บทที่ 1
บทนำ

1.ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562 ในมาตรา 24 ได้กำหนดการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาต้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนจากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ต่างๆ อย่างได้สัดส่วนสมมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ (โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ องค์การมหาชน,2553,น.8-9)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนเป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ และมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต (กรมวิชาการ,2551 น.4) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานต้องการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนด จึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ,2551 น.8) โดยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มสาระหนึ่งในหลักสูตร มีความมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการศึกษา ค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด และมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ทุกคนจึงต้องเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพตลอดจนผลผลิตต่างๆที่ใช้อำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน ล้วนเป็นผลมาจากความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน , 2551 , น.1) นอกจากนี้ วิทยาศาสตร์ยังมีประโยชน์ต่อมนุษย์และมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาประเทศ ผลการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ประเทศมีความเจริญก้าวหน้าในด้านต่างๆมากมาย การพัฒนาให้บุคคลมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมีผลโดยตรงต่อการพัฒนาตนเอง ชุมชนและสังคม (สธน เสนาสวัสดิ์, 2543)

วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่สำคัญในการฝึกทักษะความรู้พื้นฐานของการนำไปใช้ต่างๆ และมุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในการดำเนินชีวิต โดยเน้นกระบวนการให้ผู้เรียนเกิด

ความคิด ความเข้าใจ และฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดเพื่อนำไปใช้แก่ปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ วิชาฟิสิกส์ยังเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อระดับอุดมศึกษา (นิภาพร ช่วยธานี,2555, น.39) แต่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนวิชาฟิสิกส์เท่าใดนัก เนื่องจากเนื้อหาวิชาฟิสิกส์จะเป็นการแก้โจทย์ปัญหาที่มีการแก้สมการทางคณิตศาสตร์ ดัง Redish (2023 อ้างถึงใน เกริก ศักดิ์สุภาพ, 2556, น.2) กล่าวว่า ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ต้องอาศัยการแปลความโจทย์ปัญหาไปเป็นประโยคสัญลักษณ์ กราฟเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรพีชคณิต และสมการต่างๆทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง ทำให้ผู้เรียนมักจะประสบปัญหารการวิเคราะห์โจทย์ และไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้ ผู้เรียนจึงไม่สามารถนำกฎ ทฤษฎี สมการต่างๆไปใช้แก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง หรือผู้เรียนสามารถท่องจำสมการความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆได้ แต่ผู้เรียไม่รู้ว่าโจทย์ปัญหาแบบไหนต้องใช้สมการใดในการแก้ปัญหา หรือไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ ทำหให้เป็นอุปสรรคอย่างยิ่งในการเรียนวิชาฟิสิกส์ (ตะวัน พันธ์ขาว,2556, น.117) และผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายไม่ตั้งใจเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ต่ำลง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนต่ำลงด้วย

ฟิสิกส์ถือเป็นส่วนหนึ่งของการสอบวิชาวิทยาศาสตร์ จึงควรได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วน ซึ่งแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางหนึ่งที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่ได้รับการยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของ Polya (1985) โดยเป็นเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบที่เน้นกระบวนการค้นพบที่มีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา คือ การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา การดำเนินการตามแผน และตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหานั้น ซึ่งเป็นเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนที่จะเริ่มต้นในการแก้โจทย์ปัญหา ง่ายต่อการเข้าใจและเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาที่ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดและแสดงความคิดเห็น มีอิสระในการหาคำตอบจากเนื้อหาที่เรียงลำดับจากง่ายไปหายา (นิตยา ทองคำ,2550,น.89) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจันของ อรพินธ์ ชื่นชอบ (2549, น.56) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์

นอกจากนี้ยังมีแนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ อีกแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจคือ การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้และเข้าถึงความรู้ ความจริงได้ด้วยตนเอง ซึ่งครูจะทำหน้าที่เป็นผู้กระตุ้น แนะนำช่วยเหลือ และจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ (ธารทิพย์ ขุนทอง,2555, น. 4)

จากแนวคิดข้างต้นชี้ให้เห็นว่าเทคนิคของโพลยาเป็นการจัดกิจกรรมการจัดกาเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการค้นพบในการแก้โจทย์ปัญหาและการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนใช้วิธีการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการค้นพบความรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอนความรู้และขยายความรู้ได้ ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์เรื่องงานและพลังงาน โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนคิดแก้โจทย์ปัญหาเป็นพร้อมทั้งมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้อย่างถูกต้อง

2.คำถามการวิจัย

1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องงานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หรือไม่อย่างไร

2) การจัดการเรียนรู้ปกติพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หรือไม่อย่างไร

3) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติหรือไม่อย่างไร

3.วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนรู้ปกติ

4.สมมติฐานการวิจัย

1) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

5.ขอบเขตของการวิจัย

5.1) ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทิงวิทยาคม อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 แผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 114 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทิงวิทยาคม อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 แผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 78 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 39 คน และกลุ่มควบคุม 39 คน

5.2) ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหารายวิชาฟิสิกส์ 2 หน่วยการเรียนรู้ เรื่องงานและพลังงาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) แบ่งเป็น 9 แผน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องงานเนื่องจากแรงคงตัว
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องงานเนื่องจากแรงไม่คงตัว
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องกำลัง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องพลังงานกล (พลังงานจลน์)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องพลังงานกล (พลังงานศักย์โน้มถ่วง)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องพลังงานกล (พลังงานศักย์ยืดหยุ่น)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานกล
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่องเครื่องกล
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องเครื่องกล (คำนวณ)

5.3) ขอบเขตด้านระยะเวลาในการดำเนินการศึกษาวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา จำนวน 17 คาบ คาบละ 50 นาที ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง ใช้เวลาจัดการเรียนรู้ตามตารางปกติที่โรงเรียนจัดสอน

6. ตัวแปรที่ศึกษา

6.1) ตัวแปรอิสระ

- การจัดการเรียนรู้โดยเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น
- การจัดการเรียนรู้ปกติ

6.2) ตัวแปรตาม

- ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

7. คำจำกัดความในการวิจัย

โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง สถานการณ์ที่ประกอบด้วย ข้อความและตัวเลข ในรายวิชาฟิสิกส์ 2 หน่วยการเรียน เรื่องงานและพลังงาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการแสดงวิธีทำการคิดหาคำตอบของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยวัดจากคะแนนของนักเรียนได้จากการตอบแบบฝึกหัดวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา รายวิชาฟิสิกส์ 2 หน่วยการเรียนรู้ เรื่องงานและพลังงาน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ หมายถึง คะแนนของนักเรียนได้จากการทดสอบวัดความรู้รายวิชาฟิสิกส์ 2 หน่วยการเรียนรู้ เรื่องงานและพลังงาน

เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา หมายถึง การจัดการรเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการค้นพบและคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วยขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน และ ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนใช้วิธีการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอนความรู้และเรียนรู้อย่างมีความหมาย ประกอบด้วย ขั้นตอนการเรียนรู้ 7 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นเร้าความสนใจ 3) ขั้นสำรวจค้นหา 4) ขั้นอธิบาย 5) ขั้นขยายความรู้ 6) ขั้นประเมินผล และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน

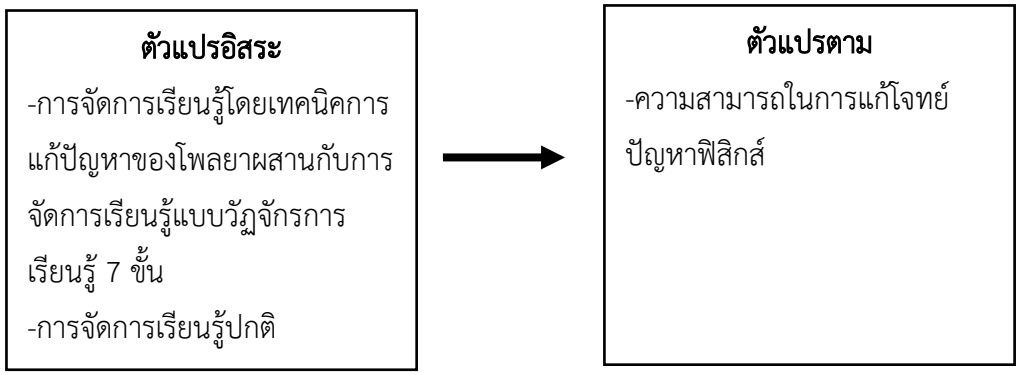
การจัดการเรียนรู้โดยเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสนากับการจัดการรเยนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีในการค้นพบและคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอนความรู้และเรียนอย่างมีความหมาย มีขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีระบบ ประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนรู้ 7 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นเร้าความสนใจ 3) ขั้นสำรวจค้นหา 4) ขั้นอธิบาย 5) ขั้นขยายความรู้ 6) ขั้นประเมินผล และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ แล้วนำเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอนผสานเข้าไปในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ และขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล

การจัดการเรียนรู้ปกติ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 , 4/2 และ 4/11 โรงเรียนเทิงวิทยาคม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

8.กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยผู้วิจัยได้เขียนกรอบแนวคิดในการวิจัยตามที่ได้ทำการศึกษา ดังนี้



การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้องค์ความรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่เหมาะสมกับนักเรียน

2) ได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สำหรับใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ

3) ได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้กับนักเรียน

4) ได้แนวทางในการวิจัยการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ให้กับนักเรียน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยในชั้นเรียน เรื่องการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำเสนอสาระตามลำดับ ดังนี้

1.หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.1) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

2.1) ปัญหาและการแก้ปัญหา

1) ความหมายของปัญหา

2) ความหมายของการแก้ปัญหา

3) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

2.2) ความสามในการแก้โจทย์ปัญหา

1) ความหมายของโจทย์ปัญหา

2) ประเภทของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์

3) ลักษณะของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์

4) องค์ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหา

5) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

2.3) การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

3. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

3.1) ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้

3.2) ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

3.3) บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

4. รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา

4.1) ประวัติความเป็นมาของโพลยา

4.2) เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา

4.3) การสอนการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยา

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสารการเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เทคโนโลยี

การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี

4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศการถ่ายทอดพลังงานการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่นๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ

1) **ความสามารถในการสื่อสาร** เป็นความสามารถในการนับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเอง และสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2) **ความสามารถในการคิด** เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3) **ความสามารถในการแก้ปัญหา** เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรค์ต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์ และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มา

ใช้ในการป้องกันและแก้ปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น ต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรม ไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์การดำรงชีวิตของพืช การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม และตัวอย่างโรคที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิต ดัดแปรพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ ปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศและการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต

เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของธาตุ สารละลาย สารบริสุทธิ์ สารผสม หลักการแยกสาร การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมีและสมบัติทางกายภาพ และการใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม

เข้าใจการเคลื่อนที่ แรงลัพธ์และผลของแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุ โมเมนต์ของแรง แรงที่ปรากฏในชีวิตประจำวัน สนามของแรง ความสัมพันธ์ของงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน ความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

