่วนรวม หรือเกี่ยวกับแง่ใดแง่หนึ่งของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งคำถามจะเน้นไปในเชิงความรู้ความคิด แต่ในบางครั้งคำถามที่ใช้ก็ผนวกการประเมินเจตคติเข้าไปด้วย

 ตัวอย่างคำถามของการทดสอบพฤติกรรมการมีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์

 1. จงพิจารณาคำถามข้อ (1) – (6) เป็นเรื่องเกี่ยวกับทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ให้นักเรียนทำเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวอักษรที่กำกับข้อความตามความคิดเห็นของนักเรียนดังต่อไปนี้

 ก. ถ้าข้อความนั้นเป็นหลักฐานที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลองซึ่งสนับสนุนทฤษฎี

 ข. ถ้าข้อความนั้นเป็นสมมติฐานหรือข้อตกลงที่เกี่ยวกับทฤษฎีซึ่งได้ตั้งขึ้นก่อนที่จะมีหลักฐานจากการทดลองมาตรวจสอบหรือยังไม่ได้รับการตรวจสอบว่าเป็นจริงด้วยการทดลอง

 ค. ถ้าข้อความนั้นไม่เกี่ยวกับทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| (1) ปริมาตรของแก๊สจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ภายใต้ความดันที่คงที่ | ก | ข | ค |
| (2) แก๊สจะมีแรงดันอยู่เสมอ ไม่ว่าจะขยายตัวมากเพียงใด | ก | ข | ค |
| (3) แก๊สส่วนใหญ่จะไม่มีสี | ก | ข | ค |
| (4) แก๊สประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ เรียกว่า โมเลกุล อนุภาคเหล่านี้อยู่ห่างกันและเคลื่อนไหวได้รวดเร็ว | ก | ข | ค |
| (5) แก๊สแพร่ผ่านได้ง่าย | ก | ข | ค |
| (6) เมื่อเกิดการชนกัน โมเลกุลของแก๊สไม่มีการสูญเสียพลังงาน | ก | ข | ค |

 2. จงพิจารณาคำถามข้อ (1) – (6) ให้นักเรียนพิจารณาว่าคำถามใดสามารถที่จะตอบได้โดยวิธีการวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะโดยการใช้ทฤษฎีหรือข้อเท็จจริงที่มือยู่แล้วมาอ้างอิงหรือจะโดยการทดลองใหม่เพื่อตรวจสอบ พร้อมทั้งเขียนเหตุผลประกอบ

(1) แบบแผนต่างๆ ของธรรมชาติมือยู่จริงหรือว่าเป็นเพียงความเห็นของมนุษย์เท่านั้น

(2) ทำไมจึงมีความร้อนเกิดขึ้นในปฏิกิริยาเคมีที่รุนแรง

(3) นักวิทยาศาสตร์สามารถที่จะทราบถึงธรรมชาติที่แท้จริงของสสารได้หรือไม่

(4) ทำไมจึงมีประจุไฟฟ้าเพียงสองชนิด คือ ประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบเท่านั้น

(5) สุนัขสามารถจะแยกแยะความแตกต่างระหว่างสีเขียวกับสีน้ำเงินได้หรือไม่

(6) ปรัชญานั้นมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

จงพิจารณาคำถามข้อ 3, 4 แล้วเขียนวงกลมล้อมรอบตัวอักษร ก ข ค หรือ ง ที่เห็นว่าถูกต้อง

 3. กฎของนิวตันเกี่ยวกับเรื่องแรงโน้มถ่วง นับเป็นผลงานที่ยอดเยี่ยมในประวัติการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ เพราะเหตุใด

ก. อธิบายถึงสาเหตุของการดึงดูดของโลก

 ข. แสดงให้เห็นว่าสมการเดียวกัน สามารถใช้อธิบายเรื่องของการเคลื่อนที่ทั้งบนพื้นโลกและในอวกาศได้

ค. อธิบายวงโคจรของดาวเคราะห์ในเชิงคณิตศาสตร์ที่เที่ยงตรง

ง. ใช้เรขาคณิตอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ

4. เมื่อสร้างทางหลวงสายใหม่เสร็จ มักจะปลูกต้นไม้ไว้ตามแนวลาดของไหล่ถนนมีทั้งต้นไม้ใหญ่และไม้พุ่ม ที่ทำเช่นนี้ก็เพราะเหตุใด

ก. ต้นไม้ช่วยป้องกันการพังทลายของดิน

ข. ต้นไม้ใช้ CO2 จากท่อไอเสียของรถยนต์

ค. ต้นไม้ช่วยควบคุมอุณหภูมิ

ง. ต้นไม้ช่วยเพิ่มความชื้นให้กับบรรยากาศ

 5. ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วแสดงความคิดเห็น โดยทำเครื่องหมายวงกลมรอบตัวอักษรที่กำกับข้อความตามความคิดเห็นของนักเรียน ดังนี้

ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง ข. เห็นด้วย ค. ไม่แน่ใจ ง. ไม่เห็นด้วย

จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| (1) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญต่อพัฒนาการของวัฒนธรรมปัจจุบัน | ก | ข | ค | ง | จ |
| (2) วิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจในทางเศรษฐกิจการเมือง และสังคมเป็นอย่างมาก | ก | ข | ค | ง | จ |
| (3) มโนมติ หลักการ วิทยาศาสตร์ และการค้นพบทางวิทยาศาสตร์มักก่อให้เกิดปัญหาใหม่ให้กับสังคม | ก | ข | ค | ง | จ |
| (4) วัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ | ก | ข | ค | ง | จ |
| (5) ความสนใจที่มีต่อกิจการวิทยาศาสตร์ของทางราชการมีความสำคัญยิ่งในการที่จะให้งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์เจริญก้าวหน้า | ก | ข | ค | ง | จ |

 โดยทั่วไปแล้วจะไม่นำการวัดพฤติกรรมในด้านที่เกี่ยวกับการมีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไปใช้ในการตัดสินผลการเรียน เพราะแบบวัดเหล่านี้ใช้วัดความรู้สึกหรือความคิดเห็น การใช้แบบวัดนี้ส่วนใหญ่ใช้เพื่อประเมินว่าหลังจากที่ผ่านการเรียนการสอนแล้ว นักเรียนมีพฤติกรรมในด้านที่เกี่ยวกับการมีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเปลี่ยนแปลงไปในทางที่เหมาะสมหรือไม่ ถ้ายังไม่เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดี ครูก็ต้องหาการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนในโอกาสต่อไป

**วิธีการประเมินที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ**

 วิธีการประเมินที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการประเมินตามเป้าหมายการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนั้นวิธีการประเมินจะต้องสอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนรู้ ซึ่งรูปแบบการประเมินที่สามารถนำมาใช้ได้แก่ การประเมินตามสภาพจริง (authentic assessment) การประเมินภาคปฏิบัติ (performance assessment) การใช้แฟ้มสะสมผลงาน (portfolio) การทดสอบ (testing) เป็นต้น

 **1. การประเมินตามสภาพจริง**

 การประเมินตามสภาพจริงเป็นการประเมินที่สะท้อนถึงพฤติกรรมและทักษะที่จำเป็นของผู้เรียนในสถานการณ์ที่เป็นจริง โดยเน้นที่ผู้เรียนแสดงออกในภาคปฏิบัติ แม้กระบวนการเรียนรู้ และแฟ้มสะสมผลงาน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลและมีส่วนในการจัดกระบวนการเรียนรู้ของงตนเองด้วย ดังนั้นวิธีการประเมินจะช่วยในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งกระบวนการที่ใช้ในการประเมินตามสภาพจริง อาจใช้การสังเกต การบันทึก และการรวบรวมข้อมูลจากผลงานและวิธีที่ผู้เรียนทำ ซึ่งหากครูจะใช้วิธีการประเมินตามสภาพจริง ครูต้องคำนึงถึงหลักสูตร การเรียนการสอน และการประเมินจะต้องดำเนินไปด้วยกันไม่แยกออกจากกัน การประเมินจะใช้วิธีการกระตุ้นเพื่อท้าทายผู้เรียนให้แสดงออกในภาคปฏิบัติ โดยบูรณาการความรู้และประดิษฐ์ชิ้นงาน รวมถึงการพัฒนาการเขียนรายงาน และการนำเสนอด้วยปากเปล่าแทนการท่องจำ โดยผู้เรียนต้องแสดงหรือสาธิตให้เห็นว่าผู้เรียนทำอะไรได้บ้าง โดยแสดงออกมาให้เห็นอย่างชัดเจน แทนการทดสอบ แบบเลือกตอบ ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมได้หลายอย่าง เช่น การทดลอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทำวิจัย เขียนเรียงความ รายงานหรือโจทย์ปัญหา นอกจากนี้ผู้เรียนจะต้องแสดงถึงการบูรณาการความรู้ที่ได้เรียนรู้เข้าด้วยกัน ตลอดจนนำสิ่งที่ได้จากการเรียนไปใช้ประโยชน์ และสามารถสร้างสรรค์ผลงานการเรียนรู้ได้อีกด้วย

 1.1 ลักษณะของการประเมินตามสภาพจริง

 Wiggins และ McTighe (1998) ได้กล่าวถึงลักษณะของการประเมินตามสภาพจริงว่ามีลักษณะดังนี้

 1. การปฏิบัติในสภาพจริง (performance in the field) เป็นการประเมินตามสภาพจริงที่ออกแบบขึ้นเพื่อประเมินการปฏิบัติในสภาพจริง เช่น นักเรียนเรียนการเขียนก็ต้องเขียนให้ผู้อ่านจริงเป็นผู้อ่านมิใช่เรียนการเขียนแล้ววัดผู้เรียนด้วยเพียงการใช้แบบทดสอบวัดการสะกดคำหรือตอบคำถามเกี่ยวกับหลักการเขียน หรือถ้าให้ผู้เรียนเรียนวิทยาศาสตร์ก็ต้องให้นักเรียนทำการทดลองวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามงานที่ให้นักเรียนทำต้องเป็นงานที่สัมพันธ์กับชีวิตความเป็นจริง ท้าทายการใช้สติปัญญาที่ซับซ้อน หรือใช้ความรู้ที่อาศัยทักษะทางอภิปัญญา (meta – cognition skills) และต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านต่าง ๆ ดังนี้ แบบการเรียนรู้ของผู้เรียน (learning styles) ความถนัด (aptitudes) และความสนใจของผู้เรียนเพื่อใช้ในการพัฒนาความสามารถและค้นหาจุดเด่นของผู้เรียน

 2. เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน (criteria) เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินต้องเป็นเกณฑ์

ประเมิน “แก่นแท้” (essentials) ของการปฏิบัติมากกว่าเป็นเกณฑ์มาตรฐานที่สร้างขึ้นจากผู้หนึ่งผู้ใดโดยเฉพาะ เกณฑ์ที่เป็นแก่นแท้นี้เป็นเกณฑ์ที่เปิดเผยและรับรู้กันอยู่ในโลกของความเป็นจริงของทั้งตัวนักเรียนเองและผู้อื่น ไม่ใช่เกณฑ์ที่เป็นความลับปกปิดอย่างที่การประเมินแบบดั้งเดิมใช้อยู่ การให้นักเรียนรู้ว่าตนเองทำภารกิจอะไรและมีเกณฑ์อย่างไร การเปิดเผยเกณฑ์การประเมินไม่ใช่เป็นการ “คดโกง” ถ้าภารกิจนั้นเป็นเรื่องเกี่ยวกับการปฏิบัติจริง แต่ถ้าเป็นภารกิจที่ทำให้เป็นการหาคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว เช่น ข้อสอบแบบเลือกตอบ การเปิดเผยคำตอบก่อนย่อมไม่ควรทำ การประเมินในสภาพจริงที่มีการเปิดเผยเกณฑ์ไว้ก่อนนั้นถือว่าการเรียนของผู้เรียนและการสอนของผู้เรียนจะส่งเสริมซึ่งกันและกัน เมื่อครูและนักเรียนต่างรู้ล่วงหน้าว่าการประเมินจะเน้นที่จุดใด ตัวอย่างเช่น รู้ว่าจะวัดจากความสามารถในการแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความสามารถในการแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนสามารถใช้หลักใช้หลักการอ้างอิงในการเขียนเรียงความ เพื่อชักจูงใจให้ผู้อ่านเห็นความสำคัญในหัวข้อที่เขียนเรียงความ กรณีนี้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนจะรู้ได้ว่าจะส่งเสริมซึ่งกันและกันอย่างไร

 ในแต่ละภารกิจจะมีเกณฑ์ซึ่งระบุถึงมาตรฐานของการปฏิบัติที่แจ่มชัดและโปร่งใสเกณฑ์จะสะท้อนมุมมองที่หลากหลายของภารกิจที่มีความซับซ้อนมากกว่าจะย่นย่อหรือสรุปออกมาให้เห็นได้เพียงด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียว เนื่องจากเกณฑ์เป็นเรื่องที่นำมาจากการปฏิบัติเกณฑ์จึงเป็นข้อชี้แนะสำหรับการสอนการเรียนและการประเมินที่สะท้อนให้เห็นเป้าหมายและกระบวนการศึกษาอย่างแจ่มชัดจึงทำให้ครูอยู่ในบทบาทของผู้ฝึก (coach) และนักเรียนอยู่ในบทบาทของผู้ปฏิบัติ (performers) พร้อมกันเป็นผู้ประเมินตนเอง (self - evaluators)

 3. การประเมินตนเอง (self-assessment) การประเมินตนเองมีความสำคัญมากต่อการ

ปฏิบัติภารกิจจริง (authentic task) โดยจุดประสงค์ของการประเมินตามสภาพจริงก็คือเพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการประเมินงานของตนเอง โดยเทียบวัดกับมาตรฐานทั่วไปของสาธารณชน เพื่อปรับปรุง ขยับขยาย และเปลี่ยนทิศทางการดำเนินงาน เพื่อริเริ่มในการวัดความก้าวหน้าของตนในแบบต่างๆ หรือจุดต่างๆอย่างงที่ไม่มีการวัดเช่นนี้มาก่อน จะเห็นได้ว่าการประเมินตนเอง เป็นการทำงานที่ตนเป็นผู้ชี้นำตนเองปรับปรุงจากแรงจูงใจของตนเอง ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อมนุษย์ในโลกของความเป็นจริง เนื่องจากมาตรฐานการปฏิบัติยึดถือเรื่องของความก้าวหน้าเป็นสำคัญ ดังนั้นการทำให้กระบวนการปรับปรุงสิ่งต่างๆดียิ่งขึ้น ชัดเจนมากขึ้น เหมาะสมมากขึ้น จึงถือเป็นหัวใจของการประเมินตามสภาพจริง เปิดโอกาสให้นักเรียนซึ่งอยู่ในระดับขั้นต้นของการพัฒนาสมรรถภาพ มีโอกาสเห็น รับรู้ และได้รับคำชมเชยในการพัฒนาตน

 4. การนำเสนอผลงาน คุณลักษณะประการหนึ่งของการประเมินตามสภาพจริง ผู้เรียน

มักได้รับการคาดหวังให้เสนอผลงานต่อสาธารณชน และเป็นการเสนอผลงานด้วยปากเปล่า (Oral presentation) กิจกรรมการนำเสนอทำให้เกิดการเรียนรู้ที่หยั่งรากลึก เนื่องจากผู้เรียนได้สะท้อนความรู้สึกของตนเองว่ารู้อะไร และนำเสนอเพื่อให้ผู้อื่นสามารถเข้าใจได้ ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้แน่ใจว่านักเรียนได้เรียนรู้ในหัวข้อนั้นๆ อย่างแท้จริง นอกจากนี้คุณลักษณะของการประเมินผลตามสภาพจริงเช่นนี้มีประโยชน์สามารถสนองต่อเป้าประสงค์ที่สำคัญอีกหลายประการ คือ เป็นสัญญาณบอกว่างานของนักเรียนมีความสำคัญมากพอที่จะให้ผู้อื่นได้รับรู้และชื่นชมได้ เปิดโอกาสให้ผู้อื่น เช่น ครู เพื่อนนักเรียน ผู้ปกครอง ได้เรียนรู้ ตรวจสอบ ปรับปรุง และชื่นชมในความสำเร็จอย่างต่อเนื่อง และเป็นตัวแทนของการบรรลุถึงเป้าหมายในการวัดทางการศึกษาอย่างแท้จริงและมีชีวิตชีวา

 1.2 วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการประเมิน

 เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ การสังเกตการณ์แสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ตรวจสอบชิ้นงาน ผลงาน และรายงาน การสัมภาษณ์ การตรวจบันทึกของผู้เรียน การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ (practical assessment) การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment) และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน (portfolio assessment)

 จะเห็นได้ว่าลักษณะของการประเมินตามสภาพจริง จะต้องมีการวัดให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงการใช้ความคิดระดับสูง สิ่งที่เรียนต้องมีความหมายและสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตจริง นักเรียนได้ประเมินตนเอง มีเกณฑ์ประเมินที่เปิดเผยโปร่งใส ตลอดจนใช้เครื่องมือการประเมินที่หลากหลาย

 1.3 ทักษะที่ควรประเมินในการประเมินตามสภาพจริง

 ทักษะที่ควรประเมินในการประเมินตามสภาพจริงจำแนกได้ 5 ด้าน ได้แก่

1. ทักษะด้านความรู้ (Knowledge Skills)

1.1 มีความรู้ในวิชาที่เรียน

1.2 สามารถใช้ความรู้ภาคทฤษฎีสู่การปฏิบัติ

1.3 สามารถระบุ วัด จัดระบบ และสื่อความรู้ได้ทั้งการพูด – การเขียน

1.4 มีความซาบซึ้งในทักษะที่จำเป็นในการวิจัย

 2. ทักษะด้านความคิด (thinking skills)

 2.1 สามมารถคิดอย่างมีวิจารณญาณ

 2.2 สามารถคิดอย่างอิสระ

 2.3 สามารถคิดอย่างสร้างสรรค์

 2.4 สามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเอง

 2.5 สามารถประเมินตนเองตามความจริง

 2.6 สามารถหาวิธีแก้ปัญหาได้

 3. ทักษะส่วนบุคคล (personal skills)

 3.1 สามารถและต้องการเรียนอย่างต่อเนื่อง

 3.2 สามารถวางแผนและสัมฤทธิ์ผลตามเป้าหมายทั้งเรื่องส่วนตัวและวิชาชีพ

 3.3 สามารถทำงานร่วมกับบุคคลอื่น

 4. คุณลักษณะส่วนบุคคล (personal attributes)

 4.1 มีความอดทนและซื่อสัตย์

 4.2 มีความรับผิดชอบต่อตนเองและผู้อื่น

 5. ทักษะภาคปฏิบัติ (practical skills)

 5.1 สามารถรวบรวม สัมพันธ์ แสดง วิเคราะห์ และรายงานผลการศึกษาได้

 5.2 สามารถประยุกต์ผลการทดลองสู่สถานการณ์ใหม่ได้

สามารถทดสอบสมมติฐานการทดลองได้

**2. การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน**

 การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน เป็นการประเมินที่มีผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผล

อย่างเต็มที่ โดยยึดกระบวนการ 2 ขั้นตอน

 1. นักเรียนแต่ละคนเก็บรวบรวมผลงาน บันทึกผลการประเมินต่างๆ ไว้ในแฟ้มสะสม

ผลงาน

 2. นักเรียนแต่ละคนวัดและคัดเลือกผลงานจากแฟ้มรวมผลงาน เพื่อจัดทำแฟ้มสะสมผลงานต่อไป ซึ่งแฟ้มนี้จะเป็นเอกสารที่สรุปให้ทราบว่า ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างในชั้นเรียน และในชีวิตประจำวัน และผู้เรียนได้ทำอะไรสำเร็จลงแล้วบ้าง ระหว่างการเรียนการสอนในรายวิชานั้นๆ

 2.1 ความหมายของการประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน

 สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรธน์ (2544 : 112) ได้กล่าวถึงการประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงานดังนี้

 1. การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงานเป็นการแสดงผลงานตามความสามารถของ

แต่ละบุคคล นักเรียนจะเลือกผลงาน และจัดเตรียมทำแฟ้มสะสมผลงานด้วยตนเอง เช่นเดียวกับศิลปิน ที่จะรวบรวมและโชว์ผลงาน นักเรียนก็เช่นกันต้องสร้างสรรค์แฟ้มสะสมผลงานเพื่อแสดงให้เห็นความหลากหลายและคุณภาพของงานที่ตนทำขึ้น

 2. การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงานเป็นความร่วมมือกัน (collaborative) ใน

การทำงานระหว่างครูและนักเรียน ซึ่งต้องช่วยกันกำหนดเกณฑ์ วิธีการ และรูปแบบการประเมินผลแฟ้มสะสมผลงาน

 3. การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน เป็นวิธีการที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

(learner centered) ซึ่งต้องยึดเป้าหมาย ความต้องการ ความสนใจ และความสำเร็จของผู้เรียนแต่ละคนเป็นหลัก ผู้เรียนต้องรับผิดชอบในการเก็บรวมรวมผลงาน นำเสนอผลงาน และประเมินผลงานของตนเอง

 4. การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงานนั้น อนุญาตให้ครูเปรียบเสมือนผู้วิจัย

(teacher as researcher) กล่าวคือ ครูต้องสัมพันธ์วิธวีการสอน และการประเมินผลเข้าด้วยกัน และควบคุมการสอนสามารถทดลอง และนำผลการทดลองไปแลกเปลี่ยนกับผู้เกี่ยวข้องอื่นๆได้อย่างกว้างขวาง

 5. การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักรับผิดชอบ และ

ประเมินผลงานของตนเอง ผู้เรียนต้องเก็บสะสมผลงาน และเลือกผลงานเพื่อจัดทำแฟ้มสะสมผลของตนเอง

 2.2 ประเภทของแฟ้มสะสมผลงาน

 แฟ้มสะสมผลงานมีได้หลายรูปแบบ ซึ่งไม่มีเกณฑ์ตายตัว ซึ่ง สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรธน์ (2544 : 128 - 135 ) ได้นำเสนอประเภทของแฟ้มสะสมผลงานไว้ 2 ประเภท ดังนี้ คือ แฟ้มสะสมผลงานชนิดก้าวหน้า และแฟ้มสะสมผลงานชนิดรอบรู้ตามเกณฑ์ ซึ่งแฟ้มสะสมผลงานแต่ละประเภทมีลักษณะ ดังนี้

 2.2.1 แฟ้มสะสมผลงานชนิดก้าวหน้า (progress portfolio)

 แฟ้มสะสมผลงานชนิดนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนโดยที่การประเมินความก้าวหน้า หมายถึงการเปรียบเทียบสิ่งที่นักเรียนทำได้ตอนเริ่มต้นกับปัจจุบัน แม้ว่านักเรียนจะก้าวหน้าสูงสุด อาจไม่ได้หมายความว่า นักเรียนพร้อมที่จะเรียนในระดับอื่นที่สูงขึ้น แต่หมายถึงนักเรียนได้แสดงให้เห็นความก้าวหน้าของนักเรียนในการเรียนการสอนนั้นๆ เช่นเด็กชายพนา มีเส้นฐานความรู้ (baseline) อยู่ที่ 0 หลังจากเรียนแล้วพัฒนาถึง 10 ในขณะที่เด็กหญิงพรสวรรค์ มีเส้นฐานความรู้อยู่ที่ 8 หลังจากเรียนแล้วพัฒนาถึง 12 คือเพิ่มขึ้น 4 ขณะที่ เด็กชายพนา เพิ่มขึ้น 10 มิได้หมายความว่าเด็กชายพนา จะสามารถเรียนในระดับสูงขึ้นได้ หากสิ่งที่จะเรียนใหม่ควรมีความรู้ที่ส้นฐานอย่างต่ำ 12 ดังนั้นการประเมินความก้าวหน้า ต้องพิจารณาถึงเส้นฐานที่แสดงความสามารถภาคปฏิบัติในการเรียนรู้ตอนเริ่มต้น (early performance) เป็นหลัก

 2.2.2 แฟ้มสะสมผลงานชนิดรอบรู้ตามเกณฑ์ (mastery portfolio)

 แฟ้มสะสมผลงานชนิดรอบรู้ตามเกณฑ์ มีจุดประสงค์เมื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีความสามารถถึงเกณฑ์ (criteria) ที่แสดงว่ารอบรู้ (mastery) แล้ว ตัวอย่างเช่น ในการจัดอบรมเรื่องการเขียน (writing workshop) คำว่า “รอบรู้” อาจหมายถึงว่า ผู้เรียนแสดงให้เห็นว่าสามารรถใช้กระบวนการการเขียนในการพัฒนาชิ้นงานการเขียน และสามารถเขียนงาน 2 ชนิด ได้ คือเรื่องราว (story) และบทความ (article) หรือในการอบรมเรื่องการอ่านหนังสือพิมพ์ คำว่า “รอบรู้” หมายถึงผู้เรียนสามารถใช้หนังสือพิมพ์ท้องถิ่น และหาความหมายเพิ่มขึ้นจากบทความ 2 ประเภท คือ ข่าวสังคมในชีวิตประจำวันและข่าวสารคดี

 การผ่านหรือไม่ผ่านของแฟ้มสะสมผลงานชนิดนี้ พิจารณาจากการที่ผู้เรียนสามารถแสดงหรือปฏิบัติ (performance) ถึงเกณฑ์กำหนดหรือไม่ การผ่าน/ไม่ผ่านใช้เพื่อบ่งบอกให้ผู้เรียนสามารถไปเรียนอีกระดับหนึ่งที่สูงขึ้นได้หรือไม่ ดังนั้นแฟ้มสะสมผลงานชนิดนี้ หากมีการแสดงให้เห็นถึงการแสดงหรือการปฏิบัติที่พึงพอใจตามเกณฑ์ก็ถือว่าผ่าน

2.3 ขั้นตอนการประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน

 ภัทรา นิคมานนท์ (2543 : 47 - 49) ได้เสนอขั้นตอนการประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงานดังนี้

 ขั้นที่ 1 วางแผนจัดทำแฟ้มสะสมผลงานโดยดำเนินการดังนี้

 1) เตรียมตัวครู ครูควรมีการเตรียมตัวดังนี้

1. เลือกวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ ที่จะประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน

 2. วิเคราะห์หลักสูตรวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ที่ได้เลือกไว้

3. วางแผนกำหนดลักษณะชิ้นงานที่จะเลือก

 2) เตรียมตัวนักเรียน ควรมีการเตรียมตัวนักเรียนดังนี้

 1. แจ้งให้นักเรียนทราบล่วงหน้าถึงจุดประสงค์ของหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาที่จะเรียน รูปแบบและวิธีการดำเนินการสอน และวิธีวัดผลประเมินผล

 2. ทำความเข้าใจกับผู้เรียนเกี่ยวกับการประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน

 3. ชี้แจงถึงการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้กิจกรรม และการกำหนดชิ้นงาน

4. ชี้แจงถึงบทบาทของนักเรียนในการทำงานกลุ่ม

 3) เตรียมตัวผู้ปกครอง ควรมีการเตรียมตัวผู้ปกครองดังนี้

1. แจ้งให้ผู้ปกครองทราบถึงกระบวนการประเมินผลที่จะใช้ในการประเมิน

2. ให้ความรู้เกี่ยวกับการประเมินผลโดยใช้แฟ้มสะสมผลงานแก่ผู้ปกครอง

 3. แจ้งให้ทราบถึงบทบาทของผู้ปกครองในการประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน

 4) ขอความร่วมมือไปยังผู้ปกครองในการให้ข้อเสนอข้อเสนอแนะและแสดงความคิดเห็นต่อผลงานของนักเรียน

 ขั้นที่ 2 เก็บรวบรวมผลงานหรือหลักฐานการทำงาน

 ครูต้องวางแผนร่วมกับผู้เรียนว่าจะเก็บรวบรวมชิ้นงานอย่างไร จะเก็บไว้ที่ไหน เก็บนานเท่าไร เป็นต้น ข้อเสนอแนะในการจัดเก็บผลงาน มีดังนี้

 1) สถานที่เก็บรวบรวมผลงานอาจเป็นแฟ้ม ซอง ตู้ ลิ้นชัก กล่อง หรือชั้นก็ได้

 2) การจัดระเบียบในการจัดผลงาน อาจจัดแยกตามวัตถุประสงค์ของงาน หรือประเภทของงานก็ได้ โดยแนวในการจัดเก็บอาจทำได้หลายวิธีดังนี้

 1. จัดเก็บตามลำดับวัน เวลา ที่สร้างผลงาน

 2. จัดเก็บตามความยากง่ายของงาน

 3. จัดเก็บตามประเภทของเนื้อหา

 4. จัดเก็บแบบผสมผสาน

 3) ระยะในการจัดเก็บ ควรกำหนดระยะเวลาในการจัดเก็บตลอดระยะเวลาที่สร้างผลงาน

 ขั้นที่ 3 คัดเลือกผลงาน

 ลักษณะของผลงานที่จะคัดเลือกไว้ในแฟ้มสะสมผลงาน ควรมรเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

 1) เป็นผลงานที่ดีที่สุด ที่ผู้เรียนประทับใจและมีความหมายต่อผู้เรียน

 2) ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

 3) เป็นผลงานที่แสดงถึงความสามารถทางความคิดระดับสูง การแก้ปัญหา หรือมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

 4) ประเมินผลได้หลายๆ ด้าน

 ขั้นที่ 4 แสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกต่อผลงานของผู้เรียน

 ขั้นนี้เป็นการให้ผู้เรียนสะท้อนความรู้สึกนึกคิดต่องานนั้นออกมา ในลักษณะการตอบคำถามของตนว่า

 1) ใช้เวลาในการทำงานนานเท่าไร

2) ใช้เวลาเหมาะสมหรือไม่

3) มีความยากลำบากเพียงไรในการทำงาน

4) ได้แนวคิดในการทำงานจากไหน

5) มีปัญหาอะไรบ้างในการทำงาน

6) ใช้วิธีใดในการพัฒนางานจนเป็นที่พอใจ

7) มีความพอใจในส่วนใดของงาน

8) คิดว่าชิ้นงานนี้สมควรได้คะแนนเท่าไร

9) เหตุใดจึงเลือกชิ้นงานนี้มาเก็บไว้ในแฟ้ม

 ขั้นที่ 5 สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ

 ขั้นนี้เป็นการประเมินเชิงวิเคราะห์ลักษณะการทำงานของตน เป็นการประเมินความสามารถของตนว่าได้ทำงานชิ้นนี้เต็มความสามารถหรือยัง มีความพอใจในความสามารถของตนหรือไม่

 ขั้นที่ 6 ประเมินผลงาน

 การประเมินผลงานแฟ้มสะสมงาน ครูควรมีความชัดเจนในเรื่องต่อไปนี้

 1) ลักษณะการประเมิน จะประเมินรวมหรือแยกชิ้นงาน

 2) กำหนดคุณลักษณะที่สามารถสะท้อนภาพรวมของจุดประสงค์การประเมิน

 3) การให้น้ำหนักของชิ้นงาน จะให้คะแนนอย่างไร ควรมีเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน

 4) การกำหนดผู้ทำหน้าที่ประเมิน ผู้ประเมินอาจเป็น ครู นักเรียน เพื่อนนักเรียน ผู้ปกครอง หรือผู้สนใจ

 การจัดทำเกณฑ์การประเมิน มีดังนี้

 1) กำหนดทักษะที่ต้องการวัด

 2) การให้คะแนน ควรกำหนดมาตรฐานคุณภาพของงานว่า คุณภาพระดับใดจะให้คะแนนเท่าไร เช่น

 4 หมายถึง งานมีคุณภาพดีมาก

 3 หมายถึง งานมีคุณภาพดี

 2 หมายถึง งานมีคุณภาพพอใช้ได้

 1 หมายถึง งานต้องปรับปรุง

 3) ทำตารางสรุปหัวข้อการประเมินและระดับคุณภาพ

 ขั้นที่ 7 แลกเปลี่ยนประสบการณ์เกี่ยวกับผลงาน

 เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้รับฟังความคิดเห็น และข้อเสนอแนะจากผู้เกี่ยวข้องได้แก่เพื่อน ผู้ปกครอง ครู เป็นต้น เพื่อนำข้อคิดและข้อเสนอแนะไปปรับปรุงงานของตนให้ดีขึ้น

 ขั้นที่ 8 ปรับเปลี่ยนผลงาน

 หลังจากที่ได้คัดเลือกผลงานไปไว้ในแฟ้มสะสมผลงานระยะหนึ่งแล้ว ผู้เรียนอาจสร้างผลงานใหม่ขึ้นมาอีก จึงควรได้มีโอกาสนำผลงานที่ดีกว่าเดิมมาเปลี่ยนไว้ในแฟ้มแทนได้ ซึ่งจะทำให้แฟ้มสะสมมีผลงานที่ดี ทันสมัย น่าสนใจ และตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการประเมินได้มากขึ้น

 ขั้นที่ 9 จัดระบบแฟ้มสะสมผลงาน

 การจัดระเบียบของแฟ้มสะสมผลงาน ควรมีองค์ประกอบของแฟ้มงานดังนี้

 1) ส่วนนำ ได้แก่ ส่วนปก สารบัญ ข้อมูลส่วนตัวของเจ้าของแฟ้ม

 2) ส่วนเนื้อหา เป็นส่วนของผลงานที่เด่นที่ได้รวบรวมไว้

 3) ส่วนข้อมูลเพิ่มเติมอาจใส่ข้อมูลที่จะทำให้แฟ้มสะสมผลงานมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เช่น แผนการสะสมผลงาน แผนการนำเสนอผลงาน หรือความเห็นจากการประเมิน เป็นต้น

 ขั้นที่ 10 จัดนิทรรศการแสดงผลงาน

 เป็นขั้นที่สร้างความภาคภูมิใจให้แก่เจ้าของงาน เป็นการนำผลงานดีเด่นของผู้เรียนทุกคนมาแสดง เปิดโอกาสให้เพื่อนนักเรียน ครู ผู้ปกครอง ได้ชื่นชมความสามารถของนักเรียน โดยนักเรียนเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการจัดนิทรรศการ โดยอาจมีครูเป็นผู้แนะนำ

**สรุป**

การวัดและประเมินผลเป็นการใช้เครื่องมือในการตรวจสอบเพื่อต้องการทราบปริมาณจำนวนหรือคุณภาพในสิ่งของหรือตัวบุคคลการวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนก็เพื่อต้องการทราบว่านักเรียน ได้เรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่ นักเรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใด และเพื่อการแก้ไขปรับปรุงการเรียนการสอนโดยใช้การทดสอบเป็นเครื่องมือในการวัด เมื่อทำการวัดผลแล้ว จะต้องมีการประเมินผลทุกครั้ง เพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนอยู่ในตำแหน่งใดของกลุ่ม บรรลุวัตถุประสงค์และเป็นที่พอใจของครูผู้สอนหรือไม่ การประเมินผลที่ดี ถูกต้องและแม่นยำ จะต้องมีการวัดผลที่ดีเป็นพื้นฐานเสียก่อน การประเมินผลย่อยเป็นการประเมินเมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนหนึ่ง ๆ เพื่อเป็นการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องทั้งการสอนของครูและการเรียนของนักเรียน การประเมินผลรวมเป็นการประเมินผลรวบยอดขั้นสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดการสอนในกระบวนวิชา นั้น ๆ เป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ในการวัดผลนั้นมีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม การวัดผลแบบอิงเกณฑ์ และการตัดสินแบบอิงตนเอง

พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของคลอพเฟอร์นั้น คลอพเฟอร์ได้ระบุพฤติกรรมที่พึงประสงค์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นและนักเรียนแสดงออกไว้ 6ประเภท ได้แก่ พฤติกรรมความรู้ความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ เจตคติและความ สนใจ และการมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์บางพฤติกรรมก็สามารถวัดผลได้ด้วยข้อสอบแบบเขียนตอบที่ใช้กันทั่วไป แต่บางพฤติกรรมก็ต้องวัดโดยวิธีอื่น ครูผู้สอนจึงต้องวางแผนการวัดผลประจำภาคเรียนไว้และแจ้งให้นักเรียนทราบตั้งแต่ต้นภาคเรียน เพื่อว่านักเรียนจะได้มีความเข้าใจและสามารถเตรียมตัวได้ถูกต้อง โดยทั่วไปแล้ว เป็นคะแนนงานระหว่างภาคเรียน 60% คะแนนปลายภาคเรียน 40% งานระหว่างภาคเรียนแบ่งได้เป็นการสอบย่อย การวัด พฤติกรรมด้านปฏิบัติการ และการสังเกตพฤติกรรมความสนใจ การวัดพฤติกรรมด้านปฏิบัติการ และการสังเกตพฤติกรรมความสนใจ การวัดพฤติกรรมด้านปฏิบัติการทำได้ 3 อย่าง ได้แก่ การสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการ การตรวจจากรายงานผลการปฏิบัติการ และการ สอบภาคปฏิบัติ ซึ่งครูจะต้องเตรียมแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการ แบบบันทึกคะแนนจากการตรวจรายงานผลการปฏิบัติการไว้ล่วงหน้าสำหรับการวัดพฤติกรรมด้าน ความสนใจและเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้นอาจทำได้ 2 วิธี คือ ใช้การสังเกตความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยมีแบบบันทึกคะแนนไว้ และการใช้แบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์และความสนใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนการวัด พฤติกรรมด้านการมีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์นั้นอาจทำได้ 2 วิธี ได้แก่ การใช้คำถามการมีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เนื้อหาในวิชาใดวิชาหนึ่ง และการใช้คำถามที่เป็นเรื่องของ วิทยาศาสตร์โดยส่วนรวมซึ่งคำถามจะเน้นไปในเช้งความรู้ความคิดและอาจผนวกการประเมินเจตคติเข้าไปด้วย

ในการวางแผนการออกข้อสอบนั้น ครูผู้สอนควรจัดทำตารางวิเคราะห์เนื้อหาและ พฤติกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่พึงประสงค์ที่สำคัญได้แก่ พฤติกรรมความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้และวิธีการ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ในการสร้างข้อสอบ ครูต้องพิจารณาว่าจะใช้ข้อสอบชนิดใดเป็นข้อสอบ อัตนัยหรือข้อสอบปรนัย ถ้าเป็นข้อสอบปรนัยจะใช้แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ แบบถูกผิดหรือ แบบจับคู่ เมื่อได้เขียนข้อสอบแล้ว ควรมีการทบทวนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องอีกครั้ง ข้อสอบที่ได้ รับการแก้ไขปรับปรุงแล้ว ถือได้ว่าอยู่ในขั้นที่จะนำไปทดลองใช้เพื่อวิเคราะห์หาค่าสถิติต่าง ๆ มาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปใช้จริงต่อไป แต่ในทางปฏิบัติแล้วจะนำข้อสอบ ไปใช้จริงเลย และนำผลจากการใช้จริงเป็นข้อมูลป้อนกลับในการทบทวนปรับปรุงข้อสอบ การ วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ จะทำให้ทราบข้อบกพร่องในการสร้างข้อสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบสามารถทำได้ทั้งการวิเคราะห์ข้อสอบในการวัดผลแบบอิงกลุ่ม และในการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ การวิเคราะห์ข้อสอบแบบเลือกตอบของข้อสอบแบบอิงกลุ่มสามารถบอกค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบและประสิทธิภาพของตัวลวง การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์เป็นการวิเคราะห์โดยเปรียบเทียบพฤติกรรมของนักเรียนก่อนการ สอนกับพฤติกรรมของนักเรียนหลังการสอน และอาจวิเคราะห์ได้โดยการหาค่าดัชนีความไว

ลักษณะของข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะของข้อสอบวัดพฤติกรรม ด้านความรู้ ความจำ พฤติกรรมด้านความเข้าใจ พฤติกรรมด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ พฤติกรรมด้านการนำความรู้และวิธีการวิทยาศาสตร์ไปใช้ ลักษณะของข้อสอบพฤติกรรมด้านความรู้ความจำจะเป็นการถามให้นักเรียนระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว ข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านความเข้าใจ อาจเขียนได้หลายลักษณะ เช่น กำหนดสถานการณ์ใหม่มาให้ แล้วให้นักเรียนระบุข้อเท็จริง มโนมติ หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย พฤติกรรมย่อยหลายพฤติกรรม ข้อสอบที่วัดแต่ละพฤติกรรมจะมีลักษณะที่แตกต่างกันไป ข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านการนำความรู้และวิธีการวิทยาศาสตร์ไปใช้ จะมีลักษณะแบบกำหนดปัญหาใหม่ๆ มาให้นักเรียนแก้ โดยอาศัยความรู้และวิธีการวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้ว

 การประเมินภาคปฏิบัติเป็นสิ่งที่จำเป็นในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเน้นในเรื่องของการปฏิบัติการทดลองโดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง การประเมินจึงเป็นการวัดพฤติกรรมการปฎิบัติ ซึ่งไม่ใช่ความสามารถทางสมอง แต่เป็นทักษะทางกาย ที่ผู้เรียนสามารถแสดงออกมาในลักษณะของการนำผลงานที่ได้ปฏิบัตินั้นมาแสดงได้ ซึ่งลักษณะของความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงานประกอบไปด้วยการวัดวิธีปฏิบัติงาน (procedure) ได้แก่ การวัดวิธี ทักษะ และเทคนิคในการปฏิบัติงาน และการวัดผลงาน(product) เป็นการนำเสนอผลงานที่ทำเสร็จจากการปฏิบัติมาประเมินผล

 การประเมินที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการประเมินที่สอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนรู้ซึ่งรูปแบบการประเมินที่สามารถนำมาใช้ได้แก่ การประเมินตามสภาพจริง (authentic assessment) การประเมินภาคปฏิบัติ (performance assessment) การใช้แฟ้มสะสมผลงาน (portfolio) การทดสอบ (testing) 1) การประเมินตามสภาพจริงเป็นการประเมินที่สะท้อนถึงพฤติกรรมและทักษะที่จำเป็นของนักเรียนในสถานการณ์ที่เป็นจริง โดยเน้นที่นักเรียนแสดงออกในภาคปฏิบัติเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนในการประเมินผลและมีส่วนในการจัดกระบวนการเรียนรู้ของตนเองซึ่งผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่างๆ ได้แก่ การสังเกตการณ์แสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน การสัมภาษณ์ บันทึกผู้เรียน การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ และการวัดผลประเมินผล การเรียนรู้โดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน 2) การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน เป็นการประเมินที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลอย่างเต็มที่ โดยยึดกระบวนการ 2 ขั้นตอน คือ ผู้เรียนแต่ละคนเก็บรวบรวมผลงานบันทึกผลการประเมินต่างๆไว้ในแฟ้มสะสมผลงาน และ นักเรียนแต่ละคนวัดและคัดเลือกผลงานจากแฟ้มรวมผลงาน เพื่อจัดทำแฟ้มสะสมผลงานซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 ลักษณะคือ แฟ้มสะสมผลงานชนิดก้าวหน้าและแฟ้มสะสมผลงานชนิดรอบรู้ตามเกณฑ์

**คำถามท้ายบท**

 1. จงอธิบายความหมายของการวัดและการประเมินผลมาพอเข้าใจ

 2. การวัดและประเมินผลในรายวิชาวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่ออะไร

 3. การประเมินมีกี่ประเภทแต่ละประเภทมีลักษณะอย่างไร

 4. จงอธิบายถึงลักษณะของแบบทดสอบที่ดีมาพอเข้าใจ

 5. จงอธิบายถึงลักษณะของการประเมินตามสภาพจริง การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน มาพอเข้าใจ

 6. การวัดพฤติกรรมด้านความสนใจและเจตคติทางวิทยาศาสตร์สามารถวัดได้กี่วิธีแต่ละวิธีมี

ลักษณะอย่างไร จงอธิบายมาพอเข้าใจ

 7. การประเมินการปฏิบัติในทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างไรต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

 8. จงอธิบายวิธีการวัดพฤติกรรมด้านความสนใจและเจตคติทางวิทยาศาสตร์

 9. จงระบุวิธีการประเมินการสังเกตความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และการใช้แบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจต่อวิทยาศาสตร์

 10. ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตามสภาพจริงและเครื่องมือการประเมินภาคปฏิบัติในทางวิทยาศาสตร์

**เอกสารอ้างอิง**

|  |
| --- |
| บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวิริยาสาส์น. |
| ประทุม อัตชู. (2535). **การสร้างแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร : ภาควิชา  การศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช. |
| ภัทรา นิคมานนท์. (2543). **การประเมินผลการเรียน.** กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ทิพยวิสุทธิ์. |
| เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2544). “การประเมินผลโครงการ”. ใน สมหวัง พิธียานุวัฒน์ และคณะ  (รวบรวม). **ในรวมบทความการประเมินโครงการ**. (พิมพ์ครั้งที่ 6).กรุงเทพมหานคร :  จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. |
| ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). **เทคนิคทางวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพ :  สุวีริยาสาส์น |
| ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). **เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้.** (พิมพ์ครั้งที่ 2).  กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น. |
| วิชาการ, กรม. (2544**). แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้น** **พื้นฐานพุทธศักราช 2544**. สำนักทดสอบการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. |
| วิราพร พงศ์อาจารย์. (2542). **การประเมินผลการเรียน.** พิษณุโลก : คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏ พิบูลย์สงคราม. |
| ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2545). **สื่อเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**  **คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี.** กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี. |
| ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2546). **คู่มือการวัดผลประเมินผล** **วิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. |
| ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2019, ออนไลน์). **ระบบออนไลน์ข้อสอบ PISA**  **เป็นระบบสารสนเทศที่เผยแพร่ข้อสอบที่ OECD อนุญาตให้เผยแพร่ และข้อสอบที่** **พัฒนาโดย สสวท.** สืบค้นเมื่อ 14 สิงหาคม 2562  จาก https://pisaitems.ipst.ac.th/quiz\_sci  |
| สมจิต สวธนไพบูลย์. (2535). **ธรรมชาติวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะ ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. |
| สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรณ์. (2544). **การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการประเมินตามสภาพจริง.** (พิมพ์ครั้งที่ 2). เชียงใหม่ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดเชียงใหม่โรงพิมพ์แสงศิลป์. |
| สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2542). **มุ่งสู่คุณภาพการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : บริษัทพิมพ์ดีจำกัด. |
| สุมาลี จันทร์ชลอ. (2542). **การวัดและประเมินผล.** กรุงเทพมหานคร : บริษัทพิมพ์ดีจำกัด |
| สุวิมล ว่องวาณิช. (2546). “การประเมินการปฏิบัติงาน”. ในสุวิมล ว่องวาณิช. (บรรณาธิการ). **ในรวมบทความการประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่.** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. |
| อำนวย เลิศชยันตี. (2542). **การประเมินผลการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : ศิลปะสนองการพิมพ์. |
| Bloom, Benjamin S. (1956). **Taxonomy of Education Objectives Hand Book I :**  **Cognitive Domain.** New York: David Mac Kay Company, Inc. |