

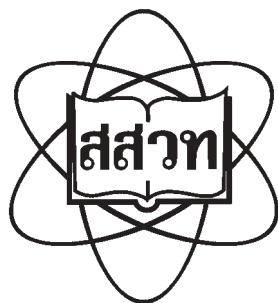


มาตรฐานสื่อสิ่งพิมพ์

วิชาวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ

ISBN 974-351-608-5



มาตรฐานสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ

ISBN 974-351-608-5

คำนำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยสาขาประเมินมาตรฐานได้จัดทำมาตรฐานสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์ขึ้น เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์สื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในด้านคุณภาพของเนื้อหาสาระ การนำเสนอ และองค์ประกอบอื่นๆ ที่ประกอบอยู่ในสื่อสิ่งพิมพ์เหล่านั้น และใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกใช้สื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมตรงกับความต้องการ

มาตรฐานสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์นี้ จัดทำขึ้นโดยใช้ข้อมูลจากผลการวิจัยเกี่ยวกับคุณภาพของหนังสือเรียนและความคิดเห็นของผู้รู้ด้านต่างๆ ที่ประกอบด้วยสาระสำคัญของเกณฑ์การกำหนดมาตรฐาน ตัวชี้บ่ง แนวทางการประเมิน และแนวทางการให้คะแนน พร้อมทั้งตัวอย่างการประเมินสื่อสิ่งพิมพ์ เพื่อให้ผู้ประเมินสามารถใช้เป็นแนวทางได้

การจัดทำมาตรฐานสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์นี้ เป็นการจัดทำขึ้นครั้งแรกในประเทศไทย จึงอาจมีส่วนที่ยังต้องปรับปรุงแก้ไขอยู่บ้าง ผู้ใช้ท่านใดมีข้อเสนอแนะที่จะช่วยให้มาตรฐานเล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โปรดส่งข้อเสนอแนะมายัง สสวท. เพื่อจะได้พิจารณาปรับปรุงต่อไป

การจัดทำมาตรฐานสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์นี้ได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากครูผู้สอน ศึกษานิเทศก์ สำนักพิมพ์ และนักวิชาการจากศูนย์พัฒนาหนังสือกรมวิชาการ รวมทั้งนักเขียนอิสระต่างๆ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ซึ่งช่วยให้เอกสารเล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น สสวท.จึงขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้



(นายพิศาล สร้อยยุทธ)

ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1 กรกฎาคม 2545

สารบัญ

	หน้า
มาตรฐานสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์	1
ตอนที่ 1 การประเมินคุณภาพสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์	5-28
เกณฑ์การประเมินคุณภาพสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์	6
ตัวชี้บ่งในการประเมินคุณภาพสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์	9
และเกณฑ์การให้คะแนน	
ตอนที่ 2 กระบวนการประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์	29-54
ขั้นตอนการประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์	31
คำชี้แจงประกอบเกณฑ์การประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์	34
ตัวอย่างแบบประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์	50
ตอนที่ 3 ตัวอย่างการประเมินคุณภาพหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์	55-70
ตัวอย่างการประเมินคุณภาพหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไป	56
ตัวอย่างการประเมินคุณภาพหนังสือเรียนชีววิทยา	64
บรรณานุกรม	71-72

บทนำ

มาตรฐานสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนในปัจจุบันได้พัฒนาให้มีความก้าวหน้าไปอย่างดีเยี่ยม มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียนมากขึ้น มีการประเมินผลที่สอดคล้องกับสภาพจริง รวมทั้งมีการระดมผู้รู้และผู้ที่เกี่ยวข้องมาให้การสนับสนุนอย่างกว้างขวาง แต่กระบวนการจัดการเรียนการสอนก็ยังคงอาศัยวัสดุอุปกรณ์และสื่อต่างๆ เป็นจำนวนมาก สื่อชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายคือสื่อสิ่งพิมพ์ประเภทหนังสือเรียน สื่อชนิดนี้มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะนอกจากจะมีเนื้อหาสาระที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้แล้วยังเป็นแหล่งชี้แนะให้แก่ครูผู้สอนในการจัดประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียนที่นำไปสู่การเรียนรู้ทั้งด้านแนวคิดและกระบวนการเรียนรู้

AAAS (American Association for the Advancement of Science) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับหนังสือเรียน คู่มือครู และเอกสารประกอบการเรียนการสอนต่างๆ ที่ใช้ในโรงเรียนของประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าเอกสาร หนังสือเรียนและคู่มือครูส่วนใหญ่ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคุณภาพในเชิงวิชาการอยู่ในระดับต่ำมากเมื่อเทียบกับความหนาของเล่ม แต่ละหน้าบรรจุไว้ด้วยคำศัพท์และรายละเอียดที่ไม่จำเป็นหรือไม่มีสาระเพียงพอที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ ส่วนหัวใจสำคัญที่เป็นแนวคิดหรือสาระสำคัญต่อการเรียนรู้ได้นำเสนอไว้เพียงเล็กน้อยและกระจายอยู่อย่างไม่ต่อเนื่องกันเป็นส่วนๆ รวมทั้งจัดให้มีเนื้อหาสาระอย่างกว้างๆ แต่ไม่ลึกซึ้งเพียงพอที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจได้

สสวท. ในฐานะผู้ดูแลจัดการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงใช้ข้อมูลและแนวคิดดังกล่าวมาเป็นแนวทางในการจัดทำเกณฑ์การประเมินสื่อสิ่งพิมพ์ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้มีการปรับปรุงสาระสำคัญของเกณฑ์มาตรฐานตัวชี้บ่งและแนวทางการประเมินให้สอดคล้องกับสภาพการจัดการเรียนการสอนของประเทศไทย เพื่อให้ครูผู้สอน ผู้จัดการเรียนการสอน และผู้เกี่ยวข้องหรือผู้ที่พัฒนาสื่อสิ่งพิมพ์ได้ใช้เป็นแนวทางในการประเมินต่อไป

เนื้อหาสาระของหนังสือมาตรฐานสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์

มาตรฐานสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์มีเนื้อหาสาระที่ประกอบด้วย

1. เกณฑ์การประเมินคุณภาพสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย เกณฑ์หลัก ที่เป็นจุดมุ่งหมายหลักในการประเมินสื่อสิ่งพิมพ์มีจำนวน 7 เกณฑ์ เกณฑ์ย่อย ที่เป็นรายละเอียดของประเด็นของการประเมินที่สอดคล้องกับเกณฑ์หลักจำนวน 22 เกณฑ์ย่อย และตัวชี้บ่ง ที่เป็นแนวทางของการประเมินคุณภาพของสื่อสิ่งพิมพ์ในแต่ละเกณฑ์ย่อยจำนวน 76 ตัวชี้บ่ง

2. กระบวนการประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์ เป็นข้อเสนอแนะสำหรับการประเมินสื่อสิ่งพิมพ์ ซึ่งมีสาระสำคัญประกอบด้วยขั้นตอนการประเมิน คำชี้แจงประกอบเกณฑ์การประเมิน และตัวอย่างแบบประเมินซึ่งเน้นการประเมินสื่อสิ่งพิมพ์ทั้งในเชิงคุณภาพมากกว่าเชิงปริมาณ

3. ตัวอย่างการประเมินคุณภาพหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นตัวอย่างของการประเมินคุณภาพหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไป และตัวอย่างแนวคิดที่ใช้ประเมินคุณภาพหนังสือเรียนชีววิทยา เพื่อให้ผู้ประเมินได้ใช้เป็นแนวทางในการประเมินสืบต่อไป

แนวทางการใช้มาตรฐานสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์

การประเมินสื่อสิ่งพิมพ์มีแนวทางที่ประกอบด้วย วิธีการหรือกรอบการประเมิน การนำผลประเมินไปใช้ และแนวทางของการเลือกใช้สื่อสิ่งพิมพ์ที่ประเมินผลแล้ว มีรายละเอียดดังนี้

1. วิธีการประเมิน มีลำดับขั้นตอนการประเมินดังนี้

- (1) ศึกษามาตรฐานสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นกรอบในการประเมิน และศึกษาบทเรียนหรือกิจกรรมที่ต้องการจะประเมิน
- (2) พิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหาสาระของบทเรียนหรือกิจกรรมกับจุดมุ่งหมายของบทเรียน
- (3) วิเคราะห์เนื้อหาสาระการเรียนรู้ของบทเรียนหรือกิจกรรมเพื่อพิจารณาถึงความตรงกันกับแนวคิดและทักษะตามมาตรฐานการเรียนรู้
- (4) วิเคราะห์และตัดสินคุณภาพของบทเรียนหรือกิจกรรมว่าเป็นไปตามเกณฑ์หลัก และเกณฑ์ย่อยข้อใดในมาตรฐานสื่อสิ่งพิมพ์
- (5) ให้คะแนนบทเรียนหรือกิจกรรมตามระดับของคุณภาพสำหรับเกณฑ์ย่อยแต่ละข้อโดยพิจารณาว่าเป็นไปตามตัวชี้บ่งกี่ข้อและข้อใดบ้าง

2. ผลการประเมิน สื่อสิ่งพิมพ์ที่มีเนื้อหาสาระเป็นไปตามตัวชี้บ่งทุกข้อจะมีคุณภาพระดับดี สามารถนำไปใช้ได้ แต่ถ้าประเมินแล้วอยู่ในระดับพอใช้ แสดงว่าสื่อสิ่งพิมพ์นั้นมีคุณภาพลดต่ำลงมา ซึ่งอาจนำไปใช้ได้ในกรณีที่ไม่มีสื่อสิ่งพิมพ์อื่นที่ดีกว่า และอาจต้องนำสื่อสิ่งพิมพ์อื่นที่บางตอนมีคุณภาพสูงมาใช้เสริม สำหรับสื่อสิ่งพิมพ์ที่มีคุณภาพอยู่ในระดับต้องปรับปรุงถือว่ามีความต่ำมากและไม่ควรนำมาใช้ในการเรียนการสอน

3. การเลือกใช้สื่อสิ่งพิมพ์ตามผลการประเมิน เมื่อประเมินสื่อสิ่งพิมพ์ทั้งเล่มแล้ว ผู้ประเมินสามารถนำผลจากการประเมินมาใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกใช้สื่อสิ่งพิมพ์ใน 2 ลักษณะต่อไปนี้

1. เลือกใช้เป็นหนังสือเรียนประจำรายวิชาหรือใช้ในห้องเรียนโดยตรง
2. เลือกใช้เป็นเอกสารอ้างอิงเพื่อค้นคว้าเพิ่มเติมหรือใช้เพิ่มเติมประกอบกับหนังสือเรียนของผู้เรียนในส่วนที่บกพร่องหรือขาดหายไป

กรณีที่ 1 การเลือกหนังสือเรียนเพื่อใช้ในชั้นเรียนจะต้องพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบ โดยอาจตั้งเป็นกรรมการของโรงเรียนหรือกรรมการของเขตพื้นที่การศึกษา การพิจารณาเลือกใช้ให้ดูจากผลการประเมินในภาพรวมของหนังสือแต่ละเล่ม โดยเนื้อหาแต่ละบทจะต้องอยู่ในระดับผ่านการประเมินคือไม่ต่ำกว่าระดับพอใช้ จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับที่สามารถนำไปใช้เป็นหนังสือเรียนได้ ทั้งนี้ควรพิจารณาผลการประเมินของกรรมการทุกคนร่วมกันและลงมติเลือกหนังสือเรียนที่ดีที่สุดให้ผู้เรียนใช้เรียน

กรณีที่ 2 ผู้สอนต้องการเลือกหนังสือเพื่ออ้างอิงหรือใช้เป็นเอกสารเสริมหนังสือเรียนในส่วนที่ไม่ครบถ้วนขาดหายไป หรือบางตอนบางเรื่องที่มีคุณภาพไม่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาเลือกกรณีนี้จะดูเป็นตอนหรือบทของเอกสารแต่ละเล่ม โดยแต่ละเล่มอาจมีจุดเด่นหรือผ่านเกณฑ์ต่างกัน บางเล่มอาจมีส่วนของกิจกรรมดี บางเล่มอาจประกอบด้วยเนื้อหาตรงตามต้องการ บางเล่มอาจมีแบบฝึกหัดหรือมีข้อทดสอบที่ดี การประเมินลักษณะนี้ยังช่วยให้ผู้สอนได้เอกสารเฉพาะเรื่องอย่างครบถ้วนตามแนวคิดหรือหัวข้อที่ต้องการ

ตอนที่ 1 การประเมินคุณภาพสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์

สื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์ลักษณะต่างๆ เช่น หนังสือเรียน เอกสารประกอบการเรียนการสอนและคู่มือครู สามารถกำหนดคุณภาพได้ด้วยคุณลักษณะที่จำเป็นต้องมีในสื่อสิ่งพิมพ์เหล่านี้ ตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- | | |
|-------------------|--|
| เกณฑ์ที่ 1 | การแสดงจุดมุ่งหมายของบทเรียนต่อผู้เรียน |
| เกณฑ์ที่ 2 | มีรายละเอียดที่แสดงแนวคิดของผู้เรียน |
| เกณฑ์ที่ 3 | ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้โดยใช้ปรากฏการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเรื่องที่กำลังศึกษา |
| เกณฑ์ที่ 4 | ส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาและใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ |
| เกณฑ์ที่ 5 | ส่งเสริมผู้เรียนให้มีโอกาสคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ ประสบการณ์ และความรู้ |
| เกณฑ์ที่ 6 | ประเมินความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน |
| เกณฑ์ที่ 7 | ส่งเสริมให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ |

จากเกณฑ์หลักทั้ง 7 ด้าน ได้จำแนกเป็นเกณฑ์ย่อยและตัวชี้บ่งของการประเมินพร้อมกับแนวทางของการให้คะแนนเพื่อการตัดสินคุณภาพของสื่อสิ่งพิมพ์ในแต่ละด้านดังต่อไปนี้

๒ เกณฑ์การประเมินคุณภาพสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์ ๒

เกณฑ์ที่ 1 การแสดงจุดมุ่งหมายของบทเรียนต่อผู้เรียน

- 1.1 มีการนำเสนอจุดมุ่งหมายของบทเรียน : ให้นำแนวคิดตามจุดมุ่งหมายของมาตรฐานการเรียนรู้เพื่อชี้้นำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ และกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมาย
- 1.2 มีการนำเสนอจุดมุ่งหมายของเรื่องในบทเรียน : แสดงจุดมุ่งหมายของบทเรียนแต่ละเรื่องและให้มีความเชื่อมโยงกับบทเรียนเรื่องอื่นๆ
- 1.3 มีการแสดงลำดับขั้นของกิจกรรม : เสนอให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมตามลำดับขั้นอย่างมีเหตุผลหรือตามลำดับของยุทธวิธีในการเรียนรู้ (ไม่ใช่เป็นเพียงการรวบรวมกิจกรรม)

เกณฑ์ที่ 2 มีรายละเอียดที่แสดงแนวคิดของผู้เรียน

- 2.1 ให้ความสนใจต่อความรู้และทักษะเดิมของผู้เรียน : ชี้ให้เห็นถึงความรู้ และทักษะเดิมของผู้เรียนที่มีความจำเป็นต่อการเรียนรู้
- 2.2 กระตุ้นให้ยอมรับแนวคิดของผู้เรียน : กระตุ้นให้ยอมรับแนวคิดของผู้เรียนทั้งส่วนที่เป็นข้อโต้แย้งหรือปัญหา และส่วนที่เป็นการเห็นด้วยหรือข้อเสนอแนะ
- 2.3 ช่วยผู้สอนวิเคราะห์แนวคิดของผู้เรียน : มีคำแนะนำสำหรับผู้สอนเพื่อใช้ค้นหาแนวคิดของผู้เรียนแต่ละคนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่คุ้นเคย หรือมีความสัมพันธ์กับมาตรฐานการเรียนรู้ก่อนที่จะมีการนำเสนอแนวคิดใหม่ทางวิทยาศาสตร์
- 2.4 แสดงแนวคิดร่วมของผู้เรียน : มีความพยายามที่จะกล่าวถึงแนวคิดที่ผู้เรียนมีอยู่แล้ว



เกณฑ์ที่ 3

ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้โดยใช้ปรากฏการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเรื่องที่กำลังศึกษา

- 3.1 ให้ปรากฏการณ์ที่หลากหลาย : ให้ปรากฏการณ์ที่แตกต่างกันและมีจำนวนเพียงพอที่ใช้สนับสนุนให้เกิดแนวคิดและการเรียนรู้ตามศักยภาพ ความสนใจ และตามความต้องการของผู้เรียน
- 3.2 ให้ประสบการณ์ที่ชัดเจน : มีกิจกรรมที่ให้ประสบการณ์ตรงที่ประกอบด้วย ปรากฏการณ์จริงที่ได้จากการทดลอง หรือมีตัวอย่างของปรากฏการณ์ที่รวบรวมไว้แล้ว

เกณฑ์ที่ 4

ส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาและใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์

- 4.1 เสนอคำศัพท์ได้อย่างมีความหมาย : ให้ความรู้ศัพท์เทคนิคที่เชื่อมโยงได้กับประสบการณ์ แนวคิดหรือกระบวนการ เพื่อช่วยให้เกิดแนวคิดและส่งเสริมการสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 4.2 เสนอแนวคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ : นำเสนอแนวคิดที่สามารถเข้าใจได้และถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์
- 4.3 สาธิตการใช้ความรู้ : มีการสาธิตหรือมีข้อเสนอแนะแก่ผู้สอนเกี่ยวกับ ทักษะการสาธิต การสร้างแบบจำลองหรือการใช้ความรู้
- 4.4 ให้โอกาสในการฝึกฝน : เตรียมกิจกรรม ปัญหา หรือคำถามสำหรับผู้เรียน เพื่อการฝึกทักษะหรือฝึกใช้ความรู้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย

เกณฑ์ที่ 5

ส่งเสริมผู้เรียนให้มีโอกาสติดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ ประสบการณ์และความรู้

- 5.1 ส่งเสริมผู้เรียนให้อธิบายแนวคิดของตนเอง : มีคำแนะนำผู้เรียนแต่ละคนเพื่อการแสดงออก ทำความเข้าใจ และแสดงแนวคิดของตนเอง รวมทั้งมีข้อเสนอแนะแก่ผู้เรียนเพื่อการรับข้อมูลป้อนกลับจากเพื่อนและผู้สอน
- 5.2 นำผู้เรียนไปสู่การแปลความหมายและการให้เหตุผล : มีขั้นตอนของ แนวทาง กระบวนการ วิธีการ หรือคำถามที่จะนำผู้เรียนไปสู่การแปลความหมาย และการให้เหตุผลเกี่ยวกับประสบการณ์ตรงที่พบและประสบการณ์ทางอ้อมจากการอ่าน

- 5.3 ส่งเสริมผู้เรียนให้คิดทบทวนเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนมาแล้ว : แนะนำผู้เรียนให้รู้วิธีการตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของตนเอง

เกณฑ์ที่ 6

ประเมินความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

- 6.1 กำหนดการประเมินที่สอดคล้องกับเป้าหมาย : มีการประเมินผล
การเรียนรู้ที่ดำเนินไปแต่ละตอนอย่างสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้
- 6.2 ทดสอบความเข้าใจ : มีกิจกรรมการประเมินที่เน้นการประยุกต์แนวคิดมากกว่าการทดสอบสิ่งที่มีความสำคัญน้อยหรือไม่ได้สร้างความเข้าใจแก่ผู้เรียน โดยไม่เน้นการประเมินด้วยการใช้สูตรสำเร็จหรือการท่องจำคำศัพท์
- 6.3 ใช้ผลจากการประเมินเพื่อชี้แนะการเรียนการสอน : การประเมินต้องเป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐานการเรียนรู้ และมีการแนะนำผู้สอนถึงการใช้ผลการประเมินเพื่อเลือกหรือปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอน

เกณฑ์ที่ 7

ส่งเสริมให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

- 7.1 ให้การสนับสนุนความรู้ด้านเนื้อหาแก่ผู้สอน : ช่วยผู้สอนให้สามารถปรับปรุงความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่จำเป็นต่อการสอนให้ดียิ่งขึ้น
- 7.2 ส่งเสริมให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นและมีการตั้งคำถาม : ช่วยผู้สอนสร้างบรรยากาศในห้องเรียนที่เชิญชวนให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเห็น มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนอยากตั้งคำถามที่ดี และหลีกเลี่ยงการลงข้อสรุปโดยคิดว่าถูกต้องและครอบคลุมแล้ว
- 7.3 สนับสนุนผู้เรียนทุกคน : ช่วยผู้สอนสร้างบรรยากาศในห้องเรียนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนทุกคนมีความคาดหวังในระดับสูงและสามารถประสบความสำเร็จได้ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้สึกว่าเป็นส่วนหนึ่งของห้องเรียน

ตัวชี้บ่งในการประเมินคุณภาพสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์ที่ 1 การแสดงจุดมุ่งหมายของบทเรียนต่อผู้เรียน

- 1.1 มีการนำเสนอจุดมุ่งหมายของบทเรียน : ให้แนวคิดตามจุดมุ่งหมายของมาตรฐานการเรียนรู้เพื่อชี้แนะให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ และกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมาย

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. บทเรียนมีการเสนอปัญหา คำถามหรือข้อเท็จจริง (หรือมีจุดมุ่งหมายของบทเรียน) ให้แก่ผู้เรียน
2. ปัญหา คำถามหรือข้อเท็จจริงของบทเรียน (หรือระบุจุดมุ่งหมายของบทเรียน) ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้
3. ปัญหา คำถามหรือข้อเท็จจริงของบทเรียน (หรือระบุจุดมุ่งหมายของบทเรียน) ช่วยให้ผู้เรียนสนใจหรือเกิดแรงจูงใจ
4. ให้ออกาสผู้เรียนคิดและอภิปรายถึงปัญหา คำถามหรือข้อเท็จจริงของบทเรียน (หรือระบุจุดมุ่งหมายของบทเรียน)
5. บทเรียนมีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่ระบุไว้ (ถ้าไม่สอดคล้องก็จะต้องมีคำอธิบายถึงเหตุผลของความไม่สอดคล้องไว้ด้วย)
6. บทเรียนมีความครอบคลุมจุดมุ่งหมายตามมาตรฐานการเรียนรู้

การให้คะแนน

- ดี (3) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งทั้ง 6 ข้อ
พอใช้ (2) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1 - 3 และข้อ 5
ต้องปรับปรุง (1) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1

1.2 มีการนำเสนอจุดมุ่งหมายของเรื่องในบทเรียน : แสดงจุดมุ่งหมายของบทเรียนแต่ละเรื่องและให้มีความเชื่อมโยงกับบทเรียนเรื่องอื่นๆ

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. มีการนำเสนอหรือเตรียมความพร้อมแก่ผู้สอนเพื่อให้สามารถแสดงจุดมุ่งหมายของเนื้อหาหรือกิจกรรมแก่ผู้เรียน
2. แสดงจุดมุ่งหมายของเนื้อหาหรือกิจกรรมในลักษณะที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ
3. ช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดความคิดเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของเนื้อหาหรือกิจกรรม
4. นำเสนอหรือเตรียมความพร้อมให้กับผู้สอนเพื่อแสดงให้ผู้เรียนเห็นว่าเนื้อหาหรือกิจกรรมมีความสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายของบทเรียน
5. ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสคิดทบทวนเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนมาแล้ว และเรื่องที่จะต้องเรียนหรือจะต้องทำต่อไป

การให้คะแนน

- ดี (3) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งทั้ง 5 ข้อ
พอใช้ (2) : เป็นไปตามตัวชี้บ่ง 3 ข้อใน 5 ข้อ
ต้องปรับปรุง (1) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งเพียง 1 ข้อ

1.3 มีการแสดงลำดับขั้นของกิจกรรม : เสนอให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมตามลำดับขั้นอย่างมีเหตุผลหรือตามลำดับของยุทธวิธีในการเรียนรู้ (ไม่ใช่เป็นเพียงการรวบรวมกิจกรรม)

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. ให้หลักการสำหรับขั้นตอนของการคิดได้อย่างมีเหตุผล หรือเสนอยุทธวิธีของการทำกิจกรรม
2. ลำดับขั้นของกิจกรรมสะท้อนถึงหลักการที่เสนอไว้
3. ถ้าไม่มีหลักการสำหรับขั้นตอนของการทำกิจกรรมก็จะต้องสามารถลงข้อสรุปในลักษณะใดลักษณะหนึ่งได้

การให้คะแนน

- ดี (3) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1 และข้อ 2
พอใช้ (2) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 3
ต้องปรับปรุง (1) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งเฉพาะข้อ 1

หมายเหตุท้ายเกณฑ์ที่ 1

หมายเหตุ 1.1 จุดมุ่งหมายของบทเรียนอาจนำเสนอแก่ผู้เรียนโดยตรงในหนังสือเรียนหรือปรากฏในคู่มือการสอนในลักษณะของคำแนะนำก็ได้ ถ้านำเสนอจุดมุ่งหมายหลายประการ ผู้ประเมินอาจประเมินและให้คะแนนที่ละจุดมุ่งหมายแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ถ้าการนำเสนอจุดมุ่งหมายทำให้ผู้เรียนสับสน ผลการประเมินจะต้องถูกลดลงต่ำกว่าค่าที่ประเมินได้

หมายเหตุ 1.2 ถ้าพิจารณาเพียงส่วนหนึ่งของบทเรียน (ไม่ใช่ทั้งบท) ผู้ประเมินจะประเมินและให้คะแนนเฉพาะจุดมุ่งหมายของแต่ละส่วนย่อยแล้วหาค่าเฉลี่ยทั้งบทก็ได้ แต่ถ้าบทเรียนวางขอบเขตของบทและแต่ละส่วนของบทไว้ด้วยกัน ผู้ประเมินจะต้องประเมินและให้คะแนนแต่ละจุดมุ่งหมายแยกกัน คะแนนรวมของแต่ละเกณฑ์จะเป็นค่าเฉลี่ยของจุดมุ่งหมายย่อยของบท และคะแนนเฉลี่ยของทุกจุดมุ่งหมายได้จากคะแนนของแต่ละส่วนย่อย



เกณฑ์ที่ 2 มีรายละเอียดที่แสดงแนวคิดของผู้เรียน

2.1 ให้ความสนใจต่อความรู้และทักษะเดิมของผู้เรียน : ชี้ให้เห็นถึงความรู้และทักษะเดิมของผู้เรียนที่มีความจำเป็นต่อการเรียนรู้

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. กระตุ้นให้ผู้สอนได้ระบุถึงแนวคิดหรือทักษะเดิมของผู้เรียน (แทนที่จะกำหนดเฉพาะความรู้เดิมเกี่ยวกับหัวข้อหรือคำศัพท์)
2. กระตุ้นผู้สอนให้คำนึงถึงความเหมาะสมของการทบทวนแนวคิดที่เรียนรู้มาแล้ว และการนำเสนอความรู้ที่ต้องเรียนรู้ใหม่
3. กล่าวถึงเรื่องที่ต้องเรียนรู้มาก่อนทั้งในบทเดียวกันและบทที่ผ่านมา
4. เชื่อมโยงเรื่องที่เรียนรู้มาแล้ว เพื่อนำไปสู่เรื่องที่กำลังจะเรียนรู้ใหม่
5. เชื่อมโยงระหว่างแนวคิดที่ใช้ในบทที่กำลังเรียนรู้อยู่กับเรื่องที่เรียนรู้มาแล้ว (เรื่องที่เรียนรู้มาแล้วอาจกล่าวไว้นอกบทเรียนก็ได้)

การให้คะแนน

- ดี (3) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งทั้ง 5 ข้อ
พอใช้ (2) : เป็นไปตามตัวชี้บ่ง 3 ข้อใน 5 ข้อ
ต้องปรับปรุง (1) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งเพียงข้อใดข้อหนึ่ง

ถ้าเรื่องที่เรียนมาแล้วอยู่ในชั้นอื่นหรือไม่ได้เป็นบทที่ต่อเนื่องกัน การให้คะแนนจะเป็นดังนี้

- ดี (3) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1, 2 และข้อ 5
พอใช้ (2) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1 และข้อ 2 หรือข้อ 1 และข้อ 5
ต้องปรับปรุง (1) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1

2.2 กระตุ้นให้ยอมรับแนวคิดของผู้เรียน : กระตุ้นให้ยอมรับแนวคิดของผู้เรียน ทั้งส่วนที่เป็นข้อโต้แย้งหรือปัญหา และส่วนที่เป็นการเห็นด้วยหรือข้อเสนอแนะ

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. เสนอแนวคิดที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้
2. อธิบายหรือทำความเข้าใจแนวคิดที่ต้องการให้เกิดขึ้นอย่างชัดเจน

การให้คะแนน

- ดี (3) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1 และข้อ 2 ในทุกส่วนของบทเรียน
- พอใช้ (2) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1 และข้อ 2 เพียงบางส่วนของบทเรียน
- ต้องปรับปรุง (1) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งเฉพาะข้อ 1

2.3 ช่วยผู้สอนวิเคราะห์แนวคิดของผู้เรียน : มีคำแนะนำสำหรับผู้สอนเพื่อใช้ ค้นหาแนวคิดของผู้เรียนแต่ละคนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่คุ้นเคย หรือมีความสัมพันธ์กับมาตรฐานการเรียนรู้ก่อนที่จะมีการนำเสนอแนวคิดใหม่ ทางวิทยาศาสตร์

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. มีคำถามหรือกิจกรรมที่ผู้สอนสามารถใช้เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงแนวคิด
2. มีคำถามหรือกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ แม้จะยังไม่คุ้นเคยกับ ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์และยังไม่ได้ศึกษาหัวข้อนั้น
3. มีคำถามหรือกิจกรรมที่ช่วยตรวจสอบแนวคิดของผู้เรียน
4. มีคำถามหรือกิจกรรมที่นำไปสู่การทำนายหรือการให้คำอธิบายปรากฏการณ์ ต่างๆ
5. มีการแนะนำแก่ผู้สอนให้สามารถตรวจสอบผู้เรียนจากการตอบคำถาม หรือ แปลความหมายจากการตอบสนองของผู้เรียน

การให้คะแนน

- ดี (3) : ให้คำถามหรือกิจกรรมที่มีจำนวนและความหลากหลาย
อย่างเพียงพอที่เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1, 2, 3 และข้อ 5
- พอใช้ (2) : ให้บางคำถามหรือบางกิจกรรมที่เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1, 2,
3 และข้อ 4
- ต้องปรับปรุง (1) : ให้คำถามหรือกิจกรรมที่เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1 และข้อ 2

2.4 แสดงแนวคิดร่วมของผู้เรียน : มีความพยายามที่จะกล่าวถึงแนวคิดที่ผู้เรียน มีอยู่แล้ว

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. แสดงได้อย่างชัดเจนถึงแนวคิดที่ต้องการให้เกิดขึ้นตามมาตรฐานการเรียนรู้
2. มีคำถามหรือกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องกับแนวคิดโดย
 - ก. ทำทนายให้ผู้เรียนแสดงแนวคิด เช่น ให้เปรียบเทียบผลการทำนายกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง
 - ข. ให้ผู้เรียนได้โต้แย้งแนวคิดของผู้เรียนกับแนวคิดที่ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และหาทางแก้ข้อขัดแย้งดังกล่าว
 - ค. ขยายแนวคิดที่มีอยู่อย่างจำกัดให้กว้างขวางและถูกต้อง
3. มีคำแนะนำให้แก่ผู้สอนถึงยุทธวิธีในการพิจารณาแนวคิดของผู้เรียน

การให้คะแนน

- ดี (3) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งทั้ง 3 ข้อ
- พอใช้ (2) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1 และข้อ 2
- ต้องปรับปรุง (1) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อใดข้อหนึ่งเพียงข้อเดียว

หมายเหตุท้ายเกณฑ์ที่ 2

หมายเหตุ 2.1 สำหรับแนวคิดตามมาตรฐานการเรียนรู้แต่ละชุด การเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยจะตรวจสอบได้จากความสอดคล้องกับแนวคิดที่ระบุอยู่ในมาตรฐานการเรียนรู้

หมายเหตุ 2.2 ความเพียงพอของแนวคิดให้พิจารณาตามมาตรฐานการเรียนรู้ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน และบริบทของแนวคิดที่ตรวจสอบแล้ว

หมายเหตุ 2.3 ให้บันทึกไว้ว่าแต่ละกิจกรรมที่มีคุณภาพสูงตามที่กล่าวถึง ไม่จำเป็นต้องมีลักษณะตามตัวชี้บ่งครบทุกข้อ



เกณฑ์ที่ 3 ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ โดยใช้ปรากฏการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเรื่องที่กำลังศึกษา

3.1 ให้ปรากฏการณ์ที่หลากหลาย : ให้ปรากฏการณ์ที่แตกต่างกันและมีจำนวนเพียงพอที่ใช้สนับสนุนให้เกิดแนวคิดและการเรียนรู้ตามศักยภาพ ความสนใจ และตามความต้องการของผู้เรียน

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. ปรากฏการณ์สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของมาตรฐานการเรียนรู้
2. ปรากฏการณ์มีความเชื่อมโยงอย่างชัดเจนกับแนวคิดตามมาตรฐานการเรียนรู้

การให้คะแนน

- ดี (3) : ให้ปรากฏการณ์ที่หลากหลายและมีจำนวนมากพอที่เป็นไปตามตัวชี้บ่ง ข้อ 1 และข้อ 2
- พอใช้ (2) : ให้ปรากฏการณ์เฉพาะบางด้านที่เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1 และข้อ 2
- ต้องปรับปรุง (1) : ให้ปรากฏการณ์เพียงด้านเดียวที่เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1 และข้อ 2

ถ้ามาตรฐานการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ประกอบด้วยหลายแนวคิด ควรจะดำเนินการดังนี้

- ก. ระบุแนวคิดที่สอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละตอน
- ข. ให้คะแนนแต่ละแนวคิดที่เป็นผลจากการวิเคราะห์ในขั้นตอน ก. คะแนนรวมของเกณฑ์นี้ได้จากค่าเฉลี่ยของแต่ละแนวคิด

3.2 ให้ประสบการณ์ที่ชัดเจน : มีกิจกรรมที่ให้ประสบการณ์ตรงที่ประกอบด้วย
ปรากฏการณ์จริงที่ได้จากการทดลอง หรือมีตัวอย่างของปรากฏการณ์ที่รวบรวม
ไว้แล้ว

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. ประสบการณ์ตรงแต่ละเรื่อง เมื่อเปรียบเทียบกับประสบการณ์อื่นๆ แล้วมีคุณค่า
และมีความคุ้มค่าทั้งด้านเวลาและค่าใช้จ่าย
2. ประสบการณ์ที่ไม่ใช่ประสบการณ์ตรง (เช่น เอกสาร ตำรา หนังสือ รูปภาพ
วีดิทัศน์) ช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ทดแทน
3. ให้ทั้งประสบการณ์ตรงหรือประสบการณ์ทดแทนอย่างเพียงพอ

การให้คะแนน

ดี (3) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1 และข้อ 3 หรือตัวชี้บ่งข้อ 2 และ
ข้อ 3 (พิจารณาว่าเป็นประสบการณ์ตรงหรือประสบการณ์
ทดแทน)

พอใช้ (2) : มีประสบการณ์ตรงเพียงบางเรื่อง

ต้องปรับปรุง (1) : มีประสบการณ์ตรงหรือประสบการณ์ทดแทนเพียงเรื่องเดียว

ถ้ามาตรฐานการเรียนรู้ที่ใช้วิเคราะห์ประกอบด้วยหลายแนวคิด ผู้ประเมินควรจะ
ดำเนินการดังนี้

- ก. จำแนกแนวคิดที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหา
- ข. ให้คะแนนแต่ละแนวคิดที่มีผลจากการวิเคราะห์ในขั้นตอน ก.
คะแนนรวมสำหรับเกณฑ์นี้ได้จากค่าเฉลี่ยสำหรับแต่ละแนวคิด

หมายเหตุท้ายเกณฑ์ที่ 3

หมายเหตุ 3.1 ผู้ประเมินควรจะบันทึกว่าการเชื่อมโยงระหว่างปรากฏการณ์และแนวคิดสามารถทำได้ทั้งในหนังสือเรียนหรือในคู่มือการสอน โดยมีคำแนะนำเพื่อการอภิปรายหรือการตอบคำถามในหนังสือเรียน

หมายเหตุ 3.2 ปรากฏการณ์ที่บรรยายไว้อย่างสั้นๆ ยังคงถือว่าเป็นประจักษ์พยานได้ ถ้ามีการเชื่อมโยงกับแนวคิดอย่างชัดเจน เกณฑ์ข้อ 3.2 ได้เตรียมประสบการณ์ที่หลากหลายเพื่อใช้ตรวจสอบว่าคำอธิบายเพียงพอที่จะช่วยเตรียมผู้เรียนโดยใช้สื่อแทนปรากฏการณ์ตรง นอกจากนี้ผู้ประเมินไม่ต้องพิจารณาว่าจะใช้เวลานานเท่าใดสำหรับการอภิปรายปรากฏการณ์นี้ ซึ่งจะได้ตรวจสอบโดยใช้เกณฑ์ที่ 5 ต่อไป



เกณฑ์ที่ 4 ส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาและใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์

- 4.1 เสนอคำศัพท์ได้อย่างมีความหมาย : ให้ความรู้ศัพท์เทคนิคที่เชื่อมโยงได้กับประสบการณ์ แนวคิดหรือกระบวนการ เพื่อช่วยให้เกิดแนวคิดและส่งเสริมการสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. เชื่อมโยงศัพท์เทคนิคกับประสบการณ์ตรง
2. ใช้ศัพท์เทคนิคเท่าที่จำเป็นเพื่อการสื่อสารได้อย่างมีความหมาย
3. ใช้ศัพท์เทคนิคได้ถูกต้องตามราชบัณฑิตยสถาน (ถ้ามีการบัญญัติไว้)

การให้คะแนน

- ดี (3) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งทั้ง 3 ข้อ
- พอใช้ (2) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1 และข้อ 2 หรือเพียงบางส่วนของทั้ง 3 ข้อ
- ต้องปรับปรุง (1) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1 หรือข้อ 2 หรือเพียงบางส่วนของทั้งข้อ 1 และข้อ 2

หมายเหตุ : ในกรณีที่ศัพท์เทคนิคไม่ได้บัญญัติไว้ตามราชบัณฑิตยสถาน ให้ตรวจสอบคำศัพท์นั้นตามการยอมรับของผู้เชี่ยวชาญในด้านนั้น

- 4.2 เสนอแนวคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ : นำเสนอแนวคิดที่สามารถเข้าใจได้และถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. เสนอแนวคิดได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ
2. เสนอแนวคิดที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้ (ขึ้นอยู่กับระดับชั้นของผู้เรียนและความยากง่ายของเนื้อหา)
3. เสนอแนวคิดที่เชื่อมโยงกับข้อเท็จจริงหรือปรากฏการณ์ได้อย่างชัดเจน

การให้คะแนน

- ดี (3) : นำเสนอแนวคิดจำนวนมากที่เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1 - 3
พอใช้ (2) : นำเสนอเฉพาะบางแนวคิดที่เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1 - 3
ต้องปรับปรุง (1) : นำเสนอแนวคิดได้น้อยมากที่เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1 - 3

4.3 สาธิตการใช้ความรู้ : มีการสาธิตหรือมีข้อเสนอแนะแก่ผู้สอนเกี่ยวกับทักษะ การสาธิต การสร้างแบบจำลองหรือการใช้ความรู้

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. มีการนำเสนออย่างสม่ำเสมอด้วยวิธีการที่มีประสิทธิภาพ
2. มีการนำเสนออย่างเป็นขั้นตอน
3. มีการนำเสนอด้วยวิธีการสาธิต การใช้ความรู้และทักษะ
4. มีการวิเคราะห์ วิจัยที่นำไปสู่แนวคิดของการสาธิต
5. มีการวิเคราะห์ วิจัยที่นำไปสู่แนวคิดของเกณฑ์สำหรับการตัดสินคุณภาพของกระบวนการ

การให้คะแนน

- ดี (3) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งทั้ง 5 ข้อ
พอใช้ (2) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1, 2, 3 และข้อ 4
ต้องปรับปรุง (1) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1

4.4 ให้โอกาสในการฝึกฝน : เตรียมกิจกรรม ปัญหา หรือคำถามสำหรับผู้เรียน เพื่อการฝึกทักษะหรือฝึกใช้ความรู้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. ให้กิจกรรม ปัญหา หรือคำถามที่มีจำนวนมากเพียงพอในบริบทที่หลากหลาย รวมทั้งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
2. ให้กิจกรรม ปัญหา หรือคำถามที่ใหม่และทันสมัย
3. ให้กิจกรรม ปัญหา หรือคำถามอย่างเป็นขั้นตอนและเพิ่มความซับซ้อนขึ้นเป็นลำดับ
4. ให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกฝนภาคปฏิบัติในลักษณะของกิจกรรมปลายเปิดพร้อมกัน ได้รับข้อมูลป้อนกลับเพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้อง

การให้คะแนน

- ดี (3) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1, 2 และข้อ 3 หรือข้อ 1, 2 และข้อ 4
- พอใช้ (2) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1 และข้อ 2
- ต้องปรับปรุง (1) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1

ถ้ามาตรฐานการเรียนรู้ที่ใช้วิเคราะห์ประกอบด้วยหลายแนวคิด ผู้ประเมินควรจะดำเนินการดังนี้

- ก. วิเคราะห์แนวคิดที่สอดคล้องกับเนื้อหา
- ข. ให้คะแนนแต่ละแนวคิดที่มีผลจากขั้นตอน ก.
คะแนนรวมของเกณฑ์นี้เป็นค่าเฉลี่ยของคะแนนแต่ละแนวคิด

เกณฑ์ที่ 5 ส่งเสริมผู้เรียนให้มีโอกาสคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ ประสบการณ์และความรู้

5.1 ส่งเสริมผู้เรียนให้อธิบายแนวคิดของตนเอง : มีคำแนะนำผู้เรียนแต่ละคน เพื่อการแสดงออก ทำความชัดเจน ตัดสินใจ และแสดงแนวคิดของตนเอง รวมทั้งมีข้อเสนอแนะแก่ผู้เรียนเพื่อการรับข้อมูลป้อนกลับจากเพื่อนและผู้สอน

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงแนวคิดของตนเองอยู่ตลอดเวลา
2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสดำเนินการอย่างชัดเจน มีการพิจารณาตัดสิน และแสดงออกซึ่งแนวคิดของตนเอง
3. ให้ออกสาผู้เรียนแต่ละคนได้แสดงแนวคิดของตนเอง
4. มีคำแนะนำอย่างชัดเจนต่อผู้สอนในการให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียน หรือมีเนื้อหาที่ให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียนโดยตรง
5. มีคำแนะนำที่ใช้วินิจฉัยข้อผิดพลาดของผู้เรียน ด้วยการอธิบายวิธีแก้ไขข้อผิดพลาด และให้แนวทางการพัฒนาแนวคิดของผู้เรียน

การให้คะแนน

- ดี (3) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งทั้ง 5 ข้อ
พอใช้ (2) : เป็นไปตามตัวชี้บ่ง 3 ข้อ ใน 5 ข้อ
ต้องปรับปรุง (1) : เป็นไปตามตัวชี้บ่ง 1 ข้อ ใน 5 ข้อ



5.2 นำผู้เรียนไปสู่การแปลความหมายและการให้เหตุผล : มีขั้นตอนของแนวทางการบวนการ วิธีการ หรือคำถามที่จะนำผู้เรียนไปสู่การแปลความหมายและการให้เหตุผลเกี่ยวกับประสบการณ์ตรงที่พบและประสบการณ์ทางอ้อมจากการอ่าน

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. มีคำถาม กิจกรรมที่สัมพันธ์กับประสบการณ์ตรงและที่ได้จากการอ่าน
2. คำถามและกิจกรรมมีลักษณะที่เอื้อต่อ
 - ก. การวางโครงร่างของประเด็นที่สำคัญ
 - ข. ช่วยให้ผู้เรียนนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเชื่อมโยงประสบการณ์จากปรากฏการณ์ต่างๆ
 - ค. ช่วยผู้เรียนเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดของตนเองและปรากฏการณ์ที่สังเกตได้
 - ง. ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดของตนเองกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอในบทเรียน
 - จ. คาดการณ์ถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน
 - ฉ. ให้ความสำคัญกับข้อโต้แย้งระหว่างแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นไปได้
3. มีคำถามหรือกิจกรรมอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและต่อเนื่อง

การให้คะแนน

ให้พิจารณาแต่ละประสบการณ์จากปรากฏการณ์ต่างๆ (ประสบการณ์จากการลงมือปฏิบัติจริงหรือการสาธิต) หรือตัวอย่างจากการอ่าน และให้คะแนนได้ดังนี้

- ดี (3) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งทั้ง 3 ข้อ
พอใช้ (2) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1 และข้อ 2
ต้องปรับปรุง (1) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1

5.3 ส่งเสริมผู้เรียนให้คิดทบทวนเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนมาแล้ว : แนะนำผู้เรียนให้รู้วิธีการตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของตนเอง

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. ให้ผู้เรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดที่ได้ โดยอยู่บนพื้นฐานของความรู้ที่เรียนมาแล้ว
2. ให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบแนวคิดที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละบทเรียน (หรือมีคำแนะนำสำหรับผู้สอนในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของผู้เรียน)
3. ให้โอกาสผู้เรียนได้ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในบทเรียนเป็นระยะๆ

การให้คะแนน

- ดี (3) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 3
พอใช้ (2) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 2
ต้องปรับปรุง (1) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1



เกณฑ์ที่ 6 ประเมินความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

6.1 กำหนดการประเมินที่สอดคล้องกับเป้าหมาย : มีการประเมินผลการเรียนรู้ที่ดำเนินไปแต่ละตอนอย่างสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. แสดงแนวคิดที่สำคัญและจำเป็นต่อการนำไปใช้ในการประเมิน
2. มีแนวคิดตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่เพียงพอต่อการประเมิน

การให้คะแนน

- ดี (3) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งทั้ง 2 ข้อ
- พอใช้ (2) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1 และ ข้อ 2 เฉพาะบางส่วน
- ต้องปรับปรุง (1) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1 และข้อ 2 เพียงเล็กน้อย

6.2 ทดสอบความเข้าใจ : มีกิจกรรมการประเมินที่เน้นการประยุกต์แนวคิดมากกว่าการทดสอบสิ่งที่มีความสำคัญน้อยหรือไม่ได้สร้างความเข้าใจแก่ผู้เรียนโดยไม่เน้นการประเมินด้วยการใช้สูตรสำเร็จหรือการท่องจำคำศัพท์

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. ข้อคำถามมุ่งทดสอบความเข้าใจของแนวคิดตามมาตรฐานการเรียนรู้
2. ข้อคำถามประกอบด้วยวิธีการทดสอบทั้งที่คุ้นเคยและวิธีการใหม่

การให้คะแนน

- ดี (3) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งทั้ง 2 ข้อ
- พอใช้ (2) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งทั้งข้อ 1 และข้อ 2 เพียงบางส่วน หรือเป็นไปตามตัวชี้บ่งเฉพาะข้อ 1
- ต้องปรับปรุง (1) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1 เพียงบางส่วน

6.3 ใช้ผลจากการประเมินเพื่อชี้แนะการเรียนการสอน : การประเมินต้องเป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐานการเรียนรู้ และมีการแนะนำผู้สอนถึงการใช้ผลการประเมินเพื่อเลือกหรือปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอน

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. มีการประเมินอย่างสม่ำเสมออยู่ทุกตอนของบทเรียน
2. มีการแนะนำวิธีการตรวจสอบที่มาของคำตอบ เพื่อให้เกิดความชัดเจนและเข้าใจต่อคำตอบของผู้เรียน
3. ให้คำแนะนำสำหรับผู้สอนในการใช้ข้อมูลจากการทดสอบเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน และเลือกกิจกรรมที่ให้โอกาสแสดงแนวคิดที่จำเป็น

การให้คะแนน

ดี (3) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งทั้ง 3 ข้อ

พอใช้ (2) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1 และข้อ 2 หรือข้อ 1 และข้อ 3

ต้องปรับปรุง (1) : เป็นไปตามตัวชี้บ่งข้อ 1

 หมายเหตุท้ายเกณฑ์ที่ 6

หมายเหตุ 6.1 ผู้ประเมินควรตรวจสอบการทดสอบท้ายบทหรือการทดสอบท้ายเรื่อง ถ้าผู้พัฒนาเอกสารระบุว่าใช้คำถามในหนังสือเรียนเพื่อการทดสอบ ผู้ประเมินจำเป็นต้องวิเคราะห์ทั้งคำถามและการทดสอบท้ายบทหรือท้ายเรื่องในคู่มือการสอนด้วยแล้วนำผลการประเมินมาเฉลี่ย

หมายเหตุ 6.2 การตัดสินความเพียงพอของจำนวนข้อทดสอบ ผู้ประเมินจำเป็นต้องพิจารณาว่าแนวคิดตามมาตรฐานการเรียนรู้มีเพียงพอที่จะทดสอบหรือไม่ อย่างไรก็ตามไม่ได้คาดหวังว่าผู้ประเมินจะประเมินและให้คะแนนแต่ละแนวคิดแยกกันแล้วนำผลการประเมินมาเฉลี่ย

เกณฑ์ที่ 7 ส่งเสริมให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

7.1 ให้การสนับสนุนความรู้ด้านเนื้อหาแก่ผู้สอน : ช่วยผู้สอนให้สามารถปรับปรุงความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่จำเป็นต่อการสอนให้ดียิ่งขึ้น

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. กระตุ้นผู้สอนให้เสนอแนวคิดวิทยาศาสตร์อย่างง่าย ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ และแสดงลักษณะการนำเสนออย่างซับซ้อนของแนวคิดเดียวกัน
2. ให้คำตอบที่มีรายละเอียดอย่างเพียงพอสำหรับคำถามในบทเรียน เพื่อช่วยผู้สอนให้เข้าใจและแปลความหมายของคำตอบที่แตกต่างกันของผู้เรียน
3. แนะนำแหล่งข้อมูลเพื่อปรับปรุงความเข้าใจของผู้สอนต่อแนวคิดตามมาตรฐานการเรียนรู้

7.2 ส่งเสริมให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นและมีการตั้งคำถาม : ช่วยผู้สอนสร้างบรรยากาศในห้องเรียนที่เชิญชวนให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเห็น มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนอยากตั้งคำถามที่ดี และหลีกเลี่ยงการลงข้อสรุปโดยคิดว่าถูกต้องและครอบคลุมแล้ว

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. มีข้อเสนอแนะวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถามและชี้แนะให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบ หรือมีวิธีทำให้ผู้เรียนหลีกเลี่ยงการลงข้อสรุปว่าความเห็นของตนเองถูกต้องเสมอ
2. ให้ตัวอย่างของการมีปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียน เช่น บทความ ประเด็นที่ใช้อภิปรายหรือตัวอย่างจากสื่อต่างๆ เพื่อใช้ในการตอบสนองต่อคำถาม หรือแนวคิดของผู้เรียน

7.3 สนับสนุนผู้เรียนทุกคน : ช่วยผู้สอนสร้างบรรยากาศในห้องเรียนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนทุกคนมีความคาดหวังในระดับสูงและสามารถประสบความสำเร็จได้ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้สึกว่าเป็นส่วนหนึ่งของห้องเรียน

ตัวชี้บ่งตามเกณฑ์นี้

1. หลีกเลี่ยงการแสดงความรู้สึก หรือการใช้ภาษาที่จะทำให้ผู้เรียนบางกลุ่มเกิดความไม่พอใจ
2. แนะนำรูปแบบต่างๆ ให้ผู้เรียนได้แสดงแนวคิดระหว่างการเรียนรู้และการสอนและการทดสอบ
3. มีคำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการที่ผู้สอนสามารถดัดแปลงกิจกรรมให้เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษ
4. ให้โอกาสผู้เรียนทุกคนในการเรียนวิทยาศาสตร์ และใช้ตัวอย่างของบุคคลเหล่านั้นในการเรียนการสอนด้วย

 หมายเหตุท้ายเกณฑ์ที่ 7

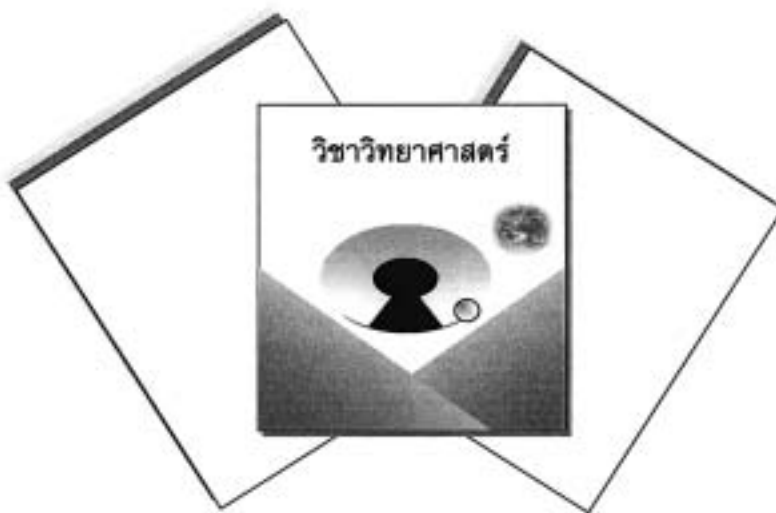
หมายเหตุ 7.1 สำหรับเกณฑ์เหล่านี้ไม่มีการให้คะแนน ผู้ประเมินจะต้องบันทึกการค้นพบตามเกณฑ์นี้ไว้ประกอบการพิจารณาในภาพรวม



ตอนที่ 2 กระบวนการประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์

การประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์ เริ่มต้นด้วยการศึกษาเกณฑ์การประเมินทั้ง 22 เกณฑ์ย่อย พร้อมกับศึกษาคำชี้แจงประกอบเกณฑ์การประเมินทุกเกณฑ์ย่อย จากนั้นจึงศึกษาขั้นตอนการประเมิน แล้วเริ่มพิจารณาสื่อสิ่งพิมพ์ที่จะประเมินโดยใช้แบบประเมินแบบที่ 1 ตรวจสอบตัวชี้บ่งที่ละหน่วยหรือที่ละบทจนครบทุกบท จึงสรุปผลการตรวจสอบตัวชี้บ่งทุกบทลงในแบบประเมินแบบที่ 2 และสรุปผลการประเมินสื่อสิ่งพิมพ์เล่มนั้นลงในแบบประเมินแบบที่ 3 สำหรับตอนที่ 2 ประกอบด้วย

- ขั้นตอนการประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์
- คำชี้แจงประกอบเกณฑ์การประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์
- ตัวอย่างแบบประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์





ความสำคัญของการพัฒนาหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับโรงเรียน ได้กำหนดความรู้และทักษะขั้นพื้นฐานสำหรับผู้เรียนทุกคน และให้ความสำคัญต่อการกำหนดมาตรฐานด้านสาระการเรียนรู้ การพัฒนาหนังสือเรียนและสื่อต่างๆ การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนรวมทั้งการวัดผลประเมินผลไว้ด้วย การกำหนดมาตรฐานของหนังสือเรียนและสื่อต่างๆ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้ใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเที่ยงตรงทั้งในส่วนของสาระการเรียนรู้และการสอน ทั้งนี้การพิจารณาว่าสื่อลักษณะใดมีความเหมาะสมต้องพิจารณาว่า (1) หนังสือเรียนได้เน้นการรวบรวมส่วนที่สำคัญไว้มากน้อยเพียงใด (2) การเรียนรู้ของผู้เรียนเหมาะสมกับอายุหรือไม่ (3) การออกแบบการสอนในหนังสือเรียนช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ ผลจากการวิเคราะห์สื่อตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดจะช่วยให้ได้ข้อมูลที่นำไปใช้แนะนำผู้สอนและโรงเรียน เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับการพัฒนาหนังสือเรียนและการเลือกใช้ต่อไป

การประเมินหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานที่จะประเมินต่อไปนี้อยู่บนเงื่อนไขที่ประกอบด้วย

1. หนังสือเรียนที่ดีจะมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความรู้ของผู้เรียน
2. คุณภาพของหนังสือเรียนจะตัดสินได้โดยพิจารณาจากการช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนตามเป้าหมายที่วางไว้
3. การวิเคราะห์หนังสือเรียนจะพิจารณาความลึกซึ้งของเนื้อหาเป็นหลักมากกว่าความครอบคลุมเนื้อหา และต้องประเมินด้วยว่าหนังสือเรียนนั้นมีศักยภาพที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ด้วย

ขั้นตอนการประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์สื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนวิธีดำเนินการดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์จุดมุ่งหมายการเรียนรู้และเลือกใช้เป็นพื้นฐานในการประเมิน

ขั้นแรกผู้ประเมินจะต้องเลือกจุดมุ่งหมายการเรียนรู้บางจุดมุ่งหมายเพื่อใช้เป็นกรอบในการประเมิน แล้วจึงพิจารณาหนังสือที่จะประเมินเพื่อจัดทำรายการของจุดมุ่งหมายที่เน้นในหนังสือเล่มนั้น เพื่อใช้เป็นเป้าหมายในการประเมินต่อไป

เมื่อจะประเมินสาระการเรียนรู้เพียงหน่วยหรือบทเดียวเพื่อใช้ในการเรียนรู้สำหรับตอนสั้นๆ ควรจะวิเคราะห์จุดมุ่งหมายการเรียนรู้ที่เป็นเป้าหมายของบทเรียนนั้นด้วย แต่การประเมินสาระการเรียนรู้ทั้งปี (หรือหลายปีต่อเนื่องกัน) จะไม่สามารถประเมินทุกจุดมุ่งหมายได้พร้อมกัน จึงต้องดำเนินตามขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการประเมินด้วยการสุ่มจุดมุ่งหมายเพียง 2 - 3 ข้อ เพื่อใช้เป็นตัวแทนของจุดมุ่งหมายทั้งหมดที่ใช้เป็นกรอบในการประเมินในขั้นแรก เช่น ถ้าคณะกรรมการประเมินเลือกสาระการเรียนรู้เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อมในมัธยมศึกษาตอนปลาย จะต้องจำแนกตัวอย่างจุดมุ่งหมายการเรียนรู้จากหัวข้อที่สำคัญตามมาตรฐานการเรียนรู้ คือ คุณภาพของระบบนิเวศ ความหลากหลายทางชีวภาพ และปัญหาสิ่งแวดล้อมและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ รวมทั้งจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ที่สะท้อนความคิดระดับสูงและทักษะต่างๆ เช่น ทักษะปฏิบัติ ความเข้าใจแนวคิดที่สำคัญ การแก้ปัญหา แต่ถ้าจะประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จุดมุ่งหมายการเรียนรู้ที่ต้องตรวจสอบจะต้องครอบคลุมหัวข้อสำคัญตามมาตรฐานการเรียนรู้ คือ โภชนาการ ระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน วัฏจักรของสาร เป็นต้น

ขั้นที่ 2 การตรวจสอบขั้นต้นเพื่อพิจารณาความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ที่ต้องการประเมิน

เมื่อเลือกจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ที่จะใช้ประเมินตามขั้นที่ 1 แล้ว ขั้นต่อไปเป็นการตรวจสอบเบื้องต้น เพื่อวิเคราะห์ความตรงตามจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ของสาระการเรียนรู้ที่ปรากฏในหนังสือ หนังสือเล่มใดที่ไม่ผ่านเกณฑ์นี้ก็ไม่จำเป็นต้องนำมาประเมินต่อไป จากนั้น

ให้พิจารณาอย่างระมัดระวังทีละหน้า เพื่อตรวจสอบกิจกรรม บทเรียน แบบฝึกหัดและโอกาสในการเรียนรู้อื่นๆ แล้วบันทึกว่าส่วนใดของสื่อสิ่งพิมพ์ตรงกับจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ที่เลือกมาใช้ประเมิน การวิเคราะห์จะต้องพิจารณาจุดมุ่งหมายของแต่ละกิจกรรมหรือบทเรียน พร้อมทั้งอธิบายว่ากิจกรรมหรือบทเรียนนั้นเป็นไปตามจุดมุ่งหมายใดและอย่างไร ผลการวิเคราะห์อาจเก็บรวบรวมไว้ในคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะเรียกมาใช้พิจารณาร่องรอยของผลการวิเคราะห์ในภายหลังได้ ถ้ามีส่วนที่ตรงตามจุดมุ่งหมายการเรียนรู้หลายแห่งก็ต้องตรวจสอบอย่างระมัดระวังในขั้นตอนการวิเคราะห์อย่างละเอียดต่อไป ในทางตรงกันข้าม ถ้าตรวจแล้วพบว่ามีส่วนที่ไม่ตรงกับจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ที่ใช้ประเมินในจำนวนที่มีนัยสำคัญ ก็คัดแยกหนังสือเล่มนั้นออกจากการประเมินได้เพราะผลการประเมินขั้นต้นได้แสดงแล้วว่าไม่ผ่านการประเมิน

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ของบทเรียนหรือกิจกรรมที่ตรงกับแนวคิดและทักษะตามมาตรฐานการเรียนรู้

การวิเคราะห์ในขั้นนี้เป็นการตรวจสอบความเชื่อมโยงระหว่างบทเรียนหรือกิจกรรมตามสาระการเรียนรู้ในสื่อสิ่งพิมพ์กับจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ที่เลือกมาประเมินอย่างละเอียดและระมัดระวัง โดยพิจารณาตรวจสอบทั้งสองทางคือ ความถูกต้องแม่นยำของจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ตามมาตรฐาน และรายละเอียดสาระการเรียนรู้ที่บทเรียนนั้นนำเสนอ ผู้ประเมินควรใช้วิธีการต่อไปนี้ในการตรวจสอบ

1. พิจารณาแต่ละบทเรียนหรือกิจกรรมว่าตรงกับสาระการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายการเรียนรู้จำเพาะหรือเพียงแต่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ทั่วไปหรือหัวข้อเท่านั้น
2. บทเรียนหรือกิจกรรมได้สะท้อนถึงระดับความลึกซึ้งของจุดมุ่งหมายการเรียนรู้จำเพาะ หรือเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับเป้าหมายของจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นตามลำดับของระดับการเรียนก่อนหน้าหรือภายหลังระดับที่กำลังพิจารณาอยู่
3. บทเรียนหรือกิจกรรมเป็นไปตามแนวคิดตามมาตรฐานการเรียนรู้และเป็นไปตามจุดมุ่งหมายการเรียนรู้จำเพาะโดยรวมหรือเพียงบางส่วน (ไม่จำเป็นที่แต่ละบทเรียนจะต้องมีแนวคิดโดยรวมเป็นไปตามจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ เพื่อเตรียมการพิจารณารายละเอียดของแนวคิดให้นำมาใช้ได้อย่างถูกต้อง)

การวิเคราะห์ขั้นนี้ยังเป็นการตรวจสอบความตรงกันระหว่างสาระการเรียนรู้ในบทเรียน และจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ที่ใช้ประเมิน การวิเคราะห์ขั้นนี้จึงต้องพิจารณาว่าสื่อสิ่งพิมพ์นั้น มีองค์ประกอบของสาระการเรียนรู้ที่ไม่จำเป็นต่อการรู้วิทยาศาสตร์หรือไม่ และบทเรียนสามารถ แยกสาระการเรียนรู้ที่จำเป็นต่อการรู้วิทยาศาสตร์ออกจากสาระการเรียนรู้ที่ไม่จำเป็นได้อย่าง ชัดเจนหรือไม่ (แม้ว่าไม่ใช่ขั้นตอนที่จำเป็น แต่จะช่วยให้ผู้สอนให้เลือกใช้สื่อสิ่งพิมพ์ได้เหมาะสม กับกลุ่มผู้เรียน นอกจากนี้ผู้สอนยังใช้ชี้แนะผู้เรียนในการทำกิจกรรมให้ดีขึ้น และหลีกเลี่ยง การเรียนรู้แนวคิดที่ไม่ตรงจุดมุ่งหมายและไม่จำเป็นต่อชีวิต ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้หนักเกินไป)

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์เพื่อตัดสินว่าบทเรียนหรือกิจกรรมในสื่อสิ่งพิมพ์ทั้งเล่มเป็นไปตาม เกณฑ์ข้อใด

ในขั้นนี้มีจุดประสงค์เพื่อประเมินว่าบทเรียนหรือกิจกรรมตรงตามเป้าหมายใน มาตรฐานหรือไม่ โดยการตรวจสอบสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ของผู้เรียนและประสิทธิภาพใน การใช้สอน ไม่เน้นการออกแบบการสอนของสื่อสิ่งพิมพ์ในลักษณะของภาพรวม แต่การ วิเคราะห์จะต้องพิจารณาว่ากลยุทธ์การสอนที่สัมพันธ์กับกิจกรรมจะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ แนวคิดและทักษะเฉพาะเรื่องที่กำหนดไว้ในมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งหรือไม่

เกณฑ์นี้ได้จากผลการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอน ความรู้ความชำนาญของ นักการศึกษาที่มีประสบการณ์ และข้อมูลจากแหล่งอื่นๆ รวบรวมเป็นเกณฑ์ 7 ข้อ โดย แบ่งเป็น 22 เกณฑ์ย่อย เมื่อเริ่มวิเคราะห์จะต้องทำความเข้าใจกับเกณฑ์ข้อนั้นก่อน โดยศึกษา จากคำชี้แจงประกอบเกณฑ์แต่ละข้อ แล้วจึงพิจารณาว่าบทเรียนหรือกิจกรรมนั้นเป็นไปตาม เกณฑ์ใดบ้าง การวิเคราะห์จะต้องพิจารณาแต่ละมาตรฐานแยกกัน

ขั้นที่ 5 การให้คะแนนบทเรียนหรือกิจกรรมตามระดับของคุณภาพ สำหรับเกณฑ์ แต่ละข้อโดยพิจารณาถึงความตรงตามตัวชี้บ่ง

ในแต่ละเกณฑ์จะมีตัวชี้บ่งแตกต่างกัน การให้คะแนนที่แนะนำไว้ในแต่ละเกณฑ์ จะใช้จำนวนของตัวชี้บ่งเป็นตัวกำหนดการให้คะแนนว่าตรงตามตัวชี้บ่งกี่ข้อและข้อใดบ้าง ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนมี 3 ระดับ คือ ดี (3) พอใช้ (2) และต้องปรับปรุง (1) และถ้า ผลการประเมินอยู่นอกเหนือเกณฑ์ที่กำหนดก็ให้ถือว่าสื่อสิ่งพิมพ์นั้นอยู่ในระดับต้องปรับปรุง เช่นกัน

คำชี้แจงประกอบเกณฑ์การประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์

เกณฑ์ที่ 1 การแสดงจุดมุ่งหมายของบทเรียนต่อผู้เรียน

การวางแผนวิเคราะห์จุดมุ่งหมาย รวมถึงการพิจารณาว่าประสบการณ์ในการเรียนรู้ ส่วนใดจะทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ตามจุดมุ่งหมาย การทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ และให้เหตุผลของการเรียนรู้ในเรื่องนั้นยังจัดอยู่ในระดับไม่เพียงพอที่จะเป็นไปตามเกณฑ์นี้ แต่จะต้องหาว่าได้พยายามทำให้จุดมุ่งหมายการเรียนรู้มีความชัดเจนและมีความหมาย แก่ผู้เรียนหรือมีคำแนะนำแก่ผู้สอน รวมทั้งยังต้องมีการเชื่อมโยงกับจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ อย่างแท้จริงอีกด้วย

1.1 มีการนำเสนอจุดมุ่งหมายของบทเรียน

เกณฑ์นี้ใช้ตรวจสอบการนำเสนอในตอนเริ่มต้นบทเรียน บทเรียนควรเริ่มต้น ด้วยการเสนอปัญหาที่สำคัญ ข่าวกาจากหนังสือพิมพ์หรือคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ผู้เรียน สนใจหรือมีความคุ้นเคยโดยใช้ข้อความที่ไม่วกวน ลักษณะการนำเสนออาจเป็นคำถามดังนี้ “กราฟช่วยในการทำนายอย่างไร” หรือใช้ตัวแทนของบทเรียนที่เป็นแผนภาพแสดงแนวคิด ในบทนั้น หรือจำแนกจุดมุ่งหมายของบทเรียนแก่ผู้เรียนโดยใช้ประโยคที่ชัดเจนและใช้ศัพท์ ที่เรียนรู้แล้ว โดยจะต้องเตรียมการนำเสนอตามลักษณะต่างๆ ดังกล่าวอย่างชัดเจน และ จะต้องพิจารณาในขั้นแรกก่อนว่าการนำเสนอเช่นนั้นทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือกระตุ้นผู้เรียนให้เกิด การเรียนรู้หรือไม่ ไม่ควรเริ่มต้นด้วยข้อความที่เป็นนามธรรม หรือเสนอปรากฏการณ์ที่อยู่ นอกเหนือความสนใจของผู้เรียนหรือให้ความรู้ที่ไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตามการเริ่มต้นด้วย ปรากฏการณ์ที่ไม่คุ้นเคยแต่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ก็อาจกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ได้

การนำเสนอเพื่อเตรียมผู้เรียนตามจุดมุ่งหมายของทั้งบทอาจไม่สามารถทำได้ ทุกกรณี เช่น ไม่สามารถใช้เพียงคำถามหรือปัญหาเดียวให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ ทั้งบทได้ การเตรียมกิจกรรมสำหรับจุดมุ่งหมายที่ไม่เฉพาะเจาะจงอาจนำไปสู่กิจกรรมที่มี ขึ้นตอนซับซ้อนเกินกว่าระดับของผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนได้เพียงแต่การจำข้อเท็จจริง ในกรณีนี้ ให้เสนอกิจกรรมที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายส่วนหนึ่งส่วนใดของบทเรียนก็เพียงพอแล้ว ไม่ต้อง ครอบคลุมทั้งบท

1.2 มีการนำเสนอจุดมุ่งหมายของเรื่องในบทเรียน

มีคำถามที่แสดงจุดมุ่งหมายของแต่ละกิจกรรมหรือเรื่องในบทเรียนหรือไม่ มีการเชื่อมโยงอย่างสมเหตุสมผลระหว่างกิจกรรมหรือระหว่างเรื่องหรือไม่ ผู้เรียนสามารถตอบคำถามว่ากำลังเรียนเรื่องอะไรและมีเหตุผลอย่างไรหรือไม่ มีการนำเสนอจุดมุ่งหมายของแต่ละกิจกรรมหรือแต่ละเรื่องตลอดทั้งเล่มรวมทั้งมีคำแนะนำที่กระตุ้นผู้สอนให้นำไปสู่จุดมุ่งหมายของแต่ละกิจกรรมที่สัมพันธ์กับมาตรฐานการเรียนรู้ แต่ละกิจกรรมจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนแต่ละคนได้คิดเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายเฉพาะของกิจกรรม เช่น จุดมุ่งหมายของการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสูงของผู้เรียนในชั้นเพื่อศึกษาการกระจายของข้อมูล อาจนำเสนอโดยมีคำอธิบายไว้ในบทเรียนหรือให้ผู้สอนอธิบายหรือให้ผู้เรียนร่วมกันบรรยายก็ได้

1.3 มีการแสดงลำดับขั้นของกิจกรรม

บทเรียนช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงลำดับขั้นของกิจกรรม และมีความสอดคล้องระหว่างลำดับขั้นของกิจกรรมกับจุดมุ่งหมายของบทเรียน รวมทั้งพิจารณาว่าบทเรียนมีความเป็นเหตุเป็นผลหรือมีลำดับกลยุทธ์ของกิจกรรมอย่างชัดเจนให้แก่ผู้สอน การอธิบายเหตุผลหรือแสดงเหตุผลของลำดับขั้นของกิจกรรมจะต้องชัดเจน เพื่อเตรียมผู้สอนและผู้เรียนให้เกิดความก้าวหน้าตามจุดมุ่งหมายของบทเรียน

เกณฑ์ที่ 2 มีรายละเอียดที่แสดงแนวคิดของผู้เรียน

การส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจดียิ่งขึ้น จะต้องให้ความสนใจแนวคิดที่ผู้เรียนมีอยู่แล้ว ทั้งแนวคิดที่คลาดเคลื่อนและแนวคิดที่สามารถใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้ต่อไป เพื่อช่วยให้ผู้สอนมีข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดหรือทักษะเดิมของผู้เรียนที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ รวมทั้งแนวคิดเริ่มต้นของผู้เรียน โดยเฉพาะแนวคิดที่ขัดขวางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เกณฑ์นี้ใช้ตรวจสอบว่าบทเรียนมีคำแนะนำสำหรับจำแนกและหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดของผู้เรียนหรือไม่

2.1 ให้ความสนใจต่อความรู้และทักษะเดิมของผู้เรียน เกณฑ์นี้เกี่ยวข้องกับ

ก. ความรู้ แนวคิดหรือทักษะของผู้เรียนที่ต้องมีมาก่อนตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่จะใช้ตรวจสอบ การเข้าใจแนวคิดตามมาตรฐานการเรียนรู้จำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้เข้าใจแนวคิดหรือมีทักษะบางเรื่องมาก่อน เช่น จะต้องรู้ว่า “แรงคืออะไร” ก่อนที่จะเรียนเรื่อง “แรงสู่ศูนย์กลาง”

ข. กิจกรรมที่มีมาก่อนกิจกรรมในบทเรียนที่ใช้สอนแนวคิดหรือทักษะตามมาตรฐานที่ประเมิน การเพิ่มเติมแนวคิดตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่ต้องเรียนมาก่อนกิจกรรมเฉพาะที่จะสอน เช่น การพิจารณามาตรฐานการเรียนรู้เรื่อง “การแยกสาร” ช่วยให้เห็นลักษณะและสมบัติของสารแต่ละชนิดโดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น การกรอง การระเหย การลงข้อสรุปจะช่วยให้รู้ชนิดของสารได้ ขณะที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้จะต้องตรวจสอบว่าตรงตามเป้าหมายของมาตรฐานนี้ ในส่วนของการใช้อุปกรณ์ต่างๆ บทเรียนไม่ควรสันนิษฐานว่าผู้เรียนจะพัฒนาทักษะการใช้อุปกรณ์ได้เอง ผู้สอนจะต้องดูแลอย่างระมัดระวัง ทบทวนให้ผู้เรียนมีทักษะการใช้อุปกรณ์ที่เคยใช้มาก่อนและแนะนำผู้เรียนให้พัฒนาทักษะการใช้เพิ่มขึ้น

การตรวจสอบเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับความรู้เดิมของผู้เรียนควรดำเนินการดังนี้

1. ทำรายการแนวคิดหรือทักษะที่ต้องมีมาก่อนบทเรียนนี้
2. ตรวจสอบว่าบทเรียนมีแนวคิดตามรายการหรือไม่ ถ้ามีต้องระบุว่าอยู่ในรายการใด
3. ตรวจสอบข้อเท็จจริงว่าบทเรียนมีเรื่องที่ต้องเรียนรู้มาก่อนอยู่ในหน่วยเดียวกันหรืออยู่หน่วยที่แล้วหรือไม่
4. ตรวจสอบว่าบทเรียนช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างมาตรฐานการเรียนรู้และเรื่องที่เรียนมาแล้วหรือไม่ ในแต่ละหน่วยของบทเรียนจะต้องไม่มีข้อบกพร่องในการนำเสนอแนวคิดหรือทักษะที่ต้องมีมาก่อน

2.2 กระตุ้นให้ยอมรับแนวคิดของผู้เรียน

ผู้ประเมินได้จำแนกแนวคิดที่ผู้เรียนมีในบริบทที่หลากหลาย ทั้งนี้เพื่อตรวจสอบว่าบทเรียนให้ข้อมูลแก่ผู้สอนเกี่ยวกับแนวคิดของผู้เรียนของเรื่องที่มีอยู่ในบทเรียนหรือไม่ ข้อมูลนี้สามารถช่วยผู้สอนดังนี้

- ก. เข้าใจแนวคิดของผู้เรียนดียิ่งขึ้น
- ข. ตัดสินใจควรทำให้เกิดแนวคิดใดและควรส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดใด
- ค. ถ้าวาทเรียนได้ออกแบบเพื่อสร้างหรือพยายามเปลี่ยนแนวคิดของผู้เรียน ก็ควรทำให้ผู้สอนเข้าใจเหตุผลและจุดมุ่งหมายในการเลือกวิธีการเรียนและกิจกรรมได้ดีขึ้น

การตรวจสอบทำได้โดยตอบคำถามต่อไปนี้

1. มีการวิจัยเกี่ยวกับแนวคิดที่เกิดขึ้นของผู้เรียนในเรื่องที่บทเรียนกล่าวถึงหรือไม่
2. บทเรียนทำให้ผู้สอนเกิดแนวคิดดังกล่าวหรือไม่
3. บทเรียนได้นำเสนอข้อมูลอย่างถูกต้องแม่นยำหรือไม่ การสรุปแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (ตามมาตรฐานการเรียนรู้) จะช่วยผู้ประเมินให้ทราบถึงแนวคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับเรื่องในสาระการเรียนรู้ที่จะตรวจสอบ ถ้าไม่มีข้อมูลดังกล่าวก็ถือว่าบทเรียนไม่เป็นไปตามเกณฑ์นี้

2.3 ช่วยผู้สอนวิเคราะห์แนวคิดของผู้เรียน

บทเรียนต้องประกอบด้วยคำแนะนำผู้สอนให้ค้นหาแนวคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับประสบการณ์หรือปรากฏการณ์ที่คุ้นเคยและสัมพันธ์กับมาตรฐานการเรียนรู้ก่อนที่จะนำเข้าสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่จะเรียนรู้ต่อไป ผู้สอนจำเป็นต้องมีเกณฑ์และวิธีการจำแนกแนวคิดของผู้เรียน โดยผู้สอนต้องจำแนกสัดส่วนของแนวคิดที่ผู้เรียนมีกับแนวคิดอื่นๆ ที่แตกต่างกันออกไป

เกณฑ์นี้จะต้องตรวจสอบว่าบทเรียนส่งเสริมให้ผู้สอนสามารถค้นพบแนวคิดของผู้เรียนหรือไม่ และยังต้องเตรียมคำแนะนำที่มีความเฉพาะเจาะจงเพื่อการตรวจสอบ ซึ่งอาจพิจารณาว่ามีส่วนประกอบต่อไปนี้หรือไม่

1. มีกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดที่ผู้เรียนต้องทำนาย และอธิบายหรือบรรยายแนวคิดหรือทักษะเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่คุ้นเคยด้วยตนเอง
2. มีกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดที่ให้ผู้เรียนแสดงความเข้าใจด้วยการวาดภาพเขียนแผนภาพหรือกราฟ
3. มีกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดที่ผู้เรียนจะต้องแปลความหมายของข้อมูล อภิปรายเชื่อมโยงกับเรื่องที่เกี่ยวข้อง หรืออภิปรายคำตอบอื่นหรือการให้เหตุผลสนับสนุน
4. มีกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดที่ถามเกี่ยวกับความหมายของศัพท์เฉพาะหรือการตรวจสอบอย่างละเอียดเพื่อให้เข้าใจความสำคัญของความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด

การตรวจสอบตามเกณฑ์นี้ให้รวมถึงการตรวจสอบคุณภาพของคำแนะนำที่เตรียมไว้ด้วย ในส่วนของกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดไม่ควรเน้นให้ผู้เรียนอธิบายเฉพาะความหมายของคำศัพท์เท่านั้น แต่ต้องให้ผู้เรียนได้ทำนายหรือให้คำอธิบายแนวคิดหรือกิจกรรมอย่างมีความหมายสำหรับผู้เรียนที่ไม่เคยเรียนเรื่องนี้มาก่อน คำถามที่สร้างขึ้นก็ต้องมีความหมายต่อผู้เรียนที่ไม่คุ้นเคยกับศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ สิ่งสำคัญก็คือบทเรียนจะต้องส่งเสริมผู้สอนให้ใช้คำถามเพื่อตรวจสอบได้อย่างชัดเจนว่าสิ่งที่ผู้เรียนเข้าใจหมายถึงอะไรหรือให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนกำลังคิดอยู่

2.4 แสดงแนวคิดของผู้เรียน

เกณฑ์ข้อนี้ต้องการตรวจสอบว่าบทเรียนมีคำถามหรือกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดของผู้เรียน (ทั้งแนวคิดหรือทักษะที่ไม่ถูกต้องและที่ใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนต่อไป) เช่นบทเรียนอาจประกอบด้วยปรากฏการณ์หรือประสบการณ์ที่ช่วยให้ผู้เรียนเปลี่ยนแนวคิดของตนเอง โดยเตรียมกิจกรรมที่ท้าทายให้ทำนายหรืออธิบาย หรือกระตุ้นให้ผู้เรียนมีปฏิกิริยาต่อแนวคิดที่คลาดเคลื่อน หรือจำแนกความแตกต่างระหว่างแนวคิดที่คลาดเคลื่อนและแนวคิดที่ถูกต้อง นอกจากนั้นบทเรียนจะต้องประกอบด้วยปรากฏการณ์หรือประสบการณ์ที่ขยายแนวคิด

หรือทักษะของผู้เรียนที่มีอยู่อย่างจำกัด การชี้หรือบอกผู้เรียนให้รู้แต่เพียงว่าเป็นแนวคิดที่คลาดเคลื่อนและจะต้องหลีกเลี่ยงยังไม่เพียงพอตามเกณฑ์นี้ โดยทั่วไปปัญหาที่สำคัญเกี่ยวกับแนวคิดหรือทักษะไม่สามารถแก้ไขให้สำเร็จได้ด้วยการบอกผู้เรียนว่าเป็นแนวคิดที่ผิดและเตรียมคำตอบที่ถูกต้องไว้ให้เท่านั้น

นอกจากนี้จะต้องเตรียมคำแนะนำจำเพาะแก่ผู้สอนเกี่ยวกับวิธีตรวจสอบแนวคิดของผู้เรียน บทเรียนจะมีประโยชน์มากถ้าประกอบด้วยคำแนะนำเกี่ยวกับวิธีพิจารณาแนวคิดของผู้เรียน การพิจารณาตามเกณฑ์นี้รวมถึงการแนะนำกลยุทธ์ที่ผู้สอนใช้สร้างหรือเปลี่ยนแปลงแนวคิดของผู้เรียน และเตรียมตัวอย่างวิธีใช้กลยุทธ์เหล่านี้ในชั้นเรียน เช่น ผู้สอนสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดต่อไป เปรียบเทียบแนวคิดของผู้เรียนกับแนวคิดของเพื่อน ส่งเสริมผู้เรียนให้เปรียบเทียบแนวคิดของตนเองเรื่องหนึ่งเรื่องใดก่อนและหลังเรียน

เกณฑ์ที่ 3 ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้โดยใช้ปรากฏการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเรื่องที่กำลังศึกษา

มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลายเรื่องที่สามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือหาแบบแผนและแบบจำลองของแนวคิด โดยใช้ความสัมพันธ์ในรูปของข้อสรุป หลักการหรือแนวคิดเพียงไม่กี่ข้อ การให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของความสามารถในการอธิบายโดยใช้วิทยาศาสตร์รวมทั้งการประยุกต์ใช้ซึ่งวิทยาศาสตร์ที่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลอง ผู้เรียนจำเป็นต้องคุ้นเคยกับสิ่งต่างๆ รอบตัวที่ประกอบด้วยปรากฏการณ์ อุปกรณ์ สิ่งมีชีวิต วัสดุรูปร่างต่างๆ การสังเกตสิ่งเหล่านั้นแล้วรวบรวมข้อมูลและจัดกระทำกับข้อมูล รวมทั้งให้คำอธิบายคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตั้งคำถามเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้แย้งและหาคำตอบหรือข้อสรุปของคำถามนั้น ยิ่งกว่านั้นผู้เรียนควรมองเห็นความจำเป็นในการอธิบายในบริบทที่หลากหลายอีกด้วย

3.1 ให้ปรากฏการณ์ที่หลากหลาย

บทเรียนต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ประสบการณ์หรือสถานการณ์ต่างๆ ด้วยบริบทที่แตกต่างกัน เพื่อสนับสนุนการลงข้อสรุปทั่วไป นักวิทยาศาสตร์และบุคคลทั่วไปจะต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการบรรยาย อธิบาย ทำนาย ออกแบบวัตถุและระบบ

หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงได้ดีเท่ากับความสัมพันธ์ที่เป็นนามธรรม ดังนั้นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องเชื่อมโยงระหว่างปัญหา สถานการณ์หรือคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ และสิ่งที่พบในชีวิตประจำวันอย่างมีความหมาย บทเรียนจะต้องเตรียมปัญหา ปรากฏการณ์ ประสบการณ์ สถานการณ์ ระบบหรือเหตุการณ์ในบริบทที่หลากหลายและมีจำนวนเพียงพอที่จะสนับสนุนแนวคิดที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ ด้วยการใช้กิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติจริง หรือการสาธิต (เป็นประสบการณ์ตรง) แต่ถ้าไม่มีโอกาสปฏิบัติจริงอาจใช้ประสบการณ์ทางอ้อม ได้แก่ ตำรา กราฟ แผนภาพ คอมพิวเตอร์ วัตถุทัศน รูปภาพ แบบจำลองหรือสถานการณ์จำลองทดแทนได้

3.2 ให้ประสบการณ์ที่ชัดเจน

บทเรียนประกอบด้วยกิจกรรมที่เตรียมประสบการณ์ตรงโดยใช้ปรากฏการณ์ หรือสถานการณ์ที่ตรงกับมาตรฐานการเรียนรู้ ผู้เรียนพร้อมที่จะเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่สัมผัส จับต้องได้และเข้าถึงได้ด้วยประสาทสัมผัส ดังนั้นผู้เรียนโดยเฉพาะผู้ที่มีอายุน้อยจะได้รับประโยชน์สูงสุดเมื่อใช้ประสบการณ์ตรงจากวัตถุ ปัญหา เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ตามที่อ้างถึงในมาตรฐานการเรียนรู้ การเตรียมผู้เรียนด้วยประสบการณ์ตรง (เช่น กิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติจริง การแก้ปัญหาหรือการทดลอง) จึงสำคัญและมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ เมื่อประสบการณ์ตรงไม่สามารถเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ (เช่น การจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุ) ผู้เรียนสามารถได้ประสบการณ์ทางอ้อมแทน เช่น วัตถุทัศน รูปภาพ แบบจำลองทดแทนได้

อย่างไรก็ตาม ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเตรียมเฉพาะประสบการณ์ตรงเพียงด้านเดียวและไม่ได้ให้ประโยชน์สูงสุด (เช่น ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงจากการหาปริมาตรของทองคำแท่งโดยการแทนที่น้ำเพื่อหาปริมาตรของโลหะ การเตรียมตัวอย่างเหตุการณ์อื่นที่ให้ผลคล้ายกันก็เพียงพอแล้ว) ถ้าทุกประสบการณ์ที่เตรียมไว้เป็นประสบการณ์ตรงจำนวนตัวอย่างที่เตรียมไว้จะถูกจำกัด (พิจารณาเกณฑ์ที่ 3.1 ซึ่งระบุไว้ว่าให้เตรียมบริบทที่หลากหลาย) ยิ่งกว่านั้นผู้เรียนไม่ควรจะถูกถามเหตุผลเกี่ยวกับแนวคิดตามประสบการณ์ตรงเท่านั้น ในเมื่อชีวิตจริงจะพบปัญหาที่ไม่ใช่ประสบการณ์ตรงด้วย

เกณฑ์ที่ 4 ส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาและใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์

แนวคิดที่เป็นนามธรรมและมีความสำคัญต่อการรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ โครงสร้างอะตอม การคัดเลือกโดยธรรมชาติ การเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์ ระบบอันตรกิริยากฎการเคลื่อนที่ซึ่งใช้กับปรากฏการณ์บนโลก แนวคิดเหล่านี้ไม่สามารถอ้างถึงโดยตรงจากปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือค้นพบได้จริง เนื่องจากเป็นแนวคิดที่พัฒนามาแล้วเป็นร้อยๆ ปี จากผลของการพิจารณา อภิปรายและโต้แย้งเกี่ยวกับเหตุผลของทฤษฎีและความสัมพันธ์ของการรวบรวมประจักษ์พยาน การพิสูจน์ทฤษฎีการรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยการให้ผู้เรียนมองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างปรากฏการณ์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการให้ความสำคัญกับแนวคิดนั้น

4.1 เสนอคำศัพท์ได้อย่างมีความหมาย

จุดมุ่งหมายของการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจกับคำศัพท์กระบวนการหรือวิธีการมากกว่าเพียงการจำคำศัพท์ กระบวนการหรือวิธีการเท่านั้น คำศัพท์จำนวนมากมาจากแนวคิดของเรื่องนั้น ผู้เรียนที่เข้าใจแนวคิดจะต้องสามารถอธิบายลักษณะของแนวคิดนั้นและตัวอย่างประกอบได้ทั้งที่ถูกและผิด ให้คำจำกัดความที่เป็นไปได้ กระบวนการหรือวิธีการมีความสำคัญในตัวเองเนื่องจากใช้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนควรมีโอกาสประยุกต์ใช้แนวคิด กระบวนการหรือวิธีการแก้ปัญหาพร้อมทั้งหาเหตุผลประกอบ และสามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 เสนอแนวคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จุดสำคัญของเกณฑ์นี้คือการนำเสนอที่ถูกต้องแม่นยำเพื่อให้เกิดแนวคิด (ที่เป็นนามธรรม) ที่ก่อให้เกิดสติปัญญาแก่ผู้เรียน การนำเสนอแนวคิดที่สำคัญใช้วิธีต่างๆ กัน และเตรียมโอกาสที่หลากหลายในการเชื่อมโยงแนวคิดของตนเองกับแนวคิดของเพื่อน เพื่อให้ยึดติดกับระบบการเรียนรู้ของผู้เรียน รูปแบบที่เป็นไปได้ในการนำเสนอประกอบด้วย การให้เขียนรูป แผนภาพ กราฟ รูปภาพ การเปรียบเทียบ แบบจำลอง สถานการณ์จำลองและ

บทบาทสมมติ การนำเสนอต้องชัดเจนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจแนวคิดและวิธีการที่นำเสนอได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้งการนำเสนอประเด็นพื้นฐานที่สำคัญในบางด้านของแนวคิด จึงต้องระมัดระวังว่าได้นำเสนอสิ่งที่เป็นจริงอย่างถูกต้องที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ (รวมถึงให้ผู้เรียนพิจารณาว่าสิ่งที่เป็นจริงนั้นนำเสนอในด้านใดบ้าง ทั้งการนำเสนอที่ใช้แบบจำลองและไม่ใช้แบบจำลอง)

4.3 สาธิตการใช้ความรู้

การให้ความรู้อาจทำได้โดยใช้ความรู้และทักษะในการบรรยาย อธิบายถึงปรากฏการณ์ การแก้ปัญหา การทำแบบฝึกหัด และพิจารณารูปแบบอื่นๆ ผู้เรียนจึงต้องเรียนรู้การใช้ความรู้และทักษะดังกล่าว เพื่อให้ผู้เรียนรู้รูปแบบและระดับการปฏิบัติที่คาดหวังสำหรับทักษะหรือการประยุกต์ความรู้ตามแนวคิดใดๆ ด้วยการดูจากตัวอย่าง ส่วนพฤติกรรมที่ซับซ้อน เช่น การอธิบายวิธีการแก้ปัญหา การพัฒนาการสรุป การโต้แย้ง การพิสูจน์ หรือการทำแบบฝึกหัดด้วยวิธีการที่ซับซ้อน การสาธิตหรือการสร้างแบบจำลองทักษะประกอบด้วย

ก. ผู้เชี่ยวชาญการสาธิตหรือการสร้างแบบจำลองทักษะ

ข. เตรียมคำอธิบาย คำวิจารณ์ที่สำคัญ เพื่อบันทึกการปฏิบัติหรือการสาธิต

ค. เตรียมเกณฑ์สำหรับตัดสินการปฏิบัติที่ดี การสาธิตหรือการสร้างแบบจำลองวิธีการใช้ความรู้ เช่นการแก้ปัญหาหรือการพิสูจน์

การพิจารณาว่าเป็นไปตามเกณฑ์นี้หรือไม่ รวมถึงการตรวจสอบว่ามีสิ่งต่อไปนี้หรือไม่

1. ดำเนินการสาธิตหรือการสร้างแบบจำลองโดยใช้ตำราหรือสื่ออื่นๆ เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิดีทัศน์
2. บทเรียนประกอบด้วยคำแนะนำแก่ผู้สอนถึงวิธีการสาธิต การสร้างแบบจำลองทักษะ หรือการใช้ความรู้ในชั้นเรียน

4.4 ให้โอกาสในการฝึกฝน

ส่วนที่สำคัญในการเรียนวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย การให้ผู้เรียนมีโอกาสหลากหลายในการใช้ทักษะหรือความรู้ โดยเฉพาะให้โอกาสฝึกใช้ความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ การบรรยายลักษณะของวัตถุ บรรยายความสัมพันธ์และเหตุการณ์ การแก้ปัญหาและการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์หรือบริบทใหม่ๆ การรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยการให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างปรากฏการณ์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์ที่ 5 ส่งเสริมผู้เรียนให้มีโอกาสฝึกคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ ประสบการณ์และ
ความรู้

ถึงแม้ว่าบทเรียนจะนำเสนอแนวคิดชัดเจนเพียงไร ผู้เรียนจะต้องปรับให้มีความหมายเป็นของตนเอง ซึ่งอาจจะสอดคล้องกับเป้าหมายของจุดมุ่งหมายการเรียนรู้หรือไม่ก็ได้ ผู้เรียนจำเป็นต้องทำให้แนวคิดและการให้เหตุผลของตนเองเกิดขึ้นอย่างชัดเจน และถ้าจำเป็นก็อาจนำมาพิจารณาอย่างละเอียดและปรับแต่งใหม่ได้ เกณฑ์ข้อนี้รวมถึงการพิจารณาว่าบทเรียนได้แนะนำวิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียนแสดงออก คิดทบทวนและจัดรูปแบบแนวคิดใหม่เพื่อให้มีความหมายดีขึ้นหรือไม่

5.1 ส่งเสริมผู้เรียนให้อธิบายโดยใช้แนวคิดของตนเอง

สิ่งที่สำคัญคือต้องเตรียมโอกาสที่จะทำให้การคิดของผู้เรียนมีความชัดเจน ทั้งต่อตนเอง ผู้สอนและเพื่อน โดยทำความชัดเจน ตัดสินและนำเสนอแนวคิดของตนเอง ด้วยการเขียน วาดภาพหรือพูด ผู้เรียนต้องระมัดระวังมากขึ้นเกี่ยวกับสิ่งที่คิด ซึ่งต้องกระตุ้นให้เกิดการเชื่อมโยงอย่างชัดเจนระหว่างแนวคิดของตนเองและแนวคิดที่นำเสนอโดยหนังสือ หรือผู้สอน หรือการตั้งคำถามเกี่ยวกับแนวคิดของตนเอง (ถ้าตรงกับกรณี) การแลกเปลี่ยนแนวคิดในกลุ่มเล็ก ๆ หรือการอภิปรายกลุ่มใหญ่ จะทำให้ผู้เรียนระมัดระวังถึงขอบเขตของแนวคิดที่เกิดขึ้น และจะกระตุ้นผู้เรียนให้พิจารณาแนวคิดของตนเองใหม่โดยพิจารณาแนวคิดอื่นรวมกับข้อมูลป้อนกลับจากผู้สอนและเพื่อนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจข้อผิดพลาดของตนเองและใช้ปรับปรุงการบรรยาย การอธิบายหรือการออกแบบของตนเองได้

การพิจารณาว่าเป็นไปตามส่วนแรกของเกณฑ์นี้หรือไม่ รวมถึงการตรวจสอบว่า บทเรียนกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนให้แสดงแนวคิดของตนเอง โดยการพูด หรือการเขียน รวมทั้งการตรวจสอบว่าบทเรียนให้โอกาสผู้เรียนแต่ละคนแสดงแนวคิดของตนเองหรือไม่ การพิจารณาว่าเป็นไปตามส่วนที่ 2 ของเกณฑ์นี้หรือไม่ จะต้องตรวจสอบว่า บทเรียนมีคำแนะนำจำเพาะที่จะช่วยผู้สอนให้เตรียมผู้เรียน โดยมีข้อมูลป้อนกลับเพียงพอ สำหรับแนวคิดนั้นหรือไม่ หรือเตรียมผู้สอนด้วยวิธีการที่ทำให้มั่นใจว่าผู้เรียนแต่ละคนในชั้น ได้รับข้อมูลป้อนกลับอย่างเพียงพอ

5.2 นำผู้เรียนไปสู่การแปลความหมายและการให้เหตุผล

ประสบการณ์จากบทเรียนที่ต้องลงมือปฏิบัติจริง การแก้ปัญหาและตัวอย่าง แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีประโยชน์มากต่อผู้เรียนแต่ก็ยังไม่เพียงพอ ผู้เรียนจะต้องมีเวลา โอกาสและการชี้นำ เพื่อให้ได้รับประสบการณ์เหล่านี้อย่างมีความหมาย ผู้เรียนจะได้รับ ประโยชน์น้อยมากถ้าพลาดโอกาสในการแปลความหมายและให้เหตุผลเกี่ยวกับประสบการณ์ ที่ได้จากปรากฏการณ์และการอ่านด้วยตนเอง หรือพลาดโอกาสในการทำแบบฝึกหัดหรือ แก้ปัญหาด้วยตนเอง กิจกรรมในบทเรียนจำเป็นต้องมีลำดับขั้นของคำถามเพื่อชี้นำผู้เรียน ไปสู่การแปลความหมายเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือการลงข้อสรุปได้ตรงกับกรณีและเข้าใจ ความสัมพันธ์นั้นในทำนองเดียวกัน ผู้เรียนจำเป็นต้องมีเวลา โอกาสและการชี้นำเพื่อให้ สิ่งที่อ่านและแนวคิดที่ได้รับมีความหมาย

การพิจารณาเกณฑ์นี้ประกอบด้วยการตรวจสอบว่าบทเรียน (คู่มือครูหรือหนังสือเรียน) มีการเลือกอย่างเฉพาะและระมัดระวัง และมีลำดับขั้นของกิจกรรมหรือคำถามที่สนับสนุนการคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ แบบฝึกหัด การแก้ปัญหาและการตรวจสอบกิจกรรมที่ดีและกรอบคำถามของเหตุการณ์สำคัญจะช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงประสบการณ์ที่ผ่านมากับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ ช่วยคาดการณ์ล่วงหน้าถึงปัญหาร่วมของผู้เรียนหรือแนวคิดที่คลาดเคลื่อน โดยเน้นข้อสรุปและวิธีการที่สำคัญ

5.3 ส่งเสริมผู้เรียนให้คิดทบทวนเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนมาแล้ว

เกณฑ์นี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ความสำคัญของการที่ผู้เรียนได้พิจารณาทบทวนความก้าวหน้าในการคิดและการเรียนของตนเอง การควบคุมดูแลความเข้าใจของผู้เรียนและตระหนักว่าแนวคิดใดที่ผู้เรียนไม่เข้าใจ โดยอาจมอบความรับผิดชอบในการเรียนรู้บางส่วนให้แก่ผู้เรียนและผลที่ได้แสดงให้เห็นถึงความพยายามในการทำความเข้าใจด้วยตนเอง รวมทั้งคำถามหรือกิจกรรมที่กระตุ้นผู้เรียนให้ควบคุมดูแลความเข้าใจของตนเอง หรือการแนะนำผู้สอนถึงวิธีส่งเสริมผู้เรียนให้ควบคุมดูแลความเข้าใจของตนเอง เช่นถามว่า “วันนี้มีเรื่องใดบ้างที่สับสนไม่เข้าใจ?” “ความรู้ที่ได้รับใหม่เทียบกับสิ่งที่ผู้เรียนเคยคิดต่างกันอย่างใด?” “ผู้เรียนคิดว่าเข้าใจเรื่องใดบ้างและจำเป็นต้องเรียนรู้เรื่องใดเพิ่มเติม?” มีคำถามที่เหมาะสมเกี่ยวกับแนวคิดที่เปลี่ยนไปของผู้เรียนพร้อมด้วยเหตุผล เช่นถามว่า “วันนี้แนวคิดใดที่เปลี่ยนไปบ้าง?” “อะไรทำให้ผู้เรียนสนใจในการเปลี่ยนแนวคิดนั้น?” เป็นต้น

เกณฑ์ที่ 6 ประเมินความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

การประเมินเป็นการเตรียมข้อมูลให้ผู้เรียนเกี่ยวกับสาระสำคัญที่ต้องเรียนรู้ และเตรียมข้อมูลแก่ผู้สอนเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว ความสำคัญอยู่ที่การประเมินได้เตรียมข้อมูลให้ทั้งผู้เรียนและผู้สอนเพื่อใช้ตัดสินใจว่าจะต้องจัดการเรียนการสอนอย่างไร เนื่องจาก การประเมินมีความสำคัญมากต่อกระบวนการเรียนการสอน จึงต้องประเมินให้สอดคล้องกับ จุดมุ่งหมายของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การประเมินขั้นต่อไปจะต้องหาขอบเขตของทักษะ การประยุกต์ใช้ และบริบทที่สะท้อนให้เห็นความรู้ที่ผู้เรียนคาดหวังไว้ ซึ่งจะเป็นไปได้ก็ต่อเมื่อ ได้ทำการประเมินตลอดเวลาระหว่างสอน ไม่ใช่ประเมินเฉพาะท้ายบทหรือท้ายหน่วยเท่านั้น

6.1 กำหนดการประเมินที่สอดคล้องกับเป้าหมาย

เกณฑ์นี้มีจุดมุ่งหมายที่จะเน้นความจำเป็นจะต้องมีการทดสอบสำหรับแต่ละมาตรฐาน ที่สำคัญในบทเรียน การตัดสินใจว่าทดสอบที่เตรียมไว้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้หรือไม่ ให้ดำเนินการเช่นเดียวกับการตรวจสอบว่าเนื้อหาตรงกับกิจกรรมและมาตรฐานหรือไม่ นั่นคือตรวจสอบว่าการทดสอบได้ประเมินส่วนสำคัญตามมาตรฐานหรือเพียงแต่ทดสอบตาม หัวข้อในมาตรฐานเท่านั้น นอกจากนี้ต้องตรวจสอบว่าตรงกับระดับความซับซ้อนตามมาตรฐานหรือไม่ และทดสอบส่วนใดของมาตรฐานการเรียนรู้

6.2 การทดสอบความเข้าใจ

การประเมินผลจำเป็นต้องทดสอบความเข้าใจ การให้เหตุผล และการประยุกต์ใช้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมากกว่าการตรวจสอบว่าผู้เรียนจำข้อมูลตอนหนึ่งตอนใด ของบทเรียนได้หรือไม่ นอกจากนี้ยังจำเป็นจะต้องมีการประเมินผลที่ให้โอกาสผู้เรียนได้ทำ กิจกรรมที่คล้ายคลึงกับที่ผู้เรียนได้พบในชีวิตประจำวัน การรู้วิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์บรรยาย อธิบายและทำนายปรากฏการณ์จริง

รวมถึงการฝึกแก้ปัญหา หรืออภิปรายเกี่ยวกับเหตุการณ์ต่างๆ การประเมินผลจึงจำเป็นต้องทดสอบการบรรยาย การอธิบาย การทำนาย การออกแบบและการอภิปรายปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามไม่จำเป็นต้องกำหนดรูปแบบว่าการประเมินผลจะต้องประกอบด้วยอะไรบ้าง เช่น ไม่ต้องระบุว่า การประเมินผลความสามารถในการใช้ความรู้เพื่ออธิบายแนวคิดของผู้เรียนควรประกอบด้วย ข้อทดสอบหลายตัวเลือก หรือ สร้างรูปแบบคำตอบให้เติมคำหรือข้อความ

6.3 ใช้ผลจากการประเมินเพื่อชี้แนะการเรียนการสอน

จุดมุ่งหมายสำคัญของเกณฑ์นี้ คือ จำเป็นจะต้องมีการประเมินผลปรากฏอยู่ในคู่มือการเรียนการสอน เกณฑ์นี้ต้องการให้บทเรียนประกอบด้วย การประเมินผลที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการวินิจฉัยหรือติดตามผลการเรียนการสอน เพื่อช่วยหาความต้องการของผู้เรียนมากกว่าเป็นเครื่องมือในการให้ค่าระดับคะแนนของผู้เรียนเมื่อถึงท้ายบทหรือท้ายหน่วยเรียน นอกจากนี้ยังสามารถใช้ผลการประเมินเพื่อการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอน

การตรวจสอบตามเกณฑ์นี้ให้พิจารณาว่าบทเรียนประกอบด้วยส่วนต่างๆ ต่อไปนี้หรือไม่

1. เตรียมการประเมินผลไว้เฉพาะท้ายบทหรือท้ายหน่วยเรียน เพื่อใช้ในการหาค่าระดับคะแนนของผลสัมฤทธิ์ในการเรียน และมีการประเมินตลอดการเรียนการสอนด้วย เพื่อควบคุมความก้าวหน้าของผู้เรียน
2. ส่งเสริมและเตรียมคำแนะนำแก่ผู้สอน เกี่ยวกับการทำความเข้าใจกับคำตอบของผู้เรียนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยไม่พิจารณาเฉพาะคำตอบแรกของผู้เรียนอย่างเดียว
3. ส่งเสริมผู้สอนในการใช้ข้อมูลจากการประเมินผล เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีสอน และแนวคิดที่จำเป็นในการทำกิจกรรมต่อไปของผู้เรียนทั้งกลุ่ม หรือเลือกกิจกรรมสำหรับผู้เรียนกลุ่มเล็กๆ

เกณฑ์ที่ 7 ส่งเสริมให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งที่ต้องพิจารณา คือ การเลือกเอกสารสาระการเรียนรู้ เช่น เอกสารที่ช่วยเตรียมความพร้อมของผู้สอนด้านการส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน และสร้างสังคมชั้นเรียนที่ทุกคนสามารถประสบความสำเร็จได้หรือเป็นชั้นเรียนที่น่าสนใจ สิ่งเหล่านี้มีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนหรือแม้แต่การที่ผู้เรียนและผู้สอนใช้บทเรียนได้อย่างเหมาะสม สิ่งที่กำหนดในเกณฑ์นี้เตรียมให้ผู้ประเมินมีโอกาสแนะนำรูปแบบที่สำคัญๆ ในการจัดชั้นเรียน

7.1 ให้การสนับสนุนความรู้ด้านเนื้อหาแก่ผู้สอน

เกณฑ์นี้ให้พิจารณาว่าบทเรียนประกอบด้วยส่วนของเนื้อหาพื้นฐานที่เลือกมาหรือรูปแบบอื่นที่ช่วยให้ผู้สอนพัฒนาความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ตามเนื้อหาในบทเรียน การพิจารณาตามเกณฑ์นี้ประกอบด้วยคำแนะนำเกี่ยวกับคุณภาพของส่วนที่สนับสนุนการพัฒนาความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ไม่ใช่เพียงแค่มีส่วนสนับสนุนเท่านั้น การเตรียมผู้สอนด้วยรายการของแหล่งเรียนรู้ที่จะกระตุ้นผู้สอนให้เข้าใจวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้นยังไม่เพียงพอตามเกณฑ์นี้ อย่างน้อยที่สุดจะต้องมีรายการประกอบบทเรียนที่กล่าวถึงแหล่งเรียนรู้ และรายละเอียดของสิ่งที่จะเรียนรู้ได้จากแหล่งเหล่านี้

7.2 ส่งเสริมให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นและมีการตั้งคำถาม

การพิจารณาตามเกณฑ์นี้รวมถึงการตรวจสอบว่าผู้สอนให้คำแนะนำต่อไปนี้หรือไม่

1. ส่งเสริมผู้เรียนให้ตั้งคำถามเกี่ยวกับบทเรียนที่เรียนรู้มาแล้ว และแนะนำในทางสร้างสรรค์เพื่อหาคำตอบ
2. ใช้กิจกรรมซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และนำความคิดนั้นไปใช้ต่อไป
3. ให้การยอมรับและเห็นคุณค่าแนวคิดของผู้เรียน
4. หลีกเลี่ยงความรู้สึกที่ว่าผู้เรียนหรือหนังสือลงข้อสรุปได้ถูกต้องและครอบคลุมแล้วเสมอ

นอกจากนี้ยังรวมถึงการตรวจสอบว่าบทเรียนให้มุมมองของสาระการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้ได้ (เช่น ผู้สอนชี้แนวทางและให้คำแนะนำ กล่องบทสนทนา วิดิทัศน์ที่แสดง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนตามที่ต้องการ)

7.3 สนับสนุนผู้เรียนทุกคน

จุดมุ่งหมายที่สำคัญของเกณฑ์นี้คือ บทเรียนจำเป็นต้องใช้หลักการเรียนร่วมกับหลักการสอนที่ส่งเสริมความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียนทุกคน ปัญหาที่สำคัญสำหรับการประเมินเอกสารสาระการเรียนรู้คือ รูปแบบของเอกสารที่ขัดขวางหรือหน่วงเหนี่ยวความก้าวหน้าของผู้เรียนที่ไม่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์หรือผู้เรียนกลุ่มอื่นที่มีปัญหา ยิ่งกว่านั้นเกณฑ์นี้ต้องการให้บทเรียนเตรียมคำแนะนำ และมีแหล่งข้อมูลที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์พร้อมทั้งแสดงความสามารถนั้น รวมทั้งสามารถปฏิบัติการระหว่างการสอนและการประเมินผล

ตัวอย่างแบบประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์

ในเอกสารนี้ได้แสดงตัวอย่างแบบประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์ไว้ 3 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 ใช้ตรวจสอบตัวชี้บ่งในการประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์เป็นรายเรื่องหรือรายบท โดยระบุว่าตรงกับเกณฑ์ข้อใดและตรงกับตัวชี้บ่งข้อใดบ้าง จากนั้นสรุปจำนวนตัวชี้บ่ง เพื่อให้คะแนนเกณฑ์ข้อนั้น

แบบที่ 2 เป็นแบบสรุปผลการตรวจสอบตัวชี้บ่งทุกบท ในการประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อหาคะแนนเฉลี่ยของเกณฑ์แต่ละข้อและแต่ละบท ซึ่งจะช่วยให้วิเคราะห์หาจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละเกณฑ์ และวิเคราะห์หาจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละบทได้

แบบที่ 3 แบบประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสรุปการประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์ทั้งเล่ม และแสดงภาพรวมของสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์แต่ละเล่ม โดยระบุกิจกรรม แนวคิดหรือทักษะและค่าเฉลี่ยของแต่ละเกณฑ์ซึ่งพิจารณาจากเกณฑ์ข้อย่อย และมีแผนภูมิแท่งแสดงคะแนนเฉลี่ยของแต่ละเกณฑ์ข้อย่อย เพื่อใช้พิจารณาเลือกใช้สื่อสิ่งพิมพ์ตามวัตถุประสงค์ สำหรับผู้ผลิตสื่อสิ่งพิมพ์จะใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงสื่อสิ่งพิมพ์

การกำหนดระดับคุณภาพ

คะแนนเฉลี่ยน้อยกว่า 2	ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน
คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2 ขึ้นไป	ผ่านเกณฑ์การประเมิน

แบบตรวจสอบตัวชี้บ่งในการประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์

ชื่อหนังสือ

ชื่อหน่วย/บท/เรื่อง

แนวคิดเรื่อง

จุดมุ่งหมายการเรียนรู้

เกณฑ์ที่ตรงกับจุดมุ่งหมาย เกณฑ์ที่.....

เกณฑ์ที่	จำนวนตัวชี้บ่ง ที่เป็นไปตามเกณฑ์	ตรงกับตัวชี้บ่ง ข้อใด	หน้า	คะแนน	หมายเหตุ
.....		ข้อ 1 ข้อ 2 .....	..... .....	.....	.....
.....		ข้อ 1 ข้อ 2 .....	..... .....	.....	.....
.....		ข้อ 1 ข้อ 2 .....	..... .....	.....	.....
.....		ข้อ 1 ข้อ 2 .....	..... .....	.....	.....
.....		ข้อ 1 ข้อ 2 .....	..... .....	.....	.....
คะแนนเฉลี่ย =				อยู่ในระดับ	

คะแนนเฉลี่ย

น้อยกว่า 2 ไม่ผ่าน ตั้งแต่ 2 ขึ้นไป ผ่าน

แบบสรุปผลการตรวจตัวชี้บ่งทุกบทในการประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์

ชื่อหนังสือ
ผู้แต่ง

ชื่อสำนักพิมพ์
ปีที่พิมพ์

เกณฑ์	คะแนนบทที่							คะแนนเฉลี่ยของ เกณฑ์แต่ละข้อ
	1	2	3	4	5	6	7	
1.1 มีการนำเสนอจุดมุ่งหมายของบทเรียน								
1.2 มีการนำเสนอจุดมุ่งหมายของเรื่องในบทเรียน								
1.3 มีการแสดงลำดับขั้นของกิจกรรม								
2.1 ให้ความสนใจต่อความรู้และทักษะเดิมของผู้เรียน								
2.2 กระตุ้นให้ยอมรับแนวคิดของผู้เรียน								
2.3 ช่วยผู้สอนวิเคราะห์แนวคิดของผู้เรียน								
2.4 แสดงแนวคิดร่วมของผู้เรียน								
3.1 ให้ปรากฏการณ์ที่หลากหลาย								
3.2 ให้ประสบการณ์ที่ชัดเจน								
4.1 เสนอคำศัพท์ได้อย่างมีความหมาย								
4.2 เสนอแนวคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ								
4.3 สาธิตการใช้ความรู้								
4.4 ให้โอกาสในการฝึกฝน								
5.1 ส่งเสริมผู้เรียนให้อธิบายแนวคิดของตนเอง								
5.2 นำผู้เรียนไปสู่การแปลความหมายและการให้เหตุผล								
5.3 ส่งเสริมผู้เรียนให้คิดทบทวนเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนมาแล้ว								
6.1 กำหนดการประเมินที่สอดคล้องกับเป้าหมาย								
6.2 ทดสอบความเข้าใจ								
6.3 ใช้ผลจากการทดสอบเพื่อชี้แนะการเรียนการสอน								
7.1 ให้การสนับสนุนความรู้ด้านเนื้อหาแก่ผู้สอน								
7.2 ส่งเสริมให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นและมีการตั้งคำถาม								
7.3 สนับสนุนผู้เรียนทุกคน								
คะแนนเฉลี่ยของแต่ละบทเรียน								

หมายเหตุ เกณฑ์ที่ 7 ไม่มีการให้คะแนน ผู้ประเมินจะต้องบันทึกผลการประเมินไว้ประกอบการพิจารณาในภาพรวม

คะแนนเฉลี่ยของเกณฑ์แต่ละข้อหรือแต่ละบทเรียน
น้อยกว่า 2 ไม่ผ่าน ตั้งแต่ 2 ขึ้นไป ผ่าน

แบบประเมินสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์

ชื่อหนังสือ ชื่อสำนักพิมพ์
ผู้แต่ง ปีที่พิมพ์

เกณฑ์	คะแนนบทที่						หน้า	กิจกรรม	แนวคิด หรือ ทักษะ	ค่าเฉลี่ยของ เกณฑ์แต่ละ ข้อ ($\bar{X}$)
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5				
1.1 มีการนำเสนอจุดมุ่งหมายของบทเรียน										}
1.2 มีการนำเสนอจุดมุ่งหมายของเรื่องในบทเรียน										
1.3 มีการแสดงลำดับขั้นของกิจกรรม										
2.1 ให้ความสนใจต่อความรู้และทักษะเดิมของผู้เรียน										}
2.2 กระตุ้นให้ยอมรับแนวคิดของผู้เรียน										
2.3 ช่วยผู้สอนวิเคราะห์แนวคิดของผู้เรียน										
2.4 แสดงแนวคิดร่วมของผู้เรียน										
3.1 ให้ปรากฏการณ์ที่หลากหลาย										}
3.2 ให้ประสบการณ์ที่ชัดเจน										
4.1 เสนอคำศัพท์ได้อย่างมีความหมาย										}
4.2 เสนอแนวคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ										
4.3 สาธิตการใช้ความรู้										
4.4 ให้โอกาสในการฝึกฝน										
5.1 ส่งเสริมผู้เรียนให้อธิบายแนวคิดของตนเอง										}
5.2 นำผู้เรียนไปสู่การแปลความหมายและการให้เหตุผล										
5.3 ส่งเสริมผู้เรียนให้คิดทบทวนเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนมาแล้ว										
6.1 กำหนดการประเมินที่สอดคล้องกับเป้าหมาย										}
6.2 ทดสอบความเข้าใจ										
6.3 ใช้ผลจากการทดสอบเพื่อชี้แนะการเรียนการสอน										
7.1 ให้การสนับสนุนความรู้ด้านเนื้อหาแก่ผู้สอน										
7.2 ส่งเสริมให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นและมีการตั้งคำถาม										
7.3 สนับสนุนผู้เรียนทุกคน										
คะแนนเฉลี่ยของแต่ละบทเรียน										

หมายเหตุ เกณฑ์ที่ 7 ไม่มีการให้คะแนน ผู้ประเมินจะต้องบันทึกผลการประเมินไว้ประกอบการพิจารณาในภาพรวม

ค่าเฉลี่ยของเกณฑ์แต่ละข้อ

น้อยกว่า 2 ไม่ผ่าน

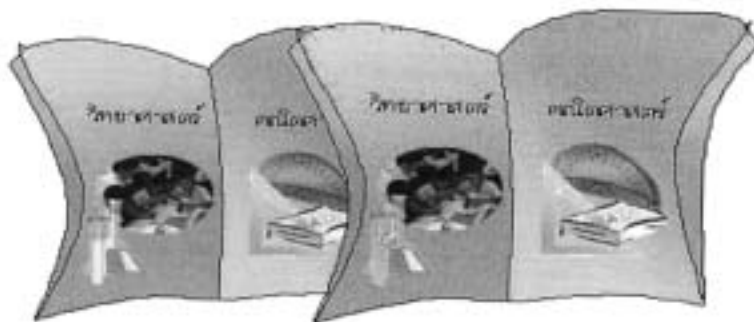
ตั้งแต่ 2 ขึ้นไป ผ่าน

ตอนที่ 3 ตัวอย่างการประเมินคุณภาพหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์

ในเอกสารนี้ได้แสดงตัวอย่างการประเมินคุณภาพหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพสูง และแนวคิดที่สำคัญที่ใช้ในการประเมินคุณภาพหนังสือเรียนชีววิทยา

ตัวอย่างการประเมินคุณภาพหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ได้แสดงการประเมินหนังสือเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นชื่อ Matter and Molecules เรื่องทฤษฎีจลน์ของโมเลกุล ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 5 ข้อ คือ เกณฑ์ที่ 2.2, 3.1, 4.3, 4.4 และ 5.2 ทุกเกณฑ์ได้คะแนน 3 หรือระดับดี

ตัวอย่างแนวคิดที่ใช้ประเมินคุณภาพหนังสือเรียนชีววิทยาได้จากมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์ของชาติ สามารถใช้เป็นแนวทางในการประเมินหนังสือเรียนชีววิทยา



ตัวอย่างการประเมินคุณภาพหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น

แนวคิดสำคัญที่ใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการประเมินเรื่อง : ทฤษฎีจลน์ของโมเลกุล

แนวคิดที่ใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ที่ได้จากมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และจากมาตรฐานสาระการเรียนรู้ ประกอบด้วยแนวคิดต่างๆ ดังนี้

- สสารทุกชนิดประกอบด้วยอนุภาคที่เรียกว่าอะตอมและโมเลกุล
- อนุภาคเหล่านี้เล็กมาก - เล็กเกินกว่าจะมองเห็นได้โดยตรงผ่านกล้องจุลทรรศน์
- อะตอมและโมเลกุลเคลื่อนที่ตลอดเวลา
- การเพิ่มอุณหภูมิหมายถึงโมเลกุลเคลื่อนที่เร็วขึ้น วัสดุส่วนมากจึงขยายตัวเมื่อทำให้อุ่นขึ้น
- การจัดตัวและการเคลื่อนที่ของอะตอมหรือโมเลกุลในของแข็ง ของเหลว และแก๊สแตกต่างกัน

อนุภาคของของแข็ง

1. อัดรวมใกล้กัน
2. การจัดตัวสม่ำเสมอ
3. สั่นสะเทือนทุกทิศทุกทาง
4. ดึงดูดและยึดติดแน่นซึ่งกันและกัน

อนุภาคของของเหลว

1. อัดรวมใกล้กัน
2. การจัดตัวไม่สม่ำเสมอ
3. สามารถเลื่อนไถลผ่านซึ่งกันและกัน
4. ดึงดูดและเชื่อมโยงซึ่งกันและกันอย่างอิสระ

อนุภาคของแก๊ส

1. อยู่ห่างกันมาก
2. จัดตัวแบบสุ่ม
3. กระจายเต็มบริเวณที่ว่าง
4. เคลื่อนที่ทุกทิศทุกทาง
5. อิสระต่อกันยกเว้นระหว่างชนกัน

● การอธิบายการเปลี่ยนสถานะ : การหลอมเหลว การเยือกแข็ง การระเหย การควบแน่นและการละลาย โดยใช้การจัดตัว อันตรกิริยา และการเคลื่อนที่ของอะตอมและโมเลกุล

● เชื่อมโยงระหว่างการเพิ่มอุณหภูมิและการเพิ่มพลังงาน : การเพิ่มอุณหภูมิหมายถึงพลังงานเฉลี่ยในการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นสารส่วนมากจะขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน

ผลการประเมิน การช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ทฤษฎีจลน์ของโมเลกุล หนังสือเรียนควรมีลักษณะอย่างไร

ตัวอย่างต่อไปนี้จะแสดงรูปแบบของหนังสือเรียนที่มีส่วนประกอบซึ่งช่วยให้เรียนรู้แนวคิดสำคัญเกี่ยวกับทฤษฎีจลน์ของโมเลกุล จากการตรวจสอบพบว่าบทเรียนนี้เป็นไปตามเกณฑ์ 5 ข้อ แม้ว่าจะตรวจสอบแต่ละเกณฑ์แยกกัน แต่สามารถจะรวมกันเป็นสาระการเรียนรู้ของบทเรียน ซึ่งจะใช้ได้ก็ต่อเมื่อแต่ละส่วนอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง

เกณฑ์ที่ 2.2 กระตุ้นให้ยอมรับแนวคิดของผู้เรียน

การตรวจสอบหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา หนังสือชื่อ Matter and Molecules เป็นเล่มเดียวเท่านั้นที่ได้คะแนนระดับดี สำหรับเกณฑ์ข้อ 2.2 นี้ เนื่องจากเป็นหนังสือเล่มเดียวที่มีรายการแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนตามรายงานการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียน และมีคำอธิบายของแต่ละรายการไว้ด้วย คู่มือครูได้เตรียมข้อมูลเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของโมเลกุลที่ผู้เรียนหลายคนเชื่อดังนี้

ผู้เรียนมีความยุ่งยากในการทำความเข้าใจว่าโมเลกุลเคลื่อนที่ได้และโมเลกุลเคลื่อนที่ตลอดเวลา แม้แต่ในน้ำแข็งซึ่งไม่มีการเคลื่อนที่ที่สามารถมองเห็นได้ ผู้เรียนหลายคนคิดว่าโมเลกุลของน้ำเคลื่อนที่เพราะน้ำไหลได้แต่โมเลกุลน้ำแข็งไม่เคลื่อนที่ “โมเลกุลเคลื่อนที่อย่างคงที่” ผู้เรียนจะเชื่อได้ยากด้วยเหตุที่ขัดแย้งกับสิ่งที่ปรากฏอยู่ เพราะไม่เคยพบวัตถุที่เล็กมากระดับโมเลกุลที่แรงเสียดทานไม่มีผลต่อโมเลกุล โมเลกุลจึงเคลื่อนที่ได้ตลอดเวลา

บทเรียนได้ระบุแนวคิดที่คลาดเคลื่อน โดยอธิบายสาเหตุของความเข้าใจคลาดเคลื่อนและอธิบายว่าทำไมผู้เรียนจึงเชื่อเช่นนั้น รวมทั้งบรรยายว่าจะต้องเปลี่ยนแปลงความคิดของผู้เรียนอย่างไรจึงจะได้แนวคิดที่เชื่อถือได้ว่าโมเลกุลเคลื่อนที่ตลอดเวลา ในทางตรงกันข้ามมีหนังสือเพียง 2-3 เล่มเท่านั้นที่บันทึกในคู่มือครูเกี่ยวกับแนวคิดที่คลาดเคลื่อนหรือความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งไม่ช่วยอะไรมากนัก หนังสือต่อไปนี้ได้พยายามกระตุ้นผู้สอนให้สนใจแนวคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับทฤษฎีจลน์ของโมเลกุล

1. Macmillan McGraw Hill Science, หน่วยที่ 32 หน้า 46a ระบุว่า “ผู้เรียนสับสนระหว่างความหมายของอะตอมและธาตุ”

2. Science Insights : Exploring Matter and Energy, หน้า 135 ระบุว่า “ผู้เรียนจะจำแนกสารตามสิ่งที่สามารถมองเห็นได้เท่านั้น”

ข้อความที่หนังสือเรียนสองเล่มระบุไว้ได้เตรียมข้อมูลให้ผู้สอนเกี่ยวกับแนวคิดของผู้เรียนเรื่องทฤษฎีจลน์ของโมเลกุลไว้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น เล่มแรกเกี่ยวกับการให้ความหมายของคำศัพท์ เล่มที่สองระบุแนวคิดที่คลาดเคลื่อนโดยไม่อธิบายสาเหตุ และไม่มีเล่มอื่นกล่าวถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน (เช่นแนวคิดที่ว่าสสารมีลักษณะที่ปรากฏของเนื้อสารอยู่ต่อเนื่องหรือแนวคิดที่ว่าโมเลกุลอยู่ในสาร) หรือแม้แต่กล่าวถึงว่าถ้าผู้สอนหรือผู้พัฒนาหนังสือเรียนเองไม่ระมัดระวังแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน การวางแผนการสอนที่มีประสิทธิภาพจะทำให้ยาก

เกณฑ์ที่ 3.1 ให้ปรากฏการณ์ที่หลากหลาย

ปรากฏการณ์เป็นเหตุการณ์ที่สามารถอธิบายได้ด้วยวิทยาศาสตร์ เรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ส่วนมากจะอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักการหรือแนวคิดเพียงเล็กน้อย สำหรับผู้เรียนที่รู้คุณค่าของความสามารถในการอธิบายโดยใช้วิทยาศาสตร์ จำเป็นจะต้องมีความเข้าใจขอบเขตของปรากฏการณ์ที่วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายได้ ซึ่งการประเมินหนังสือเรื่องสสารและโมเลกุลทั้ง 3 เล่ม พบว่าได้เตรียมปรากฏการณ์ต่างๆ ได้อย่างน่าพอใจ และมีความสัมพันธ์กับทฤษฎีจลน์ของโมเลกุล เช่น พิจารณาแนวคิดที่ว่า “อะตอมและโมเลกุลเคลื่อนที่ตลอดเวลา” ในหนังสือ Matter and Molecules และจากหนังสืออีก 3 เล่มได้แสดงให้เห็นว่า

1. อากาศที่ถูกกักอยู่ในหลอดนิตยาจะดันลูกสูบของหลอดนิตยา
2. แก๊ส (เช่น น้ำหอม) จะกระจายออกไปในห้องหรือในภาชนะ
3. ของเหลว (เช่น อาหารที่มีสีหรือน้ำชา) กระจายออกไปทั่วทั้งแก้วมากกว่าจะตกลงก้นแก้ว

ไม่มีหนังสือเล่มใดให้ปรากฏการณ์ที่ช่วยให้เกิดแนวคิดที่เชื่อถือได้ว่าอนุภาคของแข็งเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น การสังเกตว่าของแข็งอย่างทองและตะกั่วสามารถผสมกันได้เล็กน้อยแต่ต้องใช้เวลานานมาก ซึ่งเป็นการให้ประสบการณ์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ยังไม่เพียงพอ ผู้เรียนยังต้องการความช่วยเหลือเพื่อให้เข้าใจและรู้คุณค่าของความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์กับแนวคิดวิทยาศาสตร์

เกณฑ์ที่ 4.3 สาธิตการใช้ความรู้

Matter and Molecules เป็นหนังสือเล่มเดียวที่ผลการประเมินอยู่ในระดับดี สำหรับเกณฑ์ข้อนี้ ตอนเริ่มแรกบทเรียนแสดงให้เห็นว่าจะอธิบายปรากฏการณ์อย่างไร แล้วสอนให้อธิบายปรากฏการณ์ 2 - 3 เรื่องก่อนที่จะให้ผู้เรียนอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ต่อไป ขั้นตอนโดยย่อคือ ก. แจ้งให้รู้ว่าจะเริ่มสาธิต ข. เตรียมขั้นตอนการสาธิต และ ค. เตรียมเกณฑ์สำหรับตัดสินคุณภาพการสาธิต

การกลายเป็นไอเกิดขึ้นได้อย่างไร ได้พยายามอธิบายโดยใช้ความรู้เรื่องโมเลกุล โมเลกุลของน้ำเคลื่อนที่อย่างคงที่ในของเหลว แม้ว่าแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลทำให้ โมเลกุลของเหลวรวมกันได้ สิ่งที่ยังไม่รู้คือโมเลกุลในของเหลว เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วต่างกัน บางโมเลกุลจะเคลื่อนที่เร็วมากขณะที่บางโมเลกุล เคลื่อนที่ช้ากว่า

ผู้เรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้าโมเลกุลที่เคลื่อนที่เร็วไปถึงผิวหน้าของหยดน้ำ โมเลกุลนั้นจะหนีไปได้เนื่องจากเอาชนะแรงดึงดูดของโมเลกุลอื่น และกลายเป็น โมเลกุลของไอน้ำในอากาศ ถ้าโมเลกุลน้ำทุกโมเลกุลหนีไปในลักษณะนี้ กล่าวได้ว่า น้ำเปลี่ยนเป็นไอน้ำทั้งหมดและไอน้ำทำให้อากาศมีความชื้นสูงขึ้น

ตอนเริ่มต้นบทเรียน ผู้เรียนได้อ่านบทเรียนที่เกี่ยวกับลักษณะการอธิบายที่ดี 2 ประการ (และผู้สอนได้เสนอให้ใช้เป็นเกณฑ์สำหรับตัดสินการอธิบายของผู้เรียนเอง และการอธิบายของผู้อื่น)

ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายที่ดีจะต้องใช้ความรู้ เรื่องโมเลกุล ที่ต้องกล่าวถึงลักษณะการเคลื่อนที่ของโมเลกุล การจัดตัวของโมเลกุล ในของแข็ง ของเหลวและแก๊ส และจะต้องรู้ด้วยว่ากำลังกล่าวถึงโมเลกุลชนิดใด สามารถ จำแนกสารที่กำลังเปลี่ยนแปลงและบอกด้วยว่าเปลี่ยนแปลงอย่างไร หรืออาจกล่าวได้ว่าการอธิบายที่ดีอย่างน้อยจะต้องตอบคำถาม 2 ข้อนี้ได้

1. คำถามเกี่ยวกับสาร “สารอะไรเปลี่ยนแปลงและเปลี่ยนแปลงอย่างไร”
2. คำถามเกี่ยวกับโมเลกุล “อะไรเกิดขึ้นกับโมเลกุลของสาร”

เมื่อผู้เรียนเริ่มฝึกหัดอธิบายปรากฏการณ์ จะต้องคำนึงถึงเกณฑ์และต้องตรวจดูว่าการอธิบายของตนเองเป็นไปตามเกณฑ์หรือไม่ ขณะที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามขั้นตอนในบทเรียน จะไม่สามารถจำขั้นตอนได้แม่นยำจนกว่าจะได้อธิบายด้วยตนเอง

เกณฑ์ที่ 4.4 ให้โอกาสในการฝึกฝน

คะแนนของหนังสือ Matter and Molecules สูงกว่าหนังสือทุกเล่มที่ได้ตรวจสอบในด้านการเตรียมบทเรียนหรือกิจกรรมที่มีจำนวนมากเพียงพอและหลากหลาย สำหรับแนวคิดด้านวิทยาศาสตร์กายภาพส่วนใหญ่ที่ได้ตรวจสอบ รวมทั้งกิจกรรมใหม่ที่ให้ผู้เรียนพัฒนาคำบรรยายและคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ผู้เรียนได้เห็นรอบๆ ตัว การอธิบายปรากฏการณ์จริงต้องใช้แนวคิดหลายแนวคิด และปรากฏการณ์ที่ให้ผู้เรียนอธิบายจะต้องเพิ่มความซับซ้อนขึ้นเรื่อยๆ เช่น คำถามต่อไปนี้ (บันทึกจากตำแหน่งต่างๆ ของบทเรียน) ผู้เรียนได้นำมาจากแนวคิดที่ว่า “โมเลกุลเคลื่อนที่ตลอดเวลา” และแนวคิดที่สัมพันธ์กันดังนี้

1. เขียนรูปเพื่อแสดงว่าโมเลกุลของน้ำเคลื่อนที่อย่างไร
2. โมเลกุลของน้ำในน้ำแข็งจะลดความเร็วและหยุดได้หรือไม่
3. ถ้าผู้เรียนต้องการให้สารละลายได้เร็วขึ้นจะผสมกับน้ำร้อนหรือน้ำเย็น เพราะเหตุใด
4. อธิบายว่าผู้เรียนสามารถได้กลิ่นเมื่อเปิดขวดน้ำส้มหรือแม้แต่เดินผ่าน สิ่งใดที่มาถึงจมูกของผู้เรียน โมเลกุลน้ำส้มเข้าสู่อากาศได้อย่างไร โมเลกุลน้ำส้มมาถึงจมูกผู้เรียนได้อย่างไร
5. เมื่อใช้แผ่นพลาสติกปิดอาหารที่จะใส่ตู้เย็น (หรือเมื่ออุ่นชุปบนเตา แต่ไม่เดือด โดยมีฝาปิดหม้อ) น้ำจะกลายเป็นไอล้วนๆ แน่น น้ำระเหยมาจากที่ไหน น้ำจะควบแน่นที่ใด โมเลกุลของน้ำเคลื่อนที่จากบริเวณที่น้ำระเหยไปยังบริเวณที่น้ำควบแน่นได้อย่างไร

ในทางตรงกันข้ามหนังสืออื่นมีคำถามดังกล่าวน้อยมาก หรือถ้ามีคำถามก็จะมีลักษณะดังต่อไปนี้จากหนังสือ Glencoe Physical Science หน้า 148

ขณะที่อุณหภูมิของสารเพิ่มค่าเฉลี่ยใดของอนุภาคจะเพิ่ม

ก. พลังงานจลน์

ข. พลังงานศักย์

ค. ความจุความร้อนจำเพาะ

ง. มวล

ข้อความเช่นเดียวกันนี้ได้ปรากฏอยู่แล้วในหนังสือ การตอบคำถามจึงต้องการมากกว่าการลอกข้อความลงไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น หนังสือที่ประกอบด้วยบทเรียนหรือกิจกรรมที่เหมาะสมจำนวนมากอาจจะไม่มีความคงเส้นคงวาตลอดชุดของแนวคิดที่ใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ แบบฝึกหัดจะให้ผลดีก็ต่อเมื่อผู้เรียนเข้าใจว่าจะต้องฝึกหัดอะไร (เช่น สั่งให้ผู้เรียนฝึกหัดด้วยน้ำแบบกรรเชียง ก็จะต้องสาธิตให้ดูว่าลักษณะการว่ายน้ำแบบกรรเชียงที่ดีเป็นอย่างไร) ดังนั้นแทนที่จะคาดหวังว่าผู้เรียนสามารถรู้ได้ว่าลักษณะการอธิบายที่ดีเป็นอย่างไร เกณฑ์ข้อนี้จึงระบุว่าจะต้องพิจารณาว่าหนังสือได้สาธิตการประยุกต์ใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียนหรือไม่

เกณฑ์ที่ 5.2 นำผู้เรียนไปสู่การแปลความหมายและการให้เหตุผล

ในจำนวนหนังสือที่ได้ตรวจสอบแล้ว เฉพาะหนังสือ Matter and Molecules เท่านั้นที่เตรียมคำแนะนำเพื่อช่วยให้ผู้เรียนแปลความหมายและให้เหตุผลเกี่ยวกับปรากฏการณ์ได้ในระดับดี ตัวอย่างเช่น หลังจากผู้เรียนเห็นว่าสามารถอัดอากาศในหลอดฉีดพลาสติกได้ และเรื่องเกี่ยวกับอากาศจำนวนมากถูกอัดไว้ในถังแก๊สขนาดเล็กได้ คำถามจะนำผู้เรียนให้คิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์เหล่านั้น คำถามต่อไปนี้ชี้ให้เห็นแนวคิดที่คลาดเคลื่อน คือ “โมเลกุลไม่ได้เคลื่อนที่ตลอดเวลา”

“เพื่อนกล่าวว่า ขณะที่สูบอากาศเข้าจะมีอากาศอยู่ในบริเวณวงล้อของยางรถจักรยานมากกว่าบริเวณอื่น ผู้เรียนเห็นด้วยหรือไม่ อธิบายว่าทำไมเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย”

ในบทเรียนอื่นผู้เรียนสังเกตว่าแม้แต่เกล็ดน้ำตาล (ขนาดเล็กจนต้องใช้แว่นขยาย) ก็ยังใหญ่เกินกว่าที่จะผ่านถุงชาได้ แต่น้ำชามีรสหวาน ผู้เรียนจะอธิบายว่าน้ำตาลผ่านออกมาได้อย่างไร แล้วอ่านคำอธิบายในหนังสือเรียน

ผู้เรียนจะพูดได้หรือไม่ว่าสามารถเห็นแนวของคลื่นได้ถุงชาและได้รสหวานจากน้ำตาล ความจริงคือเราไม่สามารถจะเห็นโมเลกุลของน้ำตาลหรือโมเลกุลของน้ำ แต่เราสามารถได้รสหวานของน้ำตาลในน้ำ น้ำตาลไม่ได้หายไป แต่เกล็ดน้ำตาลแตกเป็นโมเลกุลเล็กๆ จนเราไม่สามารถมองเห็นได้ การที่เราไม่สามารถมองเห็นเกล็ดน้ำตาลไม่ได้หมายความว่าไม่มีน้ำตาลอยู่ด้วย น้ำมีรสหวานแสดงว่ายังคงมีน้ำตาลอยู่

น้ำตาลออกมาจากถุงชาได้อย่างไร ช่องในถุงชาเล็กกว่าเกล็ดน้ำตาลมาก แต่ก็ใหญ่กว่าโมเลกุลของน้ำตาลมาก เมื่อโมเลกุลของน้ำสัมผัสเกล็ดน้ำตาล โมเลกุลของน้ำตาลจะแตกกระจายอย่างรวดเร็วและผสมกับโมเลกุลของน้ำ โมเลกุลเล็กๆ ของน้ำตาลจะผ่านช่องของถุงชาได้ง่าย

ในที่สุดก็จะตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบซึ่งทำให้คาดได้ล่วงหน้าว่าผู้เรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนดังนี้ (โมเลกุลไม่ได้เคลื่อนที่ตลอดเวลา แต่จะเคลื่อนที่เมื่อสารนั้นเคลื่อนที่)

ถ้าตั้งถ้วยนี้ไว้ตลอดคืน น้ำตาลจะเคลื่อนที่มาที่ผิวบน นอนก้นหรือกระจายทั่วไปในน้ำ ให้ตอบคำถามโดยใช้เรื่องของโมเลกุล

ไม่มีหนังสือเล่มใดถามเกี่ยวกับเรื่องนี้และไม่มีหนังสือเล่มใดที่ได้คะแนนในระดับดีตามเกณฑ์นี้ เมื่อได้เริ่มให้แนวคิดแล้วผู้เรียนต้องการโอกาสในการประยุกต์ใช้ด้านต่างๆ อย่างหลากหลาย

ตัวอย่างแบบตรวจสอบตัวชี้บ่งในการประเมินหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น
--

ชื่อหนังสือ	Matter and Molecules
ชื่อหน่วย/บท/เรื่อง	ทฤษฎีจลน์ของโมเลกุล
แนวคิดเรื่อง	การเคลื่อนที่ของอะตอมและโมเลกุล
จุดมุ่งหมายการเรียนรู้	อะตอมและโมเลกุลเคลื่อนที่ตลอดเวลา
เกณฑ์ที่ตรงกับจุดมุ่งหมาย	เกณฑ์ที่ 2.2, 3.1, 4.3, 4.4 และ 5.2

เกณฑ์ที่	จำนวนตัวชี้บ่งที่เป็นไปตามเกณฑ์	ตรงกับตัวชี้บ่งข้อใด	หน้า	คะแนน	หมายเหตุ
2.2	2	ข้อ 1 ข้อ 2	..... .....	3	ระบุแนวคิดหลักที่คลาดเคลื่อนและสาเหตุ
3.1	2	ข้อ 1 ข้อ 2	..... .....	3	เตรียมปรากฏการณ์ต่างๆ ที่สัมพันธ์กับทฤษฎีจลน์ของโมเลกุล
4.3	5	ข้อ 1 ข้อ 2 ข้อ 3 ข้อ 4 ข้อ 5	..... ..... ..... ..... .....	3	สาธิตการใช้ความรู้ อย่างเป็นขั้นตอน
4.4	3	ข้อ 1 ข้อ 2 ข้อ 3 ข้อ 4	..... ..... ..... .....	3	กิจกรรมจำนวนมากและหลากหลาย เพิ่มความซับซ้อนขึ้นตามลำดับ ตรงเพียงบางส่วน
5.2	3	ข้อ 1 ข้อ 2 ข้อ 3	..... ..... .....	3	มีคำถามที่ช่วยให้ผู้เรียนแปลความหมายและให้เหตุผลทำให้รู้แนวคิดที่คลาดเคลื่อน
		คะแนนเฉลี่ย	=	3	อยู่ในระดับ ดี

คะแนนเฉลี่ย

น้อยกว่า 2 ไม่ผ่าน

ตั้งแต่ 2 ขึ้นไป ผ่าน

ตัวอย่างแนวคิดที่ใช้ประเมินคุณภาพหนังสือเรียนชีววิทยา

แนวคิดที่ใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์หนังสือเรียนชีววิทยาได้จากมาตรฐานการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์ของชาติ

เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์

- เซลล์ทุกเซลล์ถูกห่อหุ้มโดยเยื่อหุ้มที่ควบคุมการผ่านเข้าออกจากเซลล์ของสิ่งต่างๆ แต่ในเซลล์สมัยดึกดำบรรพ์ทุกเซลล์โครงข่ายที่ซับซ้อนของโปรตีนจัดรวมเป็นองค์ประกอบและรูปร่าง สำหรับเซลล์สัตว์จะมีการเคลื่อนไหวได้
- ภายในเซลล์จะมีส่วนที่ทำงานเฉพาะสำหรับการขนส่งสาร การได้รับและการปล่อยพลังงาน การสร้างโปรตีน การขับถ่ายของเสีย การผ่านข้อมูลและการเคลื่อนไหว
- การทำงานของเซลล์เกิดจากการรวมกันของโมเลกุลที่แตกต่างกันซึ่งส่วนใหญ่เป็นโปรตีน
- เซลล์ทำหน้าที่ได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิและที่สภาพกรดในช่วงแคบๆ ที่อุณหภูมิต่ำมากๆ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเป็นไปได้ช้ามาก ที่อุณหภูมิสูงหรือที่สภาพกรดสูงโครงสร้างของโมเลกุลโปรตีนส่วนใหญ่เปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนแปลงสภาพกรดเพียงเล็กน้อยสามารถเปลี่ยนโมเลกุลและลักษณะการทำปฏิกิริยาได้ ทั้งเซลล์เดี่ยวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์จะมีโมเลกุลที่ช่วยรักษาสภาพกรดของเซลล์ในช่วงแคบๆ ด้วย
- การทำงานของเซลล์จะถูกควบคุมและปฏิกิริยาที่ซับซ้อนระหว่างโมเลกุลต่างชนิดกันในเซลล์ ทำให้เกิดวงจรของกิจกรรมที่แตกต่างกัน เช่น การเจริญเติบโตและการแบ่งเซลล์ พฤติกรรมของเซลล์อาจเกิดผลกระทบโดยโมเลกุลจากส่วนอื่นของสิ่งมีชีวิตหรือแม้แต่จากสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

เรื่อง สสารและการถ่ายทอดพลังงาน

- สสารถูกเปลี่ยนสภาพในระบบของสิ่งมีชีวิต
 - พืชสร้างโมเลกุลของน้ำตาลจากคาร์บอนไดออกไซด์ (ในอากาศ) และน้ำ
 - พืชสลายโมเลกุลของน้ำตาลแล้วสังเคราะห์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ซึ่งใช้เป็นสารสำหรับสร้างโครงสร้างของพืชหรือสะสมไว้เพื่อใช้ในเวลาต่อไป
 - สิ่งมีชีวิตอื่นจะสลายน้ำตาลที่สะสมไว้หรือสลายโครงสร้างของพืชหรือสัตว์ที่กินเข้าไปเป็นสารที่ไม่ซับซ้อน ซึ่งใช้เป็นสารสำหรับสร้างโครงสร้างหรือสะสมเพื่อใช้ในเวลาต่อไป
 - ธาตุต่างๆ ที่ใช้สร้างโมเลกุลของสิ่งมีชีวิตผ่านสายใยอาหารและสิ่งแวดล้อมเดิม และเกิดการรวมกันหรือรวมกันใหม่ด้วยวิธีการที่ต่างกัน
- พลังงานถูกถ่ายทอดในระบบของสิ่งมีชีวิต
 - พืชใช้พลังงานจากแสงสร้างโมเลกุลน้ำตาลที่ “มีพลังงานสูง”
 - พืชได้รับพลังงานเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต และทำงานได้โดยการสลายโมเลกุลน้ำตาล พลังงานบางส่วนถูกปล่อยออกในรูปของความร้อน
 - สิ่งมีชีวิตอื่นๆ สลายโครงสร้างที่กินเข้าไปเป็นน้ำตาล ทำให้ได้พลังงานไปใช้ในการเจริญเติบโตด้วยการทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับอาหาร แล้วปล่อยพลังงานบางส่วนสู่สภาพแวดล้อมในรูปของความร้อน
 - มีการแปลงพลังงานที่ได้จากแสงอาทิตย์เป็นความร้อนที่กระจายออกไป

ในการเชื่อมโยงของสายใยอาหารแต่ละครั้ง พลังงานบางส่วนจะถูกสะสมในโครงสร้างรูปแบบใหม่ แต่โครงสร้างส่วนใหญ่จะสลายไปสู่สภาพแวดล้อมในรูปของความร้อน (โดยกระบวนการปลดปล่อยพลังงานในเซลล์)

แต่ละขั้นตอนเกิดต่อเนื่องกันในสายใยอาหารที่ใช้พลังงานของสิ่งมีชีวิตที่บริโภคเพียงส่วนน้อย พลังงานจากแสงอาทิตย์ที่ป้อนเข้าไปอย่างต่อเนื่องทำให้กระบวนการดำเนินต่อไป

- อย่างไรก็ตามการทำงานที่ซับซ้อนของสิ่งมีชีวิต จะมีการแลกเปลี่ยนกับระบบธรรมชาติอื่นเช่นเดียวกับหลักการอนุรักษ์และการเปลี่ยนแปลงของสสารและพลังงานทางกายภาพ
- ตลอดระยะเวลาที่ยาวนาน สสารและพลังงานจะถูกถ่ายทอดในหมู่สิ่งมีชีวิตระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ในวัฏจักรที่มีขนาดใหญ่ ผลรวมของสสารและพลังงานจะคงตัว แม้ว่ารูปร่างและที่อยู่จะเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง

เรื่อง โมเลกุลพื้นฐานในการถ่ายทอดทางพันธุกรรม

- ข้อมูล (สำหรับกำหนดลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิต) ผ่านจากพ่อแม่ไปสู่ลูกเป็นรหัสในโมเลกุล DNA
- โมเลกุล DNA เป็นสายยาวที่เชื่อมโยงโมเลกุลขนาดเล็กเพียง 4 ชนิด ซึ่งมีความเที่ยงตรงในการเรียงลำดับการถอดรหัสข้อมูลทางพันธุกรรม
- ยีนเป็นส่วนหนึ่งของโมเลกุล DNA ในแต่ละโมเลกุล DNA ประกอบด้วยยีนที่ไม่ต่อเนื่องเป็นจำนวนพันๆ ยีน
- ข้อมูลทางพันธุกรรมที่เก็บสะสมใน DNA ใช้ควบคุมการสังเคราะห์โปรตีนที่แต่ละเซลล์ต้องการเป็นพันๆ โมเลกุล
- การเปลี่ยนแปลงของอะตอมเพียงอะตอมเดียวในโมเลกุล DNA สามารถเปลี่ยนโปรตีนที่สร้างขึ้นได้
- การเพิ่มเข้า การลบออก หรือการแทนที่ส่วนของ DNA สามารถเปลี่ยนแปลงยีนได้
- การกลายพันธุ์ในบางส่วนของ DNA อาจจะไม่ทำให้เกิดความแตกต่างมากนัก อาจจะทำลายกระบวนการทำงานของเซลล์ หรืออาจจะมีการเปลี่ยนแปลงความสำเร็จในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญก็ได้
- ยีนที่เปลี่ยนแปลงนี้จะส่งผ่านไปยังเซลล์ทุกเซลล์ที่เกิดจากยีนเหล่านั้น แต่เมื่อเกิดการกลายพันธุ์ขึ้นในเซลล์สืบพันธุ์ยีนจะถูกส่งผ่านไปยังทุกเซลล์ที่เกิดขึ้นในรุ่นลูก ถ้าการกลายพันธุ์เกิดในเซลล์อื่นๆ ก็จะสามารถส่งต่อไปยังเซลล์ที่ถูกสืบทอดมาเท่านั้น

- ลักษณะที่สืบทอดกันมาสามารถสังเกตเห็นได้ในโมเลกุลและสิ่งมีชีวิตทั้งหมดในระดับโครงสร้างสารเคมีหรือพฤติกรรม

เรื่อง การคัดเลือกพันธุ์โดยธรรมชาติและวิวัฒนาการ

- แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตคือ สิ่งที่ปรากฏบนโลกในปัจจุบันเป็นสายพันธุ์ที่มีการพัฒนามาตลอดหลายชั่วอายุคน มีความแตกต่างของสายพันธุ์อย่างชัดเจน
- แนวคิดใหม่เกี่ยวกับวิวัฒนาการ (รวมถึงการคัดเลือกโดยธรรมชาติและ การสืบเชื้อสายตามปกติ) ได้มีการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ถึงประวัติความเป็นมาของสิ่งมีชีวิตบนโลกตามที่ได้บันทึกไว้ในซากพืชหรือสัตว์ที่กลายเป็นหิน และ ประจักษ์พยานที่คล้ายคลึงกันเกี่ยวกับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่ปรากฏอยู่
- การคัดเลือกตามธรรมชาติเตรียมกลไกสำหรับวิวัฒนาการดังนี้ : การเปลี่ยนแปลงบางประการในการถ่ายทอดลักษณะเฉพาะจะเกิดขึ้นในทุกๆ สายพันธุ์ ลักษณะเฉพาะบางอย่างให้ประโยชน์แก่สิ่งมีชีวิตอื่นเพื่อการอยู่รอดและแพร่พันธุ์ รวมทั้งการมีลูกที่มีลักษณะที่ดี ผลที่ได้คือสิ่งมีชีวิตนั้นมีโอกาสอยู่รอดและแพร่พันธุ์ได้มากกว่า ดังนั้นสัดส่วนของลักษณะเฉพาะที่ดีจึงเพิ่มขึ้น
- การถ่ายทอดลักษณะเฉพาะมีอิทธิพลมากต่อความสามารถและปฏิกิริยาของสิ่งมีชีวิตที่แสดงออก ดังนั้นจึงมีอิทธิพลต่อลักษณะการอยู่รอดและการแพร่พันธุ์ด้วย
- ลักษณะใหม่ๆ ที่สามารถถ่ายทอดได้เป็นผลจากการรวมกันใหม่ของยีนพ่อแม่ หรือจากการกลายพันธุ์ของยีนในเซลล์สืบพันธุ์
- เมื่อสิ่งแวดล้อมเปลี่ยน (ในที่นี้หมายถึงสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เป็นส่วนหนึ่งของสิ่งแวดล้อมด้วย) ลักษณะที่ดีหรือไม่ดีสามารถเปลี่ยนแปลงได้
- การคัดเลือกทางธรรมชาตินำไปสู่สิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับการอยู่รอดในสิ่งแวดล้อมเฉพาะ

เรื่อง แผนที่รหัสทางพันธุกรรมของมนุษย์

ความสำคัญของการมีแผนที่รหัสทางพันธุกรรมของมนุษย์ยังไม่ชัดเจน หนังสือเรียนชีววิทยาควรช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความหมายและเห็นความสำคัญ ปัจจุบันหนังสือเรียนชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั่วไป จะนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับโมเลกุลพื้นฐานของการถ่ายทอดทางพันธุกรรมทีละตอน ไม่ได้นำเสนอภาพรวมและไม่มีคำตอบเนื่องดังนี้

- กล่าวถึง DNA อย่างละเอียด (รวมทั้งนิวคลีโอไทด์ 4 ชนิดที่เป็นองค์ประกอบของ DNA) การจัดคู่และการแบ่งตัวของ DNA
- แสดงให้เห็นขั้นตอนการถอดรหัส DNA ผ่าน RNA (ใช้ข้อตกลงเหมือนการถอดแบบปกติ)
- RNA ได้แสดงไว้ในแผนภาพที่ซับซ้อน เพื่อควบคุมการสังเคราะห์โปรตีน (ใช้ข้อตกลงเหมือน mRNA, tRNA, โคดอน แอนตี้โคดอน)
- โปรตีนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างโมเลกุลอื่น (กล่าวไว้ในบทที่แล้ว)
- กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงและการเรียงลำดับของยีน (ในบทต่อมาหลังจากแสดงการทดลองของเมนเดลโดยใช้ถั่ว)

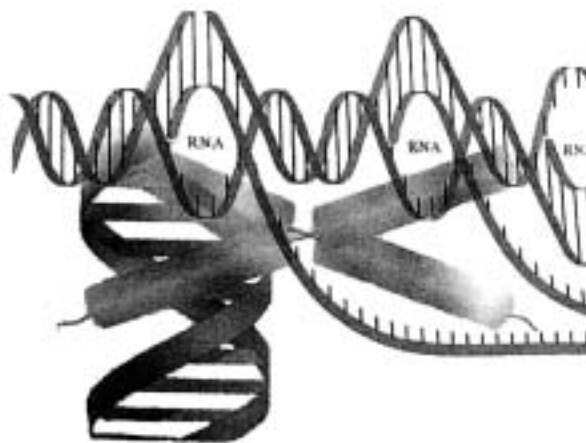
จากลักษณะการนำเสนอข้างต้นจะเห็นว่า ได้มีการนำแนวคิดเหล่านี้มารวมเป็นเรื่องเดียวกันน้อยมาก การเชื่อมโยงเนื้อหาพื้นฐานที่ผู้ประเมินต้องการให้มีในแผนที่รหัสทางพันธุกรรมควรมีลักษณะดังนี้

- โมเลกุล DNA เป็นสายยาวที่เชื่อมต่อโมเลกุลที่เล็กกว่า 4 ชนิด (นิวคลีโอไทด์) โดยเรียงลำดับรหัสข้อมูลทางพันธุกรรมอย่างถูกต้องแม่นยำ
- การเรียงลำดับในเซลล์ของ DNA เป็นการเตรียมลำดับขั้นตอนในการรวมตัวของโปรตีน ซึ่งจะทำงานส่วนใหญ่ของเซลล์
- การเปลี่ยนแปลงแม้เพียงส่วนเล็กๆ ของ DNA ก็สามารถเปลี่ยนโปรตีนที่ถูกสร้างขึ้นได้

- การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจจะไม่ทำให้การทำงานของเซลล์แตกต่างกันมากนัก หรืออาจจะเปลี่ยนแปลงการทำงานของเซลล์อย่างมีนัยสำคัญ หรือแม้แต่เป็นอันตรายถึงกับทำลายการทำงานของเซลล์ก็ได้

เนื่องจากรหัสข้อมูลทางพันธุกรรมเป็นแผนที่การเรียงลำดับของนิวคลีโอไทด์ใน DNA ของมนุษย์เป็นจำนวนเป็นล้านๆ ซึ่งมีความสำคัญในการทำความเข้าใจกับหน้าที่ของเซลล์และการทำหน้าที่ผิดปกติของเซลล์ การเรียงลำดับจะกำหนดรหัสทางพันธุกรรมที่สมบูรณ์ ซึ่งอาจจะปกติหรือผิดปกติก็ได้ ในที่สุดก็สามารถถอดรหัสเป็นโปรตีน (ปกติหรือผิดปกติ) ซึ่งจะทำให้เซลล์ทำหน้าที่ปกติหรือผิดปกติได้ ความสำคัญของการถอดรหัสทางพันธุกรรมของมนุษย์สามารถนำไปสู่การตรวจสอบความผิดปกติของยีนและการซ่อมแซม

ในหนังสือเรียนชีววิทยาทั่วไปจะกล่าวถึงเนื้อหาที่ละตอน หรือไม่ได้นำเสนออย่างง่ายๆ หรือนำเสนออย่างไม่ชัดเจนเนื่องจากมีรายละเอียดที่ไม่จำเป็น รายละเอียดเหล่านี้สามารถทดสอบได้ง่ายและใช้แทนที่ภาพรวมของวิชาชีววิทยาซึ่งผู้เรียนส่วนมากไม่เคยเรียนเลยเนื่องจากรายละเอียดต่างๆ ที่ไม่เชื่อมโยงกันและจำได้ยาก หลังจากเรียนชีววิทยาแล้วผู้เรียนจะไม่เหลือความรู้อะไรเลย ถ้าหนังสือเรียนได้วางรากฐานความรู้เรื่องนี้อย่างถูกต้องแล้ว ผู้เรียนที่เรียนทางวิทยาศาสตร์ก็สามารถจะศึกษารายละเอียดขั้นตอนการถอดรหัส RNA และการทำงานของไรโบโซมต่อไปในการศึกษาขั้นสูงได้ ดังนั้นการประเมินคุณภาพหนังสือเรียนชีววิทยาจะต้องพิจารณาการให้ความเข้าใจเนื้อหาเรื่องนั้นในภาพรวม และความรู้ความจำเนื้อหา ซึ่งเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อไป



บรรณานุกรม

- American Association for The Advancement of Science Project 2061.
“The Evaluation in Detail”, **Middle grades Mathematics Textbooks**.
<http://www.project2061.org/matheval/part2b.htm>, 2000.
- American Association for The Advancement of Science Project 2061.
“Does the instruction in Connected Mathematics provide an opportunity for students to learn The benchmark ideas and skills?”,
Middle grades Mathematics Textbooks. <http://www.project2061.org/matheval/1cnctmth/instruct.htm>, 2000.
- American Association for The Advancement of Science Project 2061.
“Introduction”, **Middle grades Mathematics Textbooks**.
<http://www.project2061.org/matheval/intro.htm>, 2000.
- American Association for The Advancement of Science Project 2061.
“Key Ideas Used for the Evaluation”, **Biology Textbooks Evaluation**.
<http://www.project2061.org/newsinfo/research/textbook/hsbio/ideas.htm>, 2000.
- American Association for The Advancement of Science Project 2061.
“Big Biology Books Fail to Convey Big Ideas, Reports AAAS’s Project 2061”, **Biology Textbooks Evaluation**. <http://www.project2061.org/newsinfo/press/rlooo27.htm>, 2000.

American Association for The Advancement of Science Project 2061.
“The Project 2061 Curriculum - Analysis Procedure in Detail”, **High School Algebra Textbooks Evaluation**. <http://www.project2061.org/newsinfo/research/textbook/hsalg/critdet.htm>, 2000.

American Association for The Advancement of Science Project 2061.
“Key Ideas Used for the Evaluation”, **Middle Grade Science Textbooks Evaluation**. <http://www.project2061.org/newsinfo/research/textbook/mgsci/ideas.htm>, 1999.

American Association for The Advancement of Science Project 2061.
“Criteria for Evaluation the Quality of Instructional Support”, **Middle Grade Science Textbooks Evaluation**. <http://www.project2061.org/newsinfo/research/textbook/mgsci/criteria.htm>, 1999.

American Association for The Advancement of Science Project 2061.
“Helping Students learn the Kinetic Molecular Theory : What Should Textbooks Do?”, **Middle Grade Science Textbooks Evaluation**. <http://www.project2061.org/newsinfo/research/textbook/mgsci/ideas.htm>, 1999.

คณะกรรมการดำเนินงานจัดทำและผู้เข้าร่วมประชุมพิจารณา

มาตรฐานสื่อสิ่งพิมพ์วิชาวิทยาศาสตร์

ที่ปรึกษา

นายพิศาล สร้อยธูหระ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางนงนุช ชาญปริยาทิงค์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางสุนีย์ คล้ายนิล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะกรรมการดำเนินงานจัดทำมาตรฐานสื่อสิ่งพิมพ์

นายปรีชาญ เดชศรี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางสาวสุปราณี ฐานवासย์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางปราณี มีกุล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นายมนูญ ศิวารมย์

สำนักงานสามัญศึกษาจังหวัดขอนแก่น จ.ขอนแก่น

นายจิต นวนแก้ว

โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช จ.นครศรีธรรมราช

นางสาวพัชรพล มีทรัพย์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางสาววาสนา กิรติจำเริญ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางสาวขวัญใจ อนุศาสนนันท์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางสาวประกฤษยา ทักษิณ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางสาวแจ่มจันทร์ ทองสา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางสาวสุชาดา ไทยแท้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางสาวสายฝน จิตประเสริฐไชย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นายไพบุลย์ ปัทมวิภาด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะบรรณาธิการ

นายปรีชาญ เดชศรี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางสาวสุปราณี ฐานवासย์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางปราณี มีกุล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผู้เข้าร่วมประชุมพิจารณามาตรฐานสื่อสิ่งพิมพ์

นางนันทิยา บุญเคลือบ

นายพงษ์เทพ บุญศรีโรจน์

นายประมวล ศิริพันธ์แก้ว

นายณรงค์ศิลป์ รูปพนม

นายชูศิลป์ อัดชู

นายพงษ์ชัย ศรีพันธ์

นางเชอรี อยู่ดี

นางชุติมา เตมียสถิต

นายนิพนธ์ ศุภศิริ

นางเบญจวรรณ ศรีเจริญ

นางสาวรจนา รัตนานิคม

นางสาววิมลมาศ ศรีโพธิ์

นางนงลักษณ์ ศรีสุวรรณ

นายสมพงษ์ จันทรโพธิ์ศรี

นางนิตยาพร บุญญาศิริ

นางนาวิณี โกวิทวิบูล

นางไสว ทรายิชาติบุตร

นางสาวพรพิมล ชาญชัยเขาวีวัฒน์

นายวิรัตน์ วัฒนฤกษ์

นางสาวอารี โพธิ์พัฒนชัย

นางสาวเยาวลักษณ์ เตียรณบรรจง

นายเอนก รัตนปิยะภากรณ์

นางสาวสุภารัตน์ ภูไธรรัตน์

นางสาววาริน วรรณประสาท

นางสาวราตรี กาญจนรักษ์

นางสาวนภาพรณ์ นาคสุขสกุล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ

มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย

โรงเรียนมหาวิทยาลัยวัด

โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

โรงเรียนวัดอินทาราม

โรงเรียนเทพศิลา

โรงเรียนเบญจมราชาลัย

ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ

ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ

บริษัทนานมีบุ๊คส์ จำกัด

บริษัทนานมีบุ๊คส์ จำกัด

องค์การค้ำของครูสภา

องค์การค้ำของครูสภา

นางสาวสายัณห์ วงศ์เจริญ
นายจุมพล เหมะศิรินทร์
นายวีรพงษ์ เอี่ยมสกุลรัตน์
นายสุนทร มโนพญา
นางสาวชนิกานต์ นุ่มมีชัย
นางสาวปฐมาภรณ์ พูลเกษม
นายสมเกียรติ ภูระหงษ์
นายธำรงรัตน์ สิริชัย
นางสาวสุวิดา ชัยปัญญาธาดาพงษ์

สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด
บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
บริษัททุนเพิ่มผลิตผล จำกัด
บริษัททุนเพิ่มผลิตผล จำกัด
สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช
สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช
บริษัทอักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด
บริษัทอักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด
บริษัทอักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด



ສຳລັບ