เข้าใจสมบัติของคลื่น และลักษณะของคลื่นแบบต่าง ๆ แสง การสะท้อน การหักเหของแสง และทัศนอุปกรณ์

เข้าใจการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดู การเคลื่อนที่ ปรากฏของดวงอาทิตย์การเกิดข้างขึ้นข้างแรม การขึ้นและตกของดวงจันทร์การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศและความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ

เข้าใจลักษณะของชั้นบรรยากาศ องค์ประกอบและปัจจัยที่มีผลต่อลมฟ้าอากาศ การเกิดและผลกระทบของพายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน การพยากรณ์อากาศ สถานการณ์ การเปลี่ยน แปลงภูมิอากาศโลก กระบวนการเกิดเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และการใช้ประโยชน์ พลังงานทดแทนและการใช้ประโยชน์ลักษณะโครงสร้างภายในโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก ลักษณะชั้นหน้าตัดดิน กระบวนการเกิดดิน แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน กระบวนการเกิดและผลกระทบของภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย

เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีการเปลี่ยนแปลง ของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือ คณิตศาสตร์วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ทักษะและทรัพยากรเพื่อออกแบบและสร้างผลงานสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือการประกอบอาชีพ โดยใช้กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม รวมทั้งเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้ง คำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ ประเมิน นำเสนอข้อมูล และสารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง และเขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร อย่างรู้เท่าทันและรับผิดชอบต่อสังคม

ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่เชื่อมโยงกับพยานหลักฐาน หรือหลักการทาง วิทยาศาสตร์ ที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐาน ที่สามารถนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบและลงมือสำรวจตรวจสอบโดยใช้วัสดุและเครื่องมือ ที่เหมาะสม เลือกใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย

วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบจากพยานหลักฐาน โดยใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายและลงข้อสรุป และสื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบหลากหลายรูปแบบ หรือใช้เทคโนโลยี สารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างเหมาะสม

แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง โดยใช้เครื่องมือและวิธีการ ที่ให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ แสดงความคิดเห็นของ ตนเอง รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบ เมื่อมีข้อมูล และประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น เข้าใจผลกระทบทั้งด้านบวกและ ด้านลบของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ต่อสิ่งแวดล้อมและต่อบริบทอื่น ๆ และศึกษาหาความรู้ เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการดูแลรักษาความสมดุล ของระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เข้าใจการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์กลไกการรักษาดุลยภาพของ มนุษย์ ภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ประโยชน์จากสาร ต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วิวัฒนาการ ที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก การเปลี่ยนแปลง แทนที่ในระบบนิเวศ ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม สมบัติ บางประการของธาตุ การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติ ต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมีโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ การเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการเขียนสมการเคมี

เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวลและความเร่ง ผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้า และแรงภายในนิวเคลียส

เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน การเปลี่ยน พลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น การได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง สีกับการมองเห็นสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐาน สาเหตุกระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟ ระเบิด สึนามิผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

เข้าใจผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริออลิส ที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศ และการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร และผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก และแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และข้อมูลสารสนเทศ

เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของ เอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซีโครงสร้างและองค์ประกอบของ กาแล็กซี ทางช้างเผือก กระบวนการเกิดและการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของ ดาวฤกษ์และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของ ดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ลักษณะของดาวเคราะห์ ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก รวมทั้งการสำรวจอวกาศและ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือก ตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทาง วิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้า ได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ เพื่อนำ ไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสม มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกวัสดุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้อง ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูล และนำเสนอข้อมูล ด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยมีหลักฐานอ้างอิง หรือมีทฤษฎีรองรับ

แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะ หาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยี ประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่น และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือ สร้างชิ้นงานตามความสนใจ

แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยีได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบ ต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ทักษะ ทรัพยากรเพื่อออกแบบ สร้างหรือพัฒนาผลงานสำหรับแก้ปัญหาที่มีผลกระทบต่อสังคม โดยใช้กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงาน เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์และ เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและ การสื่อสาร เพื่อรวบรวมข้อมูลในชีวิตจริงจากแหล่งต่าง ๆ และความรู้จากศาสตร์อื่น มาประยุกต์ใช้ สร้างความรู้ใหม่ เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม วัฒนธรรม และใช้อย่างปลอดภัย มีจริยธรรม

คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ 2

ศึกษางานของแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง กำลังเฉลี่ยพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น ความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ งานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์กฎการอนุรักษ์พลังงานกล ปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่างๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล การทำงานประสิทธิภาพ การได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิดโดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกลในการพิจารณา โมเมนตัมของวัตถุ การดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น การดีดตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติที่เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม สมดุลกลของวัตถุโมเมนต์และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบ ผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกล สมดุลของแรงสามแรง สภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม มวลของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ การประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอธิปราย การอธิบายและการสรุปผล การนำเสนองานด้วยเทคโนโลยี เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตตนเอง ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่ถูกต้อง

สาระฟิสิกส์

ผลการเรียนรู้

1.อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกล และคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรง

2. สังเกต และอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ

3.วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณกำลังเฉลี่ย

4.อธิบาย และคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์ และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์

5.อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่างๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล

6.อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล

7.อธิบาย และคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม

8.ทดลอง อธิบาย และคำนวณปริมาณต่างๆที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติ ทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการดีดตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

9. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุ ในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลม ในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม

แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ปัญหาและการแก้ปัญหา

ความหมายของปัญหา

ปัญหา หมายถึงประเด็นที่เป็นอุปสรรค ความยากลำบาก ความต้านทาน หรือความท้าทาย หรือเป็นสถานการณ์ใด ๆ ที่ต้องมีการแก้ปัญหา ซึ่งการแก้ปัญหาจะรับรู้ได้จากผลลัพธ์ของการแก้ปัญหาหรือผลงานที่นำไปสู่วัตถุประสงค์หรือเป้าหมาย ประเด็นปัญหาแสดงถึงทางออกที่ต้องการควบคู่กับความบกพร่อง ข้อสงสัย หรือความไม่สอดคล้องที่ปรากฏขึ้น ซึ่งขัดขวางมิให้ผลลัพธ์ประสบผลสำเร็จ

Adams ; Ellis & Beeson (1977, pp. 173-174 **อ้างถึงใน จันทร์ขจร มะลิจันทร์ , 2554, น.39)** ได้กล่าวว่า ปัญหา คือสถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบที่เกี่ยวกับปริมาณซึ่งปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการ หรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาต้องค้นคว้าว่าจะใช้วิธีการใดเพื่อหาคำตอบของปัญหา

Krulik & Rudnick (1996,p.3 อ้างถึงใน เกริก ศักดิ์สุภาพ, 2554, น.19) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาว่า เป็นสถานการณ์ ข้อคำถาส ข้อสงสัยที่เมื่อเผชิญแล้วไม่สามารถที่จะใช้วิธีการใดในการแก้ไขเหตุการณ์ได้ในทันที

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น.221) กล่าวว่าปัญหา หมายถึง สถานการณ์หรือสิ่งที่พบแล้วไม่สามารถใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งแก้ปัญหาได้ทันที

สุพัตรา ฝ้ายขันธ์ (2552, น.35) ได้กล่าวว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามต่างๆที่จะต้องแก้ไข ซึ่งเป็นอุปสรรคที่ทำให้ไม่สามารถดำเนินการให้บรรลุถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้

สุวิชา วันสุดา (2554, น.46) ได้กล่าวว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่ก่อให้เกิดอุปสรรค ทำให้บุคคลที่กำลังเผชิญอยู่ไม่สามารถดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายได้ และในขณะนั้นยังไม่มีวิธีการหาคำตอบซึ่งบุคคลนั้นต้องการ และเต็มใจที่จะค้นคว้าหาคำตอบ เพื่อขจัดปัญหาให้หมดสิ้นไปด้วยการศึกษาจากสาเหตุที่มาของปัญหานั้นๆ และดำเนินการแก้ไขด้วยกระบวนการที่เหมาะสม

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556, น.19) ได้กล่าวว่า ปัญหา คือ สิ่งต่างๆที่ทำให้เกิดความสงสัย หรือความขัดแย้ง ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

จากความหมายของปัญหาดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์หรือประเด็นที่ก่อให้เกิดอุปสรรค ที่เมื่อเผชิญแล้วไม่สามารถที่จะใช้วิธีการใดในการแก้ไขได้ในทันทีเป็นสิ่งที่จะต้องมีการแก้ไข ซึ่งการแก้ไขปัญหาจะรับรู้ได้จากผลลัพธ์ของการแก้ปัญหาหรือผลงานที่นำไปสู่วัตถุประสงค์หรือเป้าหมาย ประเด็นปัญหาแสดงถึงทางออกที่ต้องการ ควบคู่กับความบกพร่อง ข้อสงสัย หรือความไม่สอดคล้องที่ปรากฏขึ้น ซึ่งขัดขวางมิให้ผลลัพธ์ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมาย

ความหมายของการแก้ปัญหา

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553, น.153) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง การคิดไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์สิ่งต่างๆ ที่เป็นประเด็นสำคัญของเรื่อง หรือสิ่งต่างๆที่คอยรบกวน สร้างความรำคาญ สร้างความยุ่งยากสับสน และพยายามหาหนทางคลี่คลายสิ่งเหล่านั้นให้ปรากฏ และหาหนทางขจัดปัดเป่าสิ่งที่เป็นปัญหาก่อความรำคาญ ความยุ่งยากสับสนให้หมดไป

สุวิชา วันสุดล (2554, น.46) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาว่า เป็นกระบวนการหรือวิธีดำเนินการที่ซับซ้อน ซึ่งผู้แก้ปัญหาต้องหาวิธีการคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ไม่พึงประสงค์โดยอาศัยสติปัญญา ทักษะการคิดแบบวิเคราะห์ และความรู้ความเข้าใจในสถานการณ์ ความพร้อมที่จะแก้ปัญหาใหม่ๆ โดยการเรียนรู้จากประสบการณ์เดิมทั้งทางตรงและทางอ้อม และตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์นั้น เพื่อให้เป้าหมายบรรลุผลตามที่ต้องการ

Gagne (1970,p.62) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาว่า เป็นรูปแบบการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นมาผสมผสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่าความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหา การเรียนรู้ประเภทนี้ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทความคิดรวบยอดเป็นพื้นฐานของการเรียนเป็นการเรียนรู้ประเภทหนึ่งที่อาศัยความสามารถในการมองลักษณะร่วมของสิ่งเร้าทั้งหมด

Good (1973, p.518) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาว่า เป็นแบบแผนหรือวิธีการซึ่งอยู่ในสภาวะที่มีความยุ่งยากลำบาก หรืออยู่ในสภาวะที่พยายามตรวจข้อมูลที่ทำได้ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐานและตรวจสอบสมมตฐาน ภายใต้การควบคุม มีการเก็บข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์นั้นว่าจริงหรือไม่

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556, น.20) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการในการใช้ความรู้ความคิดและประสบการณ์ ในการหาทางออกของปัญหาที่ต้องอาศัยทั้งสติปัญญา ทักษะความรู้ ความเข้าใจ โดยมีขั้นตอนหรือกระบวนการในการทำความเข้าใจกับปัญหาจนสามารถค้นพบทางออกของปัญหา เพื่อให้เป้าหมายบรรลุผลสำเร็จตามที่ได้วางไว้

Torrance (1987 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2557, น.67) ให้ความหมายการคิดแก้ปัญหาว่า เป็นรูปแบบการคิดแก้ปัญหาที่เริ่มจากการรับรู้ถึงสถานการณ์ที่ยังไม่ปรากฏขึ้น แล้วนำเอาสถานการณ์นั้นมาเข้าสู่ระบบการคิดแก้ปัญหา หรือค้นคว้าคำตอบที่แปลกใหม่ เป็นแนวคิดที่มีคุณค่าตามกระบวนการคิดแก้ปัญหา

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2557, น.68) ได้กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหาเป็นการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมของบุคคล นำมาคิดแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่กำหนด

จากความหมายของการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการหาทางออกของปัญหา โดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมที่ได้เรียนรู้มาในการหาคำตอบได้อย่างเหมาะสม เพื่อให้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่มีความสัมพันธ์กับพัฒนาการด้านสติปัญญา และการเรียนรู้เพื่อให้เข้าใจในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา จึงมีทฤษฎีเกี่ยวข้อง ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555, น.18)

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2548, น.12-13 อ้างถึงใน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555 , น.18-19) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนตามลำดับอายุ

เพียเจต์ ให้ชื่อการพัฒนาการของเด็กวัยรุ่นหรือวัยมัธยมศึกษาว่า Formal Operation สามารถคิดได้แบบผู้ใหญ่ คือ

- คิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้
- มีความสนใจในปรัชญาชีวิต ศาสนา อาชีพ
- สามารถใช้เหตุผลเป็นหลักในการตัดสินใจ
- สามารถคิดเหตุผลได้ทั้งอนุมานและอุปมาน
- มีหลักการในการให้เหตุผลของตนเอง เกี่ยวกับความยุติธรรม เสมอภาคและมีมนุษยธรรม

ทฤษฎีการเรียนรู้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ มีสาระสรุปได้ดังนี้

พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น ดังนี้

1. ขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว (Sensori-Motor Stage) เริ่มตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี พฤติกรรมของเด็กในวัยนี้ขึ้นอยู่กับการเคลื่อนไหวเป็นส่วนใหญ่

2. ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational Stage) เริ่มตั้งแต่อายุ 2-7 ปี แบ่งออกเป็นขั้นย่อยอีก 2 ขั้น คือ

- ขั้นก่อนเกิดสังกัป (Preconceptual Thought) เป็นขั้นพัฒนาการของเด็กอายุ 2-4 ปี เป็นช่วงที่เด็กเริ่มมีเหตุผลเบื้องต้น สามารถจะโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์2เหตุการณ์หรือมากกว่ามาเป็นเหตุผล เกี่ยวโยงซึ่งกันและกัน แต่เหตุผลของเด็กวัยนี้ยังมีขอบเขตจำกัดอยู่
- ขั้นการคิดแบบญาณหยั่งรู้ นึกออกเองโดยไม่ใช้เหตุผล (Intuitive Thought) เป็นขั้นพัฒนาการของเด็กอายุ 4-7 ปี ขั้นนี้เด็กจะเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ รวมตัวดีขึ้น รู้จักแยกประเภทและแยกชิ้นส่วนของ

3. ขั้นปฏิบัติการคิดด้านรูปธรรม (Concrete Operation Stage) เริ่มจากอายุ 7-11 ปี พัฒนาการทางด้านสติปัญญาและความคิดของเด็กวัยนี้สามารถสร้างกฎเกณฑ์และตั้งเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งแวดล้อมออกเป็นหมวดหมู่ได้

4. ขั้นปฏิบัติการคิดด้วยนามธรรม (Formal Operational Stage) เริ่มจากอายุ 11-15 ปี ในขั้นนี้พัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของเด็กวัยนี้เป็นขั้นสุดยอด คือเด็กในวัยนี้จะเริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ ความคิดแบบเด็กจะสิ้นสุดลง เด็กจะสามารถที่จะคิดหาเหตุผลนอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์

ขั้นตอนพัฒนาการทางปัญญาของบรูเนอร์ มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่1 ...Enactive representation (แรกเกิด - 2 ขวบ) เด็กจะแสดงการพัฒนาทางสมองหรือทางปัญญาด้วยการกระทำ และยังคงดำเนินต่อไปเรื่อยๆตลอดชีวิต วิธีการเรียนรู้ในขั้นนี้จะเป็นการแสดงออกด้วยการกระทำ เรียกว่า **Enactive mode** จะเป็นวิธีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยการสัมผัส จับต้องด้วยมือ ผลัก ดึง รวมถึงการใช้ปากกับวัตถุสิ่งของที่อยู่รอบๆตัว สิ่งที่สำคัญเด็กจะต้องลงมือกระทำด้วยตนเอง เช่น การเลียนแบบ หรือการลงมือกระทำกับวัตถุสิ่งของ ส่วนผู้ใหญ่จะใช้ทักษะทางการที่ซับซ้อน เช่น ทักษะการขี่จักรยาน เล่นเทนนิส เป็นต้น

ขั้นที่ 2 ... Iconic representation ในขั้นพัฒนาการทางความคิด จะเกิดจากการมองเห็นและการใช้ประสาทสัมผัสแล้ว เด็กสามารถถ่ายทอดประสบการณ์ต่างๆเหล่านั้นด้วยการมีภาพในใจแทน พัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจจะเพิ่มตามอายุเด็กที่โตขึ้นก็จะสามารถสร้างภาพในใจได้มากขึ้น วิธีการเรียนรู้ในขั้นนี้ เรียกว่า **Iconic mode** เมื่อเด็กสามารถที่จะสร้างจินตนาการ หรือ มโนภาพ (Imagery)ในใจได้ เด็กจะสามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆในโลกได้ด้วย Iconic mode ดังนั้นในการเรียนการสอน เด็กสามารถที่จะเรียนรู้โดยการใช้ภาพแทนของการสัมผัสจากของจริง เพื่อที่จะช่วยขยายการเรียนรู้ที่เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะ ความคิดรวบยอด กฎและ หลักการ ซึ่งไม่สามารถแสดงให้เห็นได้ บรูเนอร์ได้เสนอแนะให้นำโสตทัศนวัสดุมาใช้ในการสอน ได้แก่ ภาพนิ่ง โทรทัศน์ หรืออื่นๆเพื่อที่จะช่วยให้เด็กเกิดจินตนาการประสบการณ์ที่เพิ่มขึ้น

ขั้นที่3.... Symbolic representation ในขั้นพัฒนาการทางความคิดที่ผู้ เรียนสามารถถ่ายทอดประสบการณ์หรือเหตุการณ์ต่างๆโดยใช้สัญลักษณ์ หรือ ภาษา บรูเนอร์ถือว่าการพัฒนาในขั้นนี้เป็น ขั้นสูงสุด ของพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจ เช่น การคิดเชิงเหตุผล หรือการแก้ปัญหา และเชื่อว่า การพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจจะควบคู่ไปกับภาษา วิธีการเรียนรู้ในขั้นนี้เรียกว่า **Symbolic mode** ซึ่งผู้เรียนจะใช้ในการเรียนได้เมื่อมี ความสามารถที่จะเข้าใจในสิ่งที่เป็นนามธรรม หรือความคิดรวบยอดที่ซับซ้อน

บรูเนอร์เชื่อว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมซึ่งนำไปสู่การค้นพบและการแก้ปัญหา เรียกว่า **การเรียนรู้โดยการค้นพบ (Discovery approach)** ผู้เรียนจะประมวลข้อมูลข่าวสารจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และจะรับรู้สิ่งที่ตนเองเลือก หรือสิ่งที่ใส่ใจ การเรียนรู้แบบนี้จะช่วยให้เกิดการค้นพบเนื่องจากผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งจะเป็นแรงผลักดันที่ทำให้สำรวจสิ่งแวดล้อม และทำให้เกิดการเรียนรู้โดยการค้นพบ โดยมีแนวคิดที่เป็นพื้นฐาน ดังนี้

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง

2. ผู้เรียนแต่ละคนจะมีประสบการณ์และพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกัน การเรียนรู้จะเกิดจากการที่ผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบใหม่กับความรู้เดิมแล้วนำมาสร้างเป็นความหมายใหม่

ทฤษฎีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์

ทอแรนซ์ กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการของความรู้สึกไวต่อปัญหาหรือสิ่งที่บกพร่องขาดหายไป แล้วจึงรวบรวมความคิดหรือตั้งเป็นสมมติฐานทำการทดสอบสมมติฐาน และเผยแพร่สิ่งที่ได้จากการทดสอบสมมติฐานนั้น ซึ่งแบ่งเป็นขั้น ๆ ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพบความจริง (Fact – Finding) ในขั้นนี้เริ่มตั้งแต่ความรู้สึกกังวล มีความสับสนวุ่นวาย เกิดขึ้นในจิตใจ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นอะไร จากจุดนี้ก็พยายามตั้งสติ และหาข้อมูลพิจารณาดูว่าความยุ่งยาก วุ่นวาย สับสน หรือสิ่งที่ทำให้กังวลใจนั้นคืออะไร

ขั้นที่ 2 การค้นพบปัญหา (Problem – Finding) ขั้นนี้เกิดต่อจากขั้นที่ 1 เมื่อได้พิจารณาโดยรอบคอบแล้ว จึงเข้าใจและสรุปว่า ความสับสนวุ่นวายนั้นก็คือ การเกิดปัญหานั่นเอง

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน (Idea – Finding) ขั้นนี้ต่อจากขั้นที่ 2 เมื่อรู้ว่ามีปัญหาเกิดขึ้นก็จะพยายามคิดและตั้งสมมติฐาน และรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบสมมติฐานในขั้นที่ 3

ขั้นที่ 4 การค้นพบปัญหา (Solution – Finding) ในขั้นนี้จะพบคำตอบจากการทดสอบสมมติฐานในขั้นที่ 3

ขั้นที่ 5 ยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance – finding) ขั้นนี้เป็การยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์เรียบร้อยแล้วว่าน่าจะแก้ปัญหาให้สำเร็จได้อย่างไร แต่ต่อจากจุดนี้การแก้ปัญหาหรือการค้นพบยังไม่จนตรงนี้ แต่ผลที่ได้จากการค้นพบจะนำไปสู่หนทางที่จะทำให้เกิดแนวคิดหรือสิ่งใหม่ต่อไปที่เรียกว่า New Challent

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ความหมายของโจทย์ปัญหา

อารมณ์ จันทร์ลาม (2550, น.64) ได้กล่าวว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ซึ่งมีข้อความเป็นภาษาหนังสือหรือเรื่องรายที่ไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ในทันทีทันใด ต้องคิดหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบในเชิงปริมาณหรือตัวเลข ซึ่งต้องใช้ประสบการณ์ ความรู้ การวางแผน การตัดสินใจดำเนินการแก้ปัญหา โดยจะต้องแปลความหมายและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาก่อนที่จะดำเนินการหาคำตอบ

นภดล แก้วเรือง (2550, น.40) ได้กล่าวว่าโจทย์ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่ประกอบด้วยข้อความและตัวเลขพบได้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งผู้แก้จะต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน และการตัดสินใจโดยใช้กระบวนการที่เหมาะสม

จากความหมายของโจทย์ปัญหา สรุปได้ว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่ประกอบด้วยข้อความเป็นภาษาหนังสือและตัวเลขที่ไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ในทันที ซึ่งผู้แก้โจทย์ปัญหาต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน และการตัดสินใจดำเนินการแก้ปัญหา โดยวิธีการคิดหาคำตอบที่เหมาะสม การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ซึ่งผู้วิจัยได้ให้นิยามโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง สถานการณ์ที่เป็นข้อความและตัวเลขในรายวิชาฟิสิกส์ 2 หน่วยการเรียนรู้เรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรง

ประเภทของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์

ผู้วิจัยได้ศึกษาประเภทของโจทย์ปัญหา ซึ่งมีนักการศึกษาได้แบ่งประเภท ของโจทย์ปัญหาไว้ดังนี้

Charies and Lester (1982, อ้างถึงใน นฤมล ฉิมงาม, 2558, หน้า 31) ได้พิจารณาตามเป้าหมาย การฝึกและจำแนกประเภทของปัญหา ตามเป้าหมายของการฝึก แก้ปัญหาไว้ 6 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึกเป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนและวิธีการคำนวณ

2. ปัญหาอย่างง่าย เป็นปัญหาที่เคยเห็นมาก่อน เช่น ปัญหาในหนังสือ เรียนซึ่งต้องฝึกให้คุ้นกับการเปลี่ยนประโยคข้อความเป็นประโยคสัญลักษณ์มักเป็นปัญหาขั้นตอน เดียวที่เชื่อมโยงให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และพัฒนาการคำนวณ

3. ปัญหาที่ซับซ้อน คล้ายกับปัญหาอย่างง่าย แต่เพิ่มปัญหาที่มีสอง ขั้นตอนหรือมากกว่า 2 ขั้นตอน

4. ปัญหาที่เป็นกระบวนการ เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ทันทีจะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้นหรือแบ่งเป็นตอน ย่อย ๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหาเน้นการพัฒนากลวิธี ต่าง ๆ มีการวางแผนแก้ปัญหาและประเมินผลคำตอบ

5. ปัญหาประยุกต์เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะความรู้มโนทัศน์และวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบของวิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เช่น การแทนข้อมูลด้วยสัญลักษณ์ จัดระบบประมวลผลและแปรผล ปัญหาประยุกต์เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้แก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้ผู้แก้ปัญหาเห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์

6. ปัญหาปริศนา เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดาไม่จำเป็น ต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหาและเป็นปัญหาที่มองได้หลายแง่มุม ปัญหาปริศนามักเป็นปัญหา ลับสมองปัญหาท้าทายผู้ที่มีทักษะในการแก้ปัญหาจะแก้ปัญหาในลักษณะนี้ได้ดี

Baroody (1993, อ้างถึงใน นฤมล ฉิมงาม, 2558, หน้า 32) ได้แบ่งโจทย์ ปัญหาฟิสิกส์ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ปัญหาธรรมดามีปัญหาอย่างง่ายหรือปัญหาชั้นเดียวเป็นปัญหาที่ใช้ การกระท าทางคณิตศาสตร์อย่างเดียวและแก้ไขได้อย่างตรงไปตรงมา

2. ปัญหาไม่ธรรมดามีปัญหาแปลกใหม่แบ่งออกเป็น 7 ลักษณะ ได้แก่

2.1 ปัญหาที่ซับซ้อนหรือปัญหาหลายขั้นตอน ปัญหาที่แก้ได้ โดยการกระทำทางคณิตศาสตร์สองการกระทำหรือมากกว่านั้นที่แตกต่างกัน

2.2 ปัญหาที่แก้ไขสิ่งอื่นของปัญหานอกจากจะร่วมกันแก้ปัญหา หลายขั้นและขั้นเดียวแล้ว ปัญหานี้ยังต้องการวิเคราะห์ทางความคิด เป็นปัญหาที่ต้องการ หาองค์ประกอบที่ผิดหรือโจทย์ปัญหาที่มากกว่าหนึ่งคำตอบ เป็นต้น

2.3 ปัญหาที่เป็นวิธีปฏิบัติปัญหาที่ให้แสดงถึงขั้นตอน ในการแก้ปัญหา

2.4 ปัญหาที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับกลอุบาย ปัญหาที่ทำให้เกิด ความท้าทายในการทำงาน

2.5 ปัญหาเฉพาะไม่ระบุจุดหมาย ปัญหาลักษณะนี้เป็นชนิด ของปัญหาแปลกใหม่ ปัญหาลักษณะนี้จึงไม่ต้องการคำตอบ มีเงื่อนไขของคำตอบ ปัญหานี้ สนับสนุนให้นักเรียนรู้จักคิดส่วนค าถามครูไม่คาดค าตอบไว้ก่อน

2.6 ปัญหาประยุกต์ ปัญหาลักษณะนี้ขยายจากสถานการณ์จริง ในชีวิตประจำวัน

2.7 ปัญหาที่แก้โดยยุทธวิธีปัญหาที่กำหนดด้วยความมุ่งหมาย ที่นักเรียนจะต้องแก้ระบุกลุ่มกลวิธีที่นักเรียนใช้แก้ปัญหาหรือนักเรียนใช้ปัญหาเหล่านี้อย่างไร

ปราณี ผิวแดง (2553, หน้า 39) แบ่งโจทย์ปัญหาออกเป็นสองประเภท คือ

1. แบ่งตามจุดประสงค์ของปัญหา ประกอบด้วย ปัญหาให้ค้นหาและ ปัญหาให้พิสูจน์

2. แบ่งตามความซับซ้อนของปัญหา ประกอบด้วย ปัญหาธรรมดาและ ปัญหาไม่ธรรมดา

จากประเภทของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่ได้กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหา ฟิสิกส์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ปัญหาธรรมดาที่พบได้โดยทั่วไปในชั้นเรียนหรือปัญหาที่พบใน หนังสือเรียนตามปกติใช้สำหรับฝึก โดยน าทฤษฎีหลักการและสูตรทางฟิสิกส์มาใช้มักเป็นปัญหา ขั้นตอนเดียวที่โยงให้เกิดความเข้าใจและพัฒนาการคิดคำนวณ และปัญหาไม่ธรรมดาหรือปัญหา แปลกใหม่ เป็นปัญหาที่ซับซ้อน อาจไม่เคยพบเห็นมาก่อน เป็นปัญหาที่ต้องใช้ความคิดในการ วิเคราะห์และการประยุกต์ใช้ทักษะความรู้การได้มาซึ่งค าตอบต้องอาศัยการคำนวณ 2 วิธีการ หรือมากกว่านั้น บางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่ม ไม่จ าเป็นต้องแก้ปัญหาโดยการใช้การคำนวณ

ลักษณะของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์

วิไลวัลย์ เมืองโคตร (2548, น.13 อ้างถึงใน จิตติมา พิศาภาค,2552, น.17) ได้กล่าวถึงลักษณะของโจทย์ปัญหาที่ดี ดังนี้

1) ภาษาที่ใช้สามารถเข้าใจง่าย

2) ช่วยกระตุ้นและพัฒนาความคิด

3) ไม่สั้นหรือยาวเกินไป

4) ไม่ยากหรือง่ายเกินไปสำหรับนักเรียนในวัยนั้นๆ

5) ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหา

6) ข้อมูลที่มีอยู่จะต้องทันสมัยและเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง

7) นักเรียนสามารถใช้การวาดภาพ ไดอะแกรม หรือแผนภูมิช่วยในการแก้ปัญหา

8) ในการแก้ปัญหานั้น นักเรียนต้องอาศัยประสบการณ์จากความรู้ที่เคยเรียนมาแล้ว

9) ก่อให้เกิดการวิเคราะห์และแยกแยะปัญหา ซึ่งเป็นกระบวนการทางความคิดที่สำคัญ

10) คำตอบที่ได้ควรมีเหตุผล ไม่ใช่คำตอบที่ได้จากความจำ

จากลักษณะของโจทย์ปัญหาที่ดีกล่าวมาจะเห็นได้ว่าลักษระของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์มีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ครูผู้สอนควรจะสร้างโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ให้มีลักษณะ ดังนี้

องค์ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหา

จากการศึกษาพบว่าองค์ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหามีดังนี้ สุคนธ์ สินธพานนท์(2555, หน้า 140) สรุปว่า องค์ประกอบสำคัญ ในการแก้ปัญหาจะต้องนึกถึงนักเรียนเป็นสำคัญ โดยพิจารณาจากเรื่องที่เกี่ยวกับตัวนักเรียน อยู่ในขอบเขตความสามารถทางปัญญาของนักเรียน มีกิจกรรมหรือสิ่งเร้าที่ให้นักเรียนมองเห็น ปัญหา ครูแนะน าวิธีวางแผนการแก้ปัญหา เก็บรวบรวมข้อมูล และประเมินผลให้นักเรียนเข้าใจ ส่งผลให้นักเรียนสามารถด าเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาจนกระทั่งสรุปผลการแก้ปัญหาได้

Morgan (1987, pp. 154-155 อ้างถึงใน สุคนธ์ สินธพานนท์, 2555, หน้า 139) ได้สรุปความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของบุคคลเนื่องจากองค์ประกอบ ต่อไปนี้

1. สติปัญญา ผู้มีสติปัญญาดีจะมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ได้ดี

2. แรงจูงใจ เป็นสิ่งที่ท าให้เกิดแนวทางในการตรวจปัญหา

3. ความพร้อมในการแก้โจทย์ปัญหาใหม่ๆ เป็นความพร้อม ในการแก้โจทย์ปัญหานั้นเนื่องจากประสบการณ์ที่เคยมีมาก่อน

4. การเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนจะมีความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ความสามารถของสติปัญญา การทำความเข้าใจกับโจทย์ปัญหา การวางแผนหาวิธีแก้ปัญหา การคำนวณหรือการลงมือปฏิบัติและการตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้รวมทั้งยุทธวิธี และขั้นตอนต่างๆ มาช่วยในการแก้ปัญหาด้วย ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถตัดสินแก้โจทย์ปัญหา ฟิสิกส์หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องและเป็นระบบ

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

จากการศึกษาพบว่า ได้มีผู้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาไว้ดังนี้ เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556, หน้า 9) ได้เสนอว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์และวางแผน หมายถึง การทำความเข้าใจวิเคราะห์ และวางแผนระบุความสำคัญแผนภาพแทนโจทย์หลักการที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา

2. ปฏิบัติการแก้ปัญหา หมายถึง การแก้ปัญหาเพื่อหาค าตอบที่โจทย์ ต้องการโดยใช้ข้อมูลจากขั้นวิเคราะห์และวางแผนประกอบ

3. ตรวจสอบคำตอบ หมายถึง การตรวจสอบรู้ว่าคำตอบที่ได้ สมเหตุสมผลหรือไม่

พิจิตร ยังค า (2557, หน้า 2) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหา หมายถึง ความสามารถตามขั้นตอน ในการเตรียมการวางแผน วิเคราะห์ข้อมูลที่โจทย์ให้มา เลือกใช้สูตรดำเนินการเพื่อให้ได้คำตอบ ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการทำความเข้าใจข้อมูล หรือเงื่อนไขในโจทย์ปัญหา พิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์ก าหนดให้และสิ่งที่ โจทย์ต้องการให้หาก่อนท าการแก้โจทย์ปัญหาต่อไป ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

1.1 พิจารณาโจทย์ปัญหาที่ก าหนดให้หรือสิ่งที่ก าหนดให้ในโจทย์ ท าการแปลงค าพูดจากโจทย์เป็นสัญลักษณ์สูตรบรรจุลงในตารางวิเคราะห์

1.2 พิจารณาโจทย์ว่าต้องการให้หาสิ่งใด แปลงเป็นสัญลักษณ์สูตร บรรจุสูตรลงในตารางวิเคราะห์

1.3 วางแผนแก้ปัญหา เริ่มต้นด้วยการหาสูตรที่ใช้หาคำตอบบรรจุ ลงในตารางวิเคราะห์เชื่อมโยงเส้นลูกศรจากสัญลักษณ์แต่ละตัวในสูตรไปยังสิ่งที่กำหนดให้ ถ้ายังมีตัวสัญลักษณ์ในสูตรที่ไม่มีสิ่งที่กำหนดให้ให้เขียนสูตรในการหาตัวนั้น ๆ ต่อไปจนกว่าจะ เชื่อมโยงไปสู่สิ่งที่โจทย์กำหนดจนครบ

2. ลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วางไว้

2.1 เขียนสูตรหรือสมการ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม ผังมโนทัศน์โดยเริ่มจากจุดสุดท้ายย้อนไปทีละสูตรตามลำดับ

2.2 แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่า พร้อมลงหน่วยในสูตรจนกระทั่งได้ คำตอบ

2.3 คำนวณหาค่าตัวแปรที่ต้องการ ตามล าดับตาม ข้อ 2.1 จนได้ คำตอบ

3. การตรวจสอบผลที่ได้โดยพิจารณาคำตอบจากขั้นตอนที่ 2 ว่ามีความเป็นไปได้หรือไม่ โดยพิจารณาจากขนาดและหน่วยของปริมาณที่ได้

Mark & et al. (1975, อ้างถึงใน พิมพ์สรณ์ ตุกเตียน, 2552, หน้า 53) สรุปความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามีดังนี้

1. สำรวจและค้นพบปัญหาด้วยวิถีทางต่าง ๆ จนมองเห็นองค์ประกอบ ที่จำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาและพิจารณาว่าข้อมูลอะไรที่ต้องการหาและข้อมูลอะไรที่เป็น ประโยชน์

2. การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ของข้อมูลในปัญหาปัจจุบันนั้นได้

3. ฝึกปฏิบัติตามโมเดลทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์ ของโจทย์ปัญหา

4. ตรวจสอบการคำนวณผู้เรียนรู้จักการประเมินและตรวจสอบ ผลการคำนวณว่าถูกต้องหรือไม่

Dewey (1976, p. 130) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง การรับรู้และเข้าใจปัญหา เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นผู้ประสบปัญหาจะต้องรู้และเข้าใจตัวปัญหาก่อนว่าปัญหาที่พบนั้นคืออะไร

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง การพิจารณาดูว่าสิ่งใดบ้าง เป็นสาเหตุของปัญหา กล่าวคือ มีการระบุและแจกแจงปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่งจะต่างกันระดับ ความยากง่ายที่จะแก้ไขต่างกัน

3. ขั้นเสนอแนวทางการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหา วิธีการให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาแล้วออกมาในรูปแบบของวิธีการรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับ ปัญหาเพื่อการตั้งสมมติฐาน

4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง การเสนอเกณฑ์ เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหาถ้าผลที่ได้รับไม่ถูกต้องก็เสนอวิธี แก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้พิสูจน์ให้ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5. ขั้นการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธี แก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้าเมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการเตรียมการ วางแผนวิเคราะห์ข้อมูลที่โจทย์ให้มา การเลือกใช้สูตร และดำเนินการหาคำตอบ เพื่อให้ได้ค าตอบของโจทย์ปัญหา พร้อมทั้งตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้

การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

จากการศึกษาพบว่า มีนักการศึกษาหลายท่านทำการศึกษาเกี่ยวกับการวัด ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้ กรมวิชาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2539, อ้างถึงใน ลักษณา ศิริมาลา , 2553, หน้า 43) ได้เสนอเครื่องมือและวิธีการวัดที่ใช้ในการวัดความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ ประเภท ดังนี้

1. การสังเกต เป็นเครื่องมือที่ใช้ในระหว่างการสอนของครูการสังเกต ที่มีประสิทธิภาพของครูจะสะท้อนความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ช่วยให้เห็นการพัฒนา ด้านการคิดของผู้เรียนอย่างชัดเจน การสังเกตการณ์แก้ปัญหาของผู้เรียนมี 2 วิธีคือ การสังเกต แบบไม่ตั้งใจ ซึ่งเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา เมื่อครูมีความใกล้ชิดสนิทสนมกับผู้เรียน เช่น เวลาที่ผู้เรียน ตอบค าถามผู้เรียนจะได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างไร ครูต้องบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียน ไว้เพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนต่อไป การสังเกต แบบตั้งใจ เป็นการสังเกตและบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบมีการจัดท รายการพฤติกรรมและ แบบฟอร์มการสังเกตไว้ล่วงหน้าซึ่งจะช่วยให้สังเกตได้ตรงตามรายการพฤติกรรมที่ต้องการวัด ให้มากขึ้น

2.การประเมินตนเอง เป็นการให้ผู้เรียนได้ประเมินว่าตนเองมีพฤติกรรม ในเรื่องการแก้ปัญหาอย่างไร เมื่อพบปัญหาใดปัญหาหนึ่งหรือการร่วมคิดแก้ปัญหากับกลุ่ม โดยผู้เรียนอาจเขียนความก้าวหน้าของตนเองในการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา ซึ่งการประเมินตนเองนี้จะสะท้อนให้เห็นการพัฒนาการแก้ปัญหาของแต่ละคน

3. แบบสำรวจรายการ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ประเมิน พฤติกรรมในการแก้ปัญหาของผู้เรียนซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเก็บข้อมูล ที่เป็นกระบวนการ หรือวิธีการที่มีการแบ่งแยกการกระทาหรือการแสดงออกต่างๆ ไว้อย่างชัดเจน แบบสำรวจ รายการนี้สามารถใช้ในการประเมินการแสดงออกของผู้เรียนในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างดี

4. แบบทดสอบข้อเขียน เป็นการสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถ ในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ครูต้องกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา โดยให้ ผู้เรียนอธิบายในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา มีการกำหนดเกณฑ์ให้คะแนนในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นแรกจนขั้นสุดท้ายว่าจะให้ขั้นตอนละกี่คะแนน

วรางคณา บุญครอบ (2553, หน้า 762) ได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยก าหนดสถานการณ์มาให้เพื่อให้นักเรียนตอบว่าอะไรคือปัญหาในสถานการณ์ พิจารณาว่าปัญหานั้นมีสาเหตุมาจากอะไรมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร และจะเกิดอะไรขึ้น จากวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว การตรวจให้คะแนนในสถานการณ์หนึ่งมี 4 ข้อ ๆ ละ 1 คะแนน

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556, หน้า 41) ได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาฟิสิกส์ซึ่งเป็นคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการตอบแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหา เรื่องสมดุลกลงานและพลังงาน โดยใช้เป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งประกอบไปด้วยสถานการณ์โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ทั้งหมดรวม 5 สถานการณ์ และแต่ละ สถานการณ์มีคำถามย่อย 3 ข้อ รวมทั้งสิ้น 15 ข้อ

จากการศึกษาแนวคิดการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาดังข้างต้น สามารถ สรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หมายถึง คะแนนของนักเรียนที่ได้ จากการตอบคำถามตามแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

องค์ประกอบความสามารถใน การแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้5 องค์ประกอบดังนี้

1) การระบุหลักฐานความเข้าใจมโนทัศน์ (Evidence of conceptual understanding) เป็นการวาดภาพอธิบายแทนสถานการณ์ การระบุปริมาณที่ทราบค่า ปริมาณที่ไม่ทราบค่า เงื่อนไขต่างๆ และกฎ หลักการ หรือมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง

2) การระบุตัวแทนทางฟิสิกส์ (Completeness of physics representation) เป็นการวาดภาพแทนสถานการณ์ทางฟิสิกส์ การระบุปริมาณที่ทราบค่าและปริมาณที่ไม่ทราบค่า และเงื่อนไขต่างๆ ในรูปของสัญลักษณ์ พร้อมแสดงความสัมพันธ์ทั่วไปของปริมาณทางฟิสิกส์

3) การสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical equation) เป็นการสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับตัวแทนทางฟิสิกส์

4) การแสดงขั้นตอนการแก้สมการ (Logical progression) เป็นการแก้สมการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้สมการสุดท้ายที่มีปริมาณเป้าหมายอยู่ด้านหนึ่งของสมการ และปริมาณที่ทราบค่าอยู่อีกด้านหนึ่งของสมการมีความสอดคล้องกันอย่างต่อเนื่อง และการสนับสนุนในแต่ละขั้นตอนปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจน

5) การแสดงการคำนวณทางคณิตศาสตร์ (Mathematical execution) เป็นการนำค่าปริมาณที่ทราบค่าแทนในสมการสุดท้าย แสดงการคำนวณเพื่อให้ได้ค่าปริมาณเป้าหมาย และมี การระบุหน่วยของค่าคำตอบได้ชัดเจน

บุญชม ศรีสะอาด (2535, น.50) ได้กล่าวถึง การวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ว่าสามารถใช้เครื่องมือได้หลายประเภท สามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมตามลักษณะข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1) แบบทดสอบ (Test) คือ ชุดคำถาม หรืองานชุดใดๆที่สร้างขึ้น เพื่อนำไปเร้าให้กลุ่มตัวอย่างตอบสนองออกมา การตอบอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูดหรือการปฏิบัติที่สามารถสังเกตได้ วัดเป็นปริมาณได้ ซึ่งแบบทดสอบสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ตามรูปแบบของคำถาม

1.1) แบบทดสอบแบบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีข้อคำถามและมีตัวเลือกให้เลือกตอบ อาจแบ่งเป็นหลายประเภท ได้แก่ แบบทดสอบแบบถูก-ผิด แบบทดสอบแบบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

1.2) แบบทดสอบแบบเขียนตอบ เป็นแบบทดสอบที่มีข้อคำถาม แต่ไม่มีตัวเลือกให้เลือกตอบ ผู้ตอบต้องเขียนคำตอบลงไปเอง อาจแบ่งเป็นหลายประเภท ได้แก่ แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบแบบตอบสั้น และแบบทดสอบอัตนัยความเรียง

พนารัตน์ วัดไทยสงค์ (2544, น.42 อ้างถึงใน อรพินท์ ชื่นชอบ , 2549, น.36) ได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย โดยกำหนดสถานการณ์ในรูปโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยา ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนแก้ปัญหา 3) การดำเนินการตามแผน และ 4) การตรวจสอบ

อรพินท์ ชื่นชอบ (2549, น.36) ได้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย เพื่อให้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยา ลักษณะแบบทดสอบการกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนดำเนินการคิดแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอน คือ เข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาและตรวจสอบ

วรางคณา บุญครอบ (2553, น.762) ได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยกำหนดสถานการณ์มาให้และให้นักเรียนตอบว่า อะไรคือปัญหาในสถานการณ์ ปัญหานั้นมีสาเหตุมาจากอะไร มีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร และจเกิดอะไรขึ้นจากวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว การตรวจให้คะแนนในสถานการณ์หนึ่งมี 4 ข้อๆละ 1 คะแนน

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้

วัฏจักรการเรียนรู้ เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง ผู้ศึกษาได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารเกี่ยวกับวัฏจักรการเรียนรู้ ดังนี้

กรมวิชาการ (2544, น.80) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายเหตุการณ์ที่จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งก่อให้เกิดประเด็นปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ

รุจาภา ประถมวงษ์ (2551, น.17) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ของนักวิทยาศาสตร์ ได้ศึกษาค้นคว้าขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์ การเรียนรู้อย่างมีความหมายในตนเอง ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

สุวคนธ์ ผ่านสำแดง (2552, น.15) ได้ให้ความหมายว่า วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียน โดยผู้เรียนนั้นค้นหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องแบบเป็นวัฏจักรไปเรื่อยๆ

วัฏจักรการเรียนรู้เป็นวิธีการในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มี 3 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสำรวจ (exploration หรือ concept exploration)
2. ขั้นสร้างมโนทัศน์ (invention หรือ concept introduction)
3. ขั้นนำมโนทัศน์ไปใช้ (discovery หรือ concept application)

ต่อมาวัฏจักรการเรียนรู้ได้ถูกพัฒนาโดย KarplusและTheir (Karplus and Their, 1967) ในโครงการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement study Program หรือ SCIS) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นการสำรวจ (exploration)
2. ขั้นสร้าง (invention)
3. ขั้นการค้นพบ (discovery)

Barman และ Kotar (Barman and Kotar, 1989) ได้ปรับเปลี่ยนขั้นสร้างและขั้นค้นพบเป็นขั้นสำรวจ ขั้นแนะนำมโนทัศน์และขั้นประยุกต์มโนทัศน์ ต่อมานักวิทยาศาสตร์ได้ปรับปรุงขั้นตอนต่างๆ อีก เช่น Carin (Carin, 1993, pp. 98-99) ได้ปรับเป็นขั้นสร้างมโนทัศน์ Abruscato (Abruscato, 1996, p. 169) ได้ปรับเปลี่ยนเป็นขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์ ซึ่งก็ยังคงมีความหมายใกล้เคียงกัน แต่ละขั้นตอนมีสาระสำคัญดังนี้ (สุวัฒก์ นิยมค้า, 2531, หน้า 514-523)

1. ขั้นสำรวจ เป็นขั้นที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมโดยการวิเคราะห์ สำรวจ ทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล โดยการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2. ขั้นสร้างมโนทัศน์ เป็นขั้นที่ครูเป็นผู้กระตุ้นและชี้แนะให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ได้จากขั้นสำรวจ ให้นักเรียนจัดเรียบเรียงความคิดใหม่ในการค้นพบ

3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำข้อที่ค้นพบมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

ต่อมา ในปี ค.ศ.1990 Barman ได้พัฒนาปรับปรุงวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้น ได้แก่ ขั้นสำรวจ ขั้นแนะนำมโนทัศน์ ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ และขั้นประเมินผลและอธิบาย ต่อมาได้ดัดแปลงชื่อเป็นขั้น 4E ได้แก่ ขั้นสำรวจ ขั้นอธิบาย ขั้นขยาย มโนทัศน์ และขั้นประเมินผล

ต่อมา ในปี ค.ศ.1990 กลุ่มนักการศึกษาในโครงการ Biological Science Curriculum Study หรือ BSCS ได้ปรับวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้น หรือเรียกชื่อว่า 5E (นันทิยา บุญเคลือบ, 2540, หน้า 13-14) ได้แก่

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจจากตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัว กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆหรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษาเมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับ ให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขต และแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ ประสบการณ์เดิมหรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยให้นำไป สู่ความเข้าใจของเรื่อง หรือประเด็นจะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่จะใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจ (exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศจากการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่นสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่ได้เกี่ยงข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้จากการค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มาก ก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยเชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมินผล (evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ในเรื่องอื่นๆ

ต่อมา Eisenkraft (2003, pp. 56-59) ได้เสนอรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จาก 5 ขั้นเป็น 7 ขั้นโดยมี เป้าหมายเพื่อกระตุ้นให้เด็กได้มีความสนใจและสนุกกับการเรียนและยังสามารถปรับประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง ดังภาพประกอบ

การสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และให้ความสำคัญเกี่ยวกับ การตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้ และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (ประสาท เนืองเฉลิม, 2550, หน้า 25-27)

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (elicitation phase) ครูจะต้องทำหน้าที่ในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้น ให้เด็กได้แสดง ความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคมท้องถิ่นหรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และเด็กสามารถเชื่อมโยง การเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครูได้ทราบว่าเด็กแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเติมเต็มส่วนใดให้กับนักเรียน และครูยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

2. ขั้นเร้าความสนใจ (engagement phase) เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดจากความสนใจของนักเรียน หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามยั่วยุให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและกำหนดประเด็นที่จะศึกษาให้กับนักเรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ เช่นหนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาก่อนครูเป็นผู้ที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดโดยเสนอประเด็นที่สำคัญขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้ นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่ให้นักเรียนศึกษาเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

3. ขั้นสำรวจค้นหา (exploration phase) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทาง การสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี เช่น สืบค้นข้อมูล สำรวจ ทดลอง กิจกรรมภาคสนาม เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4. ขั้นอธิบาย (explanation phase) เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วนักเรียนก็จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการ วิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆเช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐาน แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้

5. ขั้นขยายความรู้ (elaboration phase)เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่างๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายกรอบแนวคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6. ขั้นประเมินผล (evaluation phase) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่า นักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (extention phase) ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิต ประจำวัน ครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้ นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้าง ความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้จากรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

จะเห็นได้ว่ารูปแบบนี้จะเน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควรละเลย และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหา บทเรียนนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

การนำรูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู 7 ขั้น (7E) ไปใช ครูควรจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน เนื่องจากความรู้ความสามารถของเด็กมี ความแตกต่างกัน จึงจำเป็นอยางยิ่งที่ครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับบทบาทครูและนักเรียน เพื่อชวยให้การ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู 7 ขั้น (7E) สรุปได้ดังตารางที่ 1

ตาราง 1 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู 7 ขั้น (7E)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit)	1. ถามคำถามเพื่อทดสอบความรู้เดิมของนักเรียน 2. อธิบายความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนจะเรียน	1. ตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นที่มีต่อสถานการณ์ หรือข้อมูลต่าง ๆ 2. แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในชั้นเรียน
2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)	1. สร้างความสนใจ 2. สร้างความอยากรู้อยากเห็น 3. ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด	1. ตอบคำถาม และตั้งคำถามจากสถานการณ์ หรือหรือข้อมูลต่าง ๆ ด้วยความสนใจ 2. แสดงความสนใจ
3. ขั้นสำรวจค้นหา (Explore)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการหาคำตอบ 2. สังเกตและรับฟังการพูดคุยโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน 3. ซักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน 4. ให้เวลานักเรียนในการคิดข้อสงสัยปัญหาต่าง ๆ 5. ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน	1. คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตที่ครูกำหนด 2. ลงมือปฏิบัติโดยการตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน 3. พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหา 4. บันทึกการสังเกตและให้ข้อเสนอแนะ 5. ลงข้อสรุป

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
4. ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explain)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดด้วยคำพูดของนักเรียนเอง 2. ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายให้ชัดเจน 3. ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด	1. อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ 2. ฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ 3. ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย 4. ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย 5. ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย
5. ขั้นขยายความคิด (Elaborate)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ ในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เรียนมาแล้ว 2. ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่และถามคำถามนักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร	1. อธิบาย ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม 2. ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล 3. บันทึกการสังเกตและอธิบาย 4. ตรวจสอบความเข้าใจ
6. ขั้นประเมินผล (Evaluate)	1. สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปใช้ 2. ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน 3. ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งนั้น และจะอธิบายสิ่งนั้นอย่างไร	1. ตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกต หลักฐาน 2. ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ด้วยตนเอง 3. ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extend)	1. สร้างสถานการณ์ที่โยงไปสู่สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน 2. ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้กับความรู้อื่น ๆ	นำความรู้เดิมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เหมาะสมที่จะใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนทุกระดับชั้น ทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ เพราะเน้นทักษะการคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคิดแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้นักเรียนค้นพบหรือเรียนรู้ทักษะและคำนิยามศัพท์ได้อย่างมีความหมายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ช่วยให้ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (อารีย์ สุขใจวรเวทย์, 2553, น.54)

รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา

ประวัติความเป็นมาของโพลยา

การแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยาเป็นการจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาของโพลยา ซึ่งใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ ได้สรุปเกี่ยวกับความเป็นมาของโพลยาดังนี้

George Polya เกิดในประเทศฮังการี ได้รับปริญญาเอกทางด้านคณิตศาสตร์ที่มหาวิทยาลัยบูคาเปสต์ โพลยาให้ความสนใจเกี่ยวกับกระบวนการค้นพบ การที่จะเข้าใจทฤษฎีนั้นประการแรกจะต้องทราบว่าทฤษฎีนั้นค้นพบขึ้นมาได้อย่างไร ดังนั้นโพลยาจึงเน้นกระบวนการค้นพบมากกว่าการพัฒนาทักษะ โพลยามีผลงานทางด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปมากกว่า 250 บทความ มีหนังสือ 3 เล่ม ที่กล่าวถึงการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หนังสือที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่มีชื่อเสียงชื่อ “How to Solve It” เป็นหนังสือเกี่ยวกับขั้นตอนทั้งสี่ขั้นตอนในการแก้ปัญหา ซึ่งตามแนวคิดการแก้ปัญหาของโพลยานับว่ามีอิทธิพลต่อนักคณิตศาสตร์ศึกษาในปัจจุบันมาก

เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

การแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา เป็นการจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหาที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป (Polya}pp.1887-1985 อ้างถึงในปรีชา เนาว์เย็นผล,2537,น.12-16) ประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

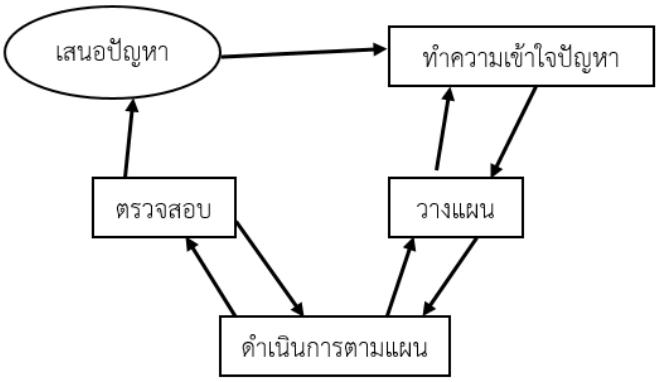
ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) เป็นการมองไปที่ตัวปัญหา พิจารณาปัญหานั้นวา สิ่งที่ต้องการหา/สิ่งที่ไม่รู้คืออะไร ปัญหากาหนดอะไรให้บ้าง คำตอบของ ปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใด การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่างๆ ช่วย เช่น การวาดรูป และแยกแยะสถานการณ์หรือเงื่อนไขออกเป็นส่วนๆ โดยการเขียนลงบนกระดาษจะทำให้เข้าใจโจทย์ปัญหาได้มากขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน (Devising a plan) เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใด จะแกปัญหาอย่างไร ปัญหาที่กำหนดให้นี้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ ในการแก้ปัญหามาก่อนหรือไม่ ขั้นวางแผนเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในปัญหา ผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่และกำหนด แนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (Carry out the plan) เป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทังสามารถหาคำตอบได้ หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ (Looking back) เป็นขั้นตอนที่ผู้แกปัญหามองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมาเพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา พิจารณาว่ามีคำตอบ หรือวิธีแกปัญหาอย่างอื่นอีกหรือไม่ พิจารณาปรับปรุงแกไขวิธีแก้ปัญหาให้กะทัดรัดชัดเจน เหมาะสมขึ้นกวาเดิม ขั้นตอนนี้ครอบคลุมถึงการมองไปข้างหน้าโดยใช้ประโยชน์จาก วิธีการแกปัญหาที่ผ่านมาขยายแนวคิดในการแก้ปัญหาให้กว้างขึ้นกว่าเดิม

นอกจากนี้ Wilson et al. (1993 อ้างใน ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544, หน้า 21-22) ให้ข้อเสนอแนะว่า กรอบความคิดของขั้นตอนการแก้ปัญหาต้องเน้นความเป็นพลวัต และวงจรธรรมชาติของการแก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยได้เสนอกรอบความคิดที่แสดงความเป็นพลวัต เป็นวงจรที่อธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา มีลักษณะดังภาพ 1



รูปภาพแสดงอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา

พิมพ์สรณ์ ตุกเตียน (2552, น.55) ได้สรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหานำปัญหามาให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา โดยให้นักเรียนอ่านและพิจารณาว่าอะไรคือข้อมูล อะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ อะไรคือเงื่อนของปัญหา ปัญหาต้องการให้หาอะไร คำตอบของปัญหาอยู่ในรูปแบบใด

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใด แก้อย่างไร การวางแผนจะช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จมากขึ้น ครูจะนำโจทย์ปัญหาลักษณะต่างๆ ให้นักเรียนฝึกเรียนรู้และใช้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อเป็นประสบการณ์ในการวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสมมากขึ้น

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผนเป็นขั้นลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน ตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่ แล้วลงมือปฏิบัติโดยการแสดงวิธีทำและคำนวณหาคำตอบจนกระทั่งพบคำตอบ หรือพบวิธีการแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ เป็นการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนที่ผ่านมา เพื่อดูความถูกต้องของคำตอบ และวิธีการในการแก้ปัญหา พิจารณาว่ายังมีคำตอบอื่นหรือวิธีการแก้ปัญหาวิธีอื่นๆอีกหรือไม่ แล้วตรวจสอบว่าผลลัพธ์ตรงกันหรือไม่ ครูอาจจะใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนมองย้อนกลับไปในขั้นตอนต่างๆที่ผ่านมา

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2557, น.70) ได้สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา โดยการพยายามทำความเข้าใจในสัญลักษณะต่างๆในปัญหา สรุป วิเคราะห์ แปลความ ทำความเข้าใจให้ได้ว่าโจทย์ถามถึงอะไร ข้อมูลที่โจทย์ให้มามีอะไรบ้าง ข้อมูลมีเพียงพอหรือไม่

ขั้นที่ 2 การวางแผนในการแก้ปัญหา โดยมีการแจกแจงปัญหาออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อสะดวกต่อการแก้ปัญหาและวางแผนว่าจะใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา เช่น การลองผิดลองถูก การหารูแบบ การหาความสัมพันธ์ของข้อมูลตลอดจนความคล้ายคลึงของปัญหาเดิมที่เคยทำมา

ขั้นที่ 3 การลงมือทำตามแผน เป็นขั้นที่ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ถ้าขาดลักษณะใดจะต้องเพิ่ม เพื่อนำไปใช้ให้เกิดผลดี ขั้นนี้จะรวมถึงวิธีการแก้ปัญหาด้วย

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบวิธีการและคำตอบของปัญหา เพื่อให้แน่ใจว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นเป็นวิธีการที่ถูกต้อง

ขนิษฐา ภักดีบุญ (2557,น.18) ได้เสนอขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าในปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหาและตัดสินว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูลและเงื่อนไข ในการทำความเข้าใจปัญหานักเรียนอาจพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาซ้ำไปซ้ำมา พิจารณาในหลากหลายมุมมอง หรืออาจใช้วิธีต่างๆ ช่วยทำความเข้าใจปัญหา เช่น การวาดรูป การเขียนแผนภูมิ

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้นักเรียนต้องค้นหาความเชื่อมโยง หรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาเพื่อกำหนดแผนในการแก้ปัญหา และท้ายสุดเลือกยุทธวิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆของแผนให้ชัดเจน นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่ ถือเป็นการพัฒนาผู้แก้ปัญหาที่ดีด้วยเช่นกัน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล ขั้นตอนนี้ต้องให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มาโดยเริ่มจากการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ และยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาอย่างอื่นหรือไม่ สำหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดา และคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

การสอนการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นของโพลยา

กรมวิชาการ (2541,น. 5-6 อ้างถึงใน โสมภิลัย สุวรรณ์,2554, น.26-28) แนะนำขั้นตอนในการสอนแก้โจทย์ปัญหา โดยพิจารณาตามขั้นตอนของโพลยา แนะนำมาเป็นแนวทางในการช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน ดังนี้

1) ก่อนที่ครูจะสอนนักเรียนแก้โจทย์ปัญหา ครูผู้สอนควรให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ให้เข้าใจ (สำหรับนักเรียนที่อ่านหนังสือไม่คล่อง ครูผู้สอนอาจอ่านให้นักเรียนฟัง) แล้วให้นักเรียนพิจารณารายละเอียดของสถานการณ์ว่าให้อะไรบ้าง แล้วจำแนกสถานการณ์ สิ่งที่ต้องการให้หาโดยในสถานการณ์มีการซ่อนเงื่อนไขในการแก้ปัญหาไว้หรือไม่ และนักเรียนสามารถเดาหรือคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้หรือไม่

2) วางแผนแก้ปัญหา สถานการณ์ที่กำหนดให้ จะมีการแก้ปัญหามากมาย ครูอาจยกตัวอย่างแสงวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีให้นักเรียนดู เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียน นักเรียนบางคนอาจมีวิธีที่แตกต่างไปจากครูผู้เสนอแนะก็ได้ ครูไม่ควรยึดติดกับคำตอบเท่านั้น ครูควรดูวิธีแก้ปัญหาของนักเรียนในการสอนทุกครั้งควรมีการสรุป ชี้แนะให้นักเรียนได้พิจารณาวิธีการแก้ปัญหา เพื่อสร้างนิสัยให้นักเรียนคิดวางแผนก่อนลงมือทำ และรู้จักเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ง่าย สั้นและสะดวกที่สุด ยุทธวิธีในการ

แก้ปัญหามีหลายวิธี เช่น เดาคำตอบ ทำปัญหาให้ง่ายลง ค้นหารูปแบบ วาดรูป หรือแผนภาพ ทำตาราง แจงกรณีอย่างมีระบบ ทำย้อนกลับ ใช้หลักเหตุผล การแสดงบทบาทสมมติ

3) แก้ไขตามแผนที่วางไว้ ครูผู้สอนควรให้นักเรียนเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมมตามความสามารถของแต่ละคน ครูผู้สอนไม่ควรกำหนดว่านักเรียนใช้ยุทธิวิธีนี้จึงจะถูกต้องและในบางสถานการณ์อาจใช้หลายยุทธิวิธีผสมกันก็ได้ ถ้านักเรียนยังคิดหายุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาไม่ได้ ครูผู้สอนควรให้การเสริมแรงทางบวก เพื่อให้นักเรียนมีกำลังใจในการทำต่อไป

สถานการณ์ที่มีการคิดคำนวณ ถ้านักเรียนวางแผนแก้ปัญหาได้ถูกต้องหมาะสมชัดเจน ในขั้นลงมือแก้ปัญหาตามแผนมักจะมีปัญหาอยู่การคิดคำนวณเท่านั้น ซึ่งถ้านักเรียได้รับการฝึกทักษะมาอย่างเพียงพอ ก็จะไม่มีปัญหาแต่อย่างใด สำหรับปัญหาที่ต้องการคำอธิบาย การให้เหตุผลครูสามารถสร้างกิจกรรมเพื่อปลูกฝังและฝึกฝนการใช้ความคิดในการให้เหตุผลของนกัเรียน เช่น สร้างโจทย์ปัญหาที่มีคำตอบเป็นปริมาณ

ครูควรฝึกให้นกัเรียนตรวจสอบการวางแผนก่อนที่จะลงมือทำตามแผนโดยพิจารณาความเป็นไปได้ ความถูกต้องของแผนที่วางไว้ว่าเหมาะสมกับการแก้ปัญหาหรือไม่ ปัญหาบางปัญหาในชีวิตจริงไม่สามารถนำวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้โดยตรง ครูควรฝึกให้นักเรียนพิจารณาและปรับปรุงวิธีการให้เหมาะสม

4) การตรวจคำตอบ ครูผู้สอนส่วนใหญ่จะมองข้ามความสำคัญในการตรวจสอบเนื่องจากการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน มักให้ความสำคัญของคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าคำนึงถึงกระบวนการกาในการคิด จึงมีแนวโน้มว่าครูผู้สอนจะหยุดทำการสอนทันทีเมื่อนักเรียนได้ผลลัพธ์แล้ว ครูผู้สอนไม่ควรปล่อยให้การสอนมีลักษณะดังกล่าวมานี้ แต่ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนมองย้อนกลับไปทบทวนและตรวจสอบขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมาแล้ว โดยพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และพิจารณาว่าน่าจะมีคำตอบอื่น หรือวิธีการคิดอย่างอื่นอีกหรือไม่ โดยครูผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนมองย้อนกลับหรือตรวจสอบขั้นตอนต่างๆในลักษณะ ต่อไปนี้

1) วิธีการที่ใช้แก้โจทย์ปัญหาสมเหตุสมผลหรือไม่

2) ใช้ข้อมูลทั้งหมดที่โจทย์อ้างถึงครบหรือไม่

3) สามารถพิสูจน์ผลลัพธ์ที่ได้ว่าเป็นความจริงหรือไม่

4) มีส่วนใดในวิธีการของนักเรียนที่น่าปรับให้ง่ายขึ้นบ้าง

5) สามารถใช้วิธีอื่นในการแก้โจทย์ปัญหาข้อเดิมนี้ได้อีกหรือไม่

6) วิธีการที่นักเรียนใช้ตะสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาอื่นๆได้บ้างหรือไม่

หลังจากที่ครูให้นักเรียนแก้สถานการณ์ต่างๆแล้วอาจจะมีการฝึกทักษะในการแก้ปัญหา มีตัวอย่างให้ในบางสถานการณ์ หรือฝึกสร้างโจทย์ปัญหา โดยอาศัยสถานการณ์จากสภาพแวดล้อม จาก

กิจกรรมต่างๆในชีวิตจริง รวมทั้งดัดแปลงจากปัญหาเดิม เพื่อฝึกการมองไปข้างหน้า ความเคยชินจากกระบวนการเหล่านี้ จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นนักแก้ปัญหาที่มีความสามารถต่อไป

การสอนการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยาโดยก่อนที่จะสสอนการแก้โจทย์ปัญหาครูผู้สอนต้องให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาให้เข้าใจ จากนั้นครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนฝึกให้นักเรียนคิดวางแผนก่อนลงมือทำ และรู้จักเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ง่าย สั้น และสะดวกที่สุด แล้วควรให้นักเรียนเลือกยุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาที่เหมาะสมตามความสามารถของแต่ละคน จากนั้นครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนตรวจสอบขั้นตอนต่างๆที่ผ่านมาแล้วเพื่อเป็นการมองย้อนกลับไปทบทวนอีกครั้ง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อรพินท์ ชื่นชอบ (2549,น.56) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยาของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญทางฟิสิกส์หลังเรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยาสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พฤกษ์ โปร่งสำโรง (2549,น.62) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ 7E ในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยใช้รูปบบการเรียนการสอนแบบ 7E สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุภาพร พลพุทธา (2552,น.94) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ตามวงจรการเรียนรู้แบบ 7E ในรายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวงจรการเรียนรู้แบบ 7E ในรายวิชาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลักษณา ศิริมาลา (2553,น.63) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาไม่ต่ำว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 72.22 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

จักรพันธ์ พิรักษา (2553,น.59) ได้ศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยากับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น พบว่า กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา สูงกว่านักเรียนที่รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภักคีณี จีนามูล (2555,น.50) ได้ศึกษาผลการสอนแบบ 7E ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทศบาลเมืองสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ 7E สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุพันธ์ณี ขุนนุ้ย (2555,น.44) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมีตามแนวทาง 7E ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมีตามแนวทาง 7E สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อธิชา อินทอง (2557,น.106) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา การบวก ลบ คูณ หารระคน โดยใช้วัฏจักรการสืบสอบความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคโพลยา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจันพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้วัฏจักรการสืบสอบความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคโพลยา มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Ozlem Mecit (2006,p.43) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ต่อการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนเกรด 5 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E มีทักษะการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Selcuk & et al. (2008,pp.1089-1110) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนสาขาการศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ได้รับการเสริมกระบวนการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและทักษะในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน ตามเทคนิคของโพลยามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยในชั้นเรียน เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษา โดยมีรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. แบบแผนการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือใช้ในการวิจัย
4. ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ผู้วิจันได้ใช้แบบแผนการวิจันแบบ The Pretest – Posttest Nonequivalent -Groups Design (Best & Kahn,2003,p.178) ดังแบบแผนการทดลองในภาพ

O_1	X	O_2	O_1O_3=pretests
O_3	C	O_4	O_2O_4=posttests

สัญลักษณ์ที่ใช้แบบแผนการทดลอง

O1 คือ การทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง

O2 คือ การทดสอบหลังการจัดการรเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง

O3 คือ การทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุม

O4 คือ การทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุม

X คือ การจัดการเรียนรู้โดยเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

C คือ การจัดการเรียนรู้ปกติ

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทิงวิทยาคม อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 แผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 3 ห้อง จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 114 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทิงวิทยาคม อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 แผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มากการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 78 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 39 คน และกลุ่มควบคุม 39 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ผู้วิจันได้ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น รายวิชาฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้เรื่องงานและพลังงาน จำนวน 9 แผน เวลา 17 คาบ คาบละ 50 นาที โดยมีเนื้อหาสาระ ดังนี้

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง งานเนื่องจากแรงคงตัว
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง งานเนื่องจากแรงไม่คงตัว
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง กำลัง
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานกล (พลังงานจลน์)
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง พลังงานกล (พลังงานศักย์โน้มถ่วง)
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง พลังงานกล (พลังงานศักย์ยืดหยุ่น)
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การอนุรักษ์พลังงานกล
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง เครื่องกล
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง เครื่องกล (คำนวณ)

2) แผนการจัดการเรียนรู้ปกติ รายวิชาฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน จำนวน 9 แผน เวลา 17 คาบ คาบละ 50 นาที

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน รายวิชาฟิสิกส์ 2 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4. ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือ โดยแบ่งเป็นขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1) การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผู้วิจัยสร้างโดยใช้สาระการเรียนรู้จากกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) รายวิชาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน โดยมีขั้นตอนดังนี้

- ศึกษาขั้นตอน วิธีสอน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
- ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ รายวิชาเพิ่มเติมของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเทิงวิทยาคม เพื่อศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาเพิ่มเติมของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- กำหนดขอบเขตและเนื้อหาสาระรายวิชาฟิสิกส์ 2 จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน
- สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน จำนวน 9 แผน เวลา 17 คาบ คาบละ 50 นาที

- นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอให้ฝ่ายวิชาการ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องและความเหมาะสมของเนื้อหา ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและการวัดประเมินผล

- นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสมอให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหาและเชิงโครงสร้าง ความเหมาะสม และความสอดคล้อง โดยใช้เกณฑ์กำหนดคะแนนความคิดเห็น ดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจว่าเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้

จากนั้นบันทึกผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ปรากฏว่า ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แผนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 1.00

- ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง

4.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรีย เรื่องงานและพลังงาน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีขั้นตอน ดังนี้

- ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ จัดตารางวิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์ที่ต้องการ

- ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับเทคนิควิธีการสร้างข้อสอบ

- วิเคราะห์เนื้อหา หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบ

- สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง งานและพลังงาน โดยสร้างเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ให้ครอบคลุมทุกจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์ทั้งหมด 1 ฉบับ จำนวน 60 ข้อ

- นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง งานและพลังงาน ที่สร้างขึ้นให้ฝ่ายวิชาการ ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และโครงสร้าง ภาษาที่ใช้และความเหมาะสมของตัวเลือก แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

- นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง งานและพลังงาน ที่แก้ไแล้วเสนอให้ฝ่ายบิชาการตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของภาษา และพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้เกณฑ์กำหนดคะแนนความคิดเห็น ดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจว่าเนื้อหาข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าเนื้อหาข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าเนื้อหาข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

จากนั้นบันทึกผลการพิจารณาของฝ่ายวิชาการแล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ปรากฏว่า ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบเท่ากับ 0.80 – 1.00

- นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง งานและพลังงาน ไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของฝ่ายวิชาการ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทย์-คณิต โรงเรียนเทิงวิทยาคม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

- นำคำตอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนน โดยให้คะแนนข้อที่ตอบถูกข้อละ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ได้ตอบให้ 0 คะแนน นำไปวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป แล้วเลือกข้อสอบที่ตรงตามเกณฑ์มากที่สุด 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.35 – 0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.40 – 0.80

- นำผลการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง งานและพลังงาน มาจัดความคลาดเคลื่อนของผลการสอบออกโดยการนำผลการทำแบบทดสอบของนักเรียนที่มีการเดาคำตอบออก

- นำแบบทดสอบที่จัดความคลาดเคลื่อนแล้วมาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบของ Kuder Richrdson Formular (KR-20) ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.82

- นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง งานและพลังงาน ไปใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทย์-คณิต โรงเรียนเทิงวิทยาคม ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

5.การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

5.1) ติดต่อประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียนเทิงวิทยาคม เพื่อขอทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

5.2) นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน จำนวน 30 ข้อ

5.3) ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้นักเรียนกลุ่มทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และดำเนินการจัดการเรียนรู้กลุ่มควบคุมตามแผนการจัดการเรียนรู้ปกติ โดยใช้เวลากลุ่มละ 17 คาบ คาบละ 50 นาที ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

5.4) นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เรื่อง งานและพลังงาน ชุดเดิม หลังเรียนครบ 9 แผน

5.5) ผู้วิจัยเก็บรวบรวมผลการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน โดยนำข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ตามขั้นตอนดังนี้

1) การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มทดลองที่เรียนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยนำคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที โดยใช้ t-test Dependent และนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางประกอบคำบรรยาย

2) การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ โดยนำคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที โดยใช้ t-test Dependent และนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางประกอบคำบรรยาย

3) การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ โดยนำคะแนนหลังเรียน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที โดยใช้ t-test Dependent และนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางประกอบคำบรรยาย

7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 สถิติพื้นฐาน

1) ค่าเฉลี่ย

2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

7.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1) หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและเชิงโครงสร้างของเครื่องมือทุกฉบับโดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

2) หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

3) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้สูตรของ Kurder Richardson Formular 20 (KR-20)

7.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

1) การเปรียบเทียบผลการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ โดยใช้ค่าสถิติทดสอบค่าที (t-test Dependent)

2) การเปรียบเทียบผลการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น และลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ โดยใช้ค่าสถิติทดสอบค่าที (t-test Dependent)

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 3 ข้อ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ
3. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

1.การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้ค่าสถิติทดสอบค่าที (t-test Dependent) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดกาเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

การทดสอบ	n	$\overrightarrow{X}$	S.D.	t	Sig
ก่อนเรียน	39	14.23	1.96	15.99*	.000
หลังเรียน	39	25.43	2.88		

*p<0.05

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ ($\overrightarrow{\mathrm{X}} = 14.23 , S.D. = 1.96$) ตามลำดับ และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ ($\overrightarrow{X} = 25.43, S.D. = 2.88$) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ โดยใช้ค่าสถิติทดสอบค่าที (t-test Dependent) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

การทดสอบ	n	$\vec{X}$	S.D.	t	Sig
ก่อนเรียน	39	13.92	2.16	16.83*	.000
หลังเรียน	39	24.82	3.30		

*p<0.05

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ ($\vec{X} = 13.92, S.D. = 2.16$) ตามลำดับ และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียรู้ปกติ มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ ($\vec{X} = 24.82, S.D. = 3.30$) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3.การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนรู้ปกติ โดยใช้ค่าสถิติทดสอบค่าที (t-test Dependent) