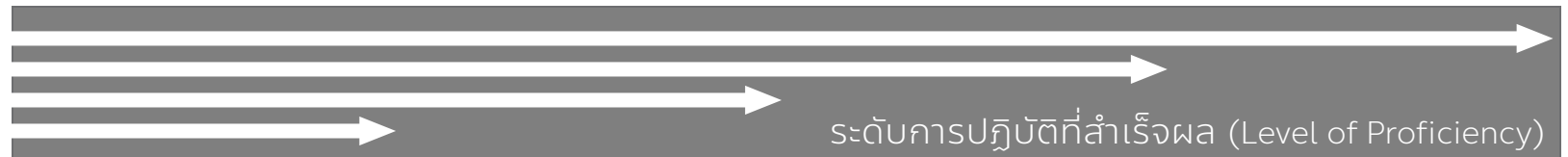


- ▶ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์/วิศวกรรม : ความสามารถในการกำหนดและใช้ขั้นตอนเพื่อค้นหาคำตอบภายใต้เงื่อนไขหรือความไม่แน่นอน กระบวนการนี้ต้องอาศัยการคิดที่ซับซ้อน เป็นระบบ และมีแบบแผน
- ▶ ผลลัพธ์การเรียนรู้ทั่วไป : ฉันทใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์/วิศวกรรมเพื่อช่วยค้นหาคำตอบทางวิศวกรรม
- ▶ วิธีการใช้ : ทำเครื่องหมายภาพทงบนช่องที่มีรายละเอียดตรงกับสภาพจริงในผลงานที่สะท้อนถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางฟิสิกส์/วิศวกรรม



| ประเด็นการประเมิน | คุณลักษณะ (Attribute)                                                                                                     | เกณฑ์ความสามารถ (Performance Criteria)                                                                                                                                                                            | I am getting Started.<br>(S)                                                                                                                                                                                                                  | I am making Progress.<br>(P)                                                                                                                          | I am Good at this!<br>(G)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | I am Excellent at this!<br>(E)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | ความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem)                                                                               | อธิบาย/บรรยายสภาพปัญหาและสิ่งสำคัญที่เป็นประเด็น คำถาม ข้อจำกัด สิ่งที่ต้องการค้นหา และเชื่อมโยงสิ่งเหล่านั้นเข้าด้วยกัน หรือเข้ากับแบบจำลองทางอุดมคติ                                                            | ฉันกำลังทำความเข้าใจกับส่วนใดส่วนหนึ่งของปัญหา ใช้เวลาค้นหาปัญหาหรือตัวอย่างที่เหมือนหรือใกล้เคียงกับปัญหาที่ได้รับจากช่องทางต่าง ๆ เช่น หนังสือ อินเทอร์เน็ต ฯ และ/หรือใช้เวลาแบบลองผิดลองถูกกับการเลือกใช้สูตรและทดลองคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบ | ฉันเล่าเรื่อง พูด บรรยายหรือเขียนซ้ำในสิ่งที่โจทย์ให้มา และแสดงความเข้าใจโดยสร้างความเชื่อมโยงระหว่างปัญหาที่ได้รับกับตัวอย่างสภาพจริงในชีวิตประจำวัน | ฉันเล่าเรื่อง พูดหรือเขียนบรรยายสภาพปัญหา และแสดงความเข้าใจโดยสร้างความเชื่อมโยงระหว่างปัญหาที่ได้รับ สารสนเทศสำคัญ และสิ่งที่ต้องการค้นหาเข้ากับสภาพจริงในชีวิตประจำวัน พร้อมเชื่อมโยงปริมาณต่าง ๆ ทางฟิสิกส์เข้ากับแบบจำลองทางอุดมคติ                                                                                                                                | ฉันเล่าเรื่อง พูดหรือเขียนบรรยายสภาพปัญหาพร้อมเขียนภาพประกอบที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างปัญหาที่ได้รับ สารสนเทศสำคัญ และสิ่งที่ต้องการค้นหาเข้ากับสภาพจริงในชีวิตประจำวัน พร้อมเชื่อมโยงปริมาณต่าง ๆ ทางฟิสิกส์เข้ากับแบบจำลองทางอุดมคติ ภาพที่ใช้มีความชัดเจน และทำให้ผู้รับฟังหรืออ่านเข้าใจได้โดยง่าย                                                                                             |
|                   | การวิเคราะห์และประยุกต์ใช้หลักการทางฟิสิกส์/วิศวกรรมที่เกี่ยวข้อง (Applying and Analyzing Physics/Engineering Principles) | ระบุและประยุกต์ใช้หลักการ กฎ และทฤษฎีทางฟิสิกส์/วิศวกรรมและเชื่อมโยงเข้ากับสารสนเทศของปัญหา เพื่อเป็นแนวทางการค้นหาคำตอบ (เช่น กำหนดแกนอ้างอิง, เขียนแบบจำลองด้วยแผนภาพและคณิตศาสตร์, กำหนดตัวแปร, ตั้งสมมติฐานฯ) | ฉันกำลังค้นหาหลักการ กฎ และทฤษฎีต่าง ๆ ทางฟิสิกส์/วิศวกรรม และเทียบเคียงให้เข้ากับสภาพปัญหา                                                                                                                                                   | ฉันแสดงหลักการ กฎ และทฤษฎีต่าง ๆ ทางฟิสิกส์/วิศวกรรมที่คาดว่าจะเกี่ยวข้องกับปัญหาและสารสนเทศที่ได้รับไว้                                              | ฉันวิเคราะห์และเชื่อมโยงหลักการ กฎ และทฤษฎีต่าง ๆ ทางฟิสิกส์/วิศวกรรมที่เกี่ยวข้องเข้ากับปัญหาอย่างสมเหตุสมผลบนพื้นฐานของความรู้และเข้าใจของตัวเองหรือที่แนะนำโดยผู้สอน และประยุกต์ใช้โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักการ กฎ และทฤษฎีที่เลือกกับปริมาณทางฟิสิกส์ทั้งที่ทราบและไม่ทราบค่า และตัวแปรที่ต้องการค้นหาได้ถูกต้อง รวมทั้งเชื่อมโยงกับสารสนเทศสำคัญที่ได้รับไว้ | ฉันวิเคราะห์หลักการ กฎ และทฤษฎีต่าง ๆ ทางฟิสิกส์/วิศวกรรมที่เกี่ยวข้องเข้ากับปัญหาอย่างสมเหตุสมผลบนพื้นฐานของความรู้และเข้าใจของตัวเอง และประยุกต์ใช้โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักการ กฎ และทฤษฎีที่เลือกกับปริมาณทางฟิสิกส์ทั้งที่ทราบและไม่ทราบค่า และตัวแปรที่ต้องการค้นหาได้ถูกต้อง ชัดเจน และเชื่อมโยงกับสารสนเทศสำคัญที่ได้รับไว้ในรูปของภาพแผนภาพและสัญลักษณ์ และสมการหรือสูตรทางคณิตศาสตร์ |
|                   | การวางแผนการเพื่อการหาคำตอบ (Planning for Solution)                                                                       | ระบุแผนการค้นหาคำตอบสำหรับปัญหาที่เป็นขั้นตอน                                                                                                                                                                     | ฉันกำลังคิดแผนการค้นหาคำตอบโดยพิจารณาหลักการ กฎ ทฤษฎี สมการและเงื่อนไขต่าง ๆ จากปัญหาและสารสนเทศที่ได้รับไว้                                                                                                                                  | ฉันร่างแผนการค้นหาคำตอบที่พอเป็นขั้นตอนที่เชื่อมโยงกับหลักการ กฎ ทฤษฎี สมการและเงื่อนไขต่าง ๆ จากสารสนเทศของปัญหา                                     | ฉันสร้างแผนการค้นหาคำตอบเป็นขั้นตอนที่เชื่อมโยงกันและแสดงให้เห็นการใช้หลักการ กฎ ทฤษฎี สมการและเงื่อนไขต่าง ๆ จากสารสนเทศของที่ได้รับไว้ โดยแผนการมีคำอธิบายแต่ละขั้นตอนชัดเจนจนเห็นภาพการนำไปสู่คำตอบได้                                                                                                                                                              | ฉันสร้างแผนการค้นหาคำตอบเป็นขั้นตอนในรูปของกราฟิกที่เหมาะสมและเชื่อมโยงสอดคล้องกันระหว่างขั้นตอนอย่างชัดเจน และแสดงให้เห็นการใช้หลักการ กฎ ทฤษฎี สมการและเงื่อนไขต่าง ๆ จากสารสนเทศที่ได้รับไว้ แผนการมีคำอธิบายแต่ละขั้นตอนชัดเจน สามารถขึ้นำการคำนวณและการทวนสอบได้ รวมทั้งช่วยให้ผู้อ่านเข้าใจได้โดยง่าย                                                                                         |
|                   | การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ และวิศวกรรม (Operating on Mathematics, Physics, and Engineering)                        | ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ (เช่น ตรรกะคณิต พีชคณิต เรขาคณิต แคลคูลัส ฯ) ฟิสิกส์ (เช่น การสร้างแบบจำลอง หน่วย ฯ) และวิศวกรรม (เช่น การแสดงเลขนัยสำคัญ การเลือกใช้ค่าจากตารางหรือกราฟ ฯ) อย่างเป็นระบบ                  | ฉันคำนวณโดยการแทนค่าตัวเลขต่าง ๆ ในสมการหรือสูตรกลับไปกลับมาเพื่อให้ได้คำตอบ และ/หรือใช้เวลาค้นหาปัญหาหรือตัวอย่างที่เหมือนหรือใกล้เคียงกับปัญหาเพื่อให้ได้แนวทาง                                                                             | ฉันคำนวณเพื่อหาคำตอบโดยใช้ความสัมพันธ์และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ วิศวกรรม และแสดงการดำเนินการที่พอเห็นรายละเอียด                               | ฉันคำนวณเชิงตัวเลขอย่างเป็นระบบและสอดคล้องกับแผนการโดยปราศจากข้อผิดพลาดเชิงตัวเลข ใช้ความสัมพันธ์และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ วิศวกรรมได้ถูกต้อง และแสดงการดำเนินการอย่างเป็นระบบระเบียบและมีรายละเอียดชัดเจนจนทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและตรงกับปัญหาที่ต้องการ                                                                                                    | ฉันคำนวณเชิงตัวเลขอย่างเป็นระบบและสอดคล้องกับแผนการโดยปราศจากข้อผิดพลาดเชิงตัวเลข ใช้ความสัมพันธ์และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ วิศวกรรมได้ถูกต้องและปราศจากข้อผิดพลาด และแสดงการดำเนินการอย่างเป็นระบบระเบียบ มีรายละเอียดชัดเจน และสามารถติดตามและทวนสอบย้อนกลับไปได้โดยง่าย จนทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและตรงกับปัญหาที่ต้องการ                                                                 |

- ▶ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์/วิศวกรรม : ความสามารถในการกำหนดและใช้ขั้นตอนเพื่อค้นหาคำตอบภายใต้เงื่อนไขหรือความไม่แน่นอน กระบวนการนี้ต้องอาศัยการคิดที่ซับซ้อน เป็นระบบ และมีแบบแผน
- ▶ ผลลัพธ์การเรียนรู้ทั่วไป : ฉันทใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์/วิศวกรรมเพื่อช่วยค้นหาคำตอบทางวิศวกรรม
- ▶ วิธีการใช้ : ทำเครื่องหมายากบาทลงบนช่องที่มีความละเอียดตรงกับสภาพจริงในผลงานที่สะท้อนถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางฟิสิกส์/วิศวกรรม

|                   |                                                                      | ระดับการปฏิบัติที่สำเร็จผล (Level of Proficiency)                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   |                                                                      | I am getting Started.<br>Ⓢ                                                                                                                                                              | I am making Progress.<br>Ⓟ                                                                                                                                                                                                                                     | I am Good at this!<br>ⓐ                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | I am Excellent at this!<br>ⓔ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| ประเด็นการประเมิน | การตอบคำถาม<br>(Answering the Problem)                               | ตอบคำถามของปัญหาโดยแสดงเป็นเพียงตัวเลข                                                                                                                                                  | ฉันทตอบคำถามของปัญหาโดยแสดงตัวเลขและระบุหน่วยที่เหมาะสม                                                                                                                                                                                                        | ฉันทตอบคำถามของปัญหาโดยร้อยเรียงเป็นข้อความได้ถูกต้องและชัดเจน และแสดงองค์ประกอบการสื่อความหมายปริมาณทางฟิสิกส์/วิศวกรรมครบถ้วนตามรูปแบบสัญลักษณ์วิทยาศาสตร์และ/หรือค่าอุปสรรคที่เหมาะสม และให้คำตอบได้ตรงกับสิ่งที่ต้องการค้นหา                                                                                            | ฉันทตอบคำถามของปัญหาโดยร้อยเรียงเป็นข้อความได้ถูกต้องและชัดเจน แสดงองค์ประกอบการสื่อความหมายปริมาณทางฟิสิกส์/วิศวกรรมครบถ้วนตามรูปแบบสัญลักษณ์วิทยาศาสตร์ค่าอุปสรรค และ/หรือตัวเลขยี่สำคัญที่เหมาะสม และเชื่อมโยงกลับไปยังปัญหาซึ่งเมื่ออ่านแล้วเข้าใจได้ชัดเจน และให้คำตอบได้ตรงกับสิ่งที่ต้องการค้นหา                                                                                                  |
|                   | การตีความหมายคำตอบ<br>(Interpretation of Answers)                    | ระบุเหตุผลว่าคำตอบที่ได้ถูกต้องและเหมาะสมกับปัญหา และโน้มน้าวผู้อ่านโดยอธิบายความสอดคล้องระหว่างคำตอบที่ได้กับปัญหา                                                                     | ฉันทอธิบายความสมเหตุสมผลระหว่างคำตอบที่ได้กับปัญหาที่ได้รับโดยใช้เหตุผลของตนเองเป็นสำคัญ                                                                                                                                                                       | ฉันทอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างคำตอบที่ได้กับปัญหาอย่างเป็นระบบระเบียบและมีเหตุผลรองรับโดยอิงกับหลักการ ทฤษฎี กฎ หรือกระบวนการที่เกี่ยวข้องจนทำให้เข้าใจตามได้ง่าย ซึ่งสามารถยืนยันความถูกต้องของคำตอบได้                                                                                                                    | ฉันทอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างคำตอบที่ได้กับปัญหาอย่างเป็นระบบระเบียบและสั้นไหล และระบุเหตุผลสนับสนุนที่อิงกับหลักการ ทฤษฎี กฎ กระบวนการที่เกี่ยวข้อง และสัญลักษณ์ต่าง ๆ ได้ชัดเจนและสัมพันธ์กันจนทำให้เข้าใจได้ง่ายมาก โดยเหตุผลสามารถยืนยันความถูกต้องของคำตอบได้                                                                                                                                      |
|                   | การคาดการณ์สิ่งที่อาจจะเกิดขึ้น<br>(Prediction of what would happen) | ฉันทกำลังทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์สมมติและสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นกับ ‘การวิเคราะห์และการประยุกต์ใช้หลักการ ฯ’ ‘การวางแผนการ ฯ’ ‘การดำเนินการ ฯ’ ‘การตอบคำถาม ฯ’ และ ‘การตีความหมาย ฯ’ | ฉันทอธิบายสถานการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นต่อขั้นตอน ‘การวิเคราะห์และการประยุกต์ใช้หลักการ ฯ’ ‘การวางแผนการ ฯ’ ‘การดำเนินการ ฯ’ ‘การตอบคำถาม ฯ’ หรือ ‘การตีความหมาย ฯ’ เมื่อสถานการณ์หรือปริมาณทางฟิสิกส์หนึ่ง ๆ ในปัญหาเปลี่ยนแปลงไปได้โดยใช้เหตุผลของตนเองเป็นสำคัญ | ฉันทวิเคราะห์และระบุสถานการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นต่อขั้นตอน ‘การวิเคราะห์และการประยุกต์ใช้หลักการ ฯ’ ‘การวางแผนการ ฯ’ ‘การดำเนินการ ฯ’ ‘การตอบคำถาม ฯ’ และ/หรือ ‘การตีความหมาย ฯ’ ได้เมื่อสถานการณ์หรือปริมาณทางฟิสิกส์หนึ่ง ๆ ในปัญหาเปลี่ยนแปลงไปได้อย่างชัดเจนและสมเหตุสมผลโดยอิงหลักการ ทฤษฎี กฎ หรือกระบวนการที่เกี่ยวข้อง | ฉันทวิเคราะห์และระบุสถานการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นต่อขั้นตอน ‘การวิเคราะห์และการประยุกต์ใช้หลักการ ฯ’ ‘การวางแผนการ ฯ’ ‘การดำเนินการ ฯ’ ‘การตอบคำถาม ฯ’ และ/หรือ ‘การตีความหมาย ฯ’ ได้เมื่อสถานการณ์หรือปริมาณทางฟิสิกส์หนึ่ง ๆ ในปัญหาเปลี่ยนแปลงไปได้อย่างชัดเจนและสมเหตุสมผลโดยอิงกับหลักการ ทฤษฎี กฎ หรือกระบวนการที่เกี่ยวข้องและประเมินสถานการณ์เพื่อให้ข้อเสนอแนะที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์นั้น |
|                   | การนำเสนอในภาพรวม<br>(Overall Presentation)                          | นำเสนอการแก้ปัญหาในภาพรวมด้วยขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาทางฟิสิกส์และวิศวกรรมอย่างเป็นระบบและตรรกะ                                                                                            | ฉันทนำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาในภาพรวมที่แยกเป็นส่วน ๆ ชัดเจนโดยมีความเชื่อมโยงกันน้อย                                                                                                                                                                           | ฉันทนำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาในภาพรวมเป็นระบบระเบียบ และเป็นขั้นตอนจนทำให้เมื่ออ่านแล้วเข้าใจตามได้โดยง่าย                                                                                                                                                                                                                   | ฉันทนำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาในภาพรวมเป็นระบบระเบียบ เรียงร้อย และเป็นขั้นตอนจนทำให้เมื่ออ่านแล้วเข้าใจตามได้โดยง่าย สามารถติดตามกระบวนการคิดและทบทวนกลับไปมาได้                                                                                                                                                                                                                                          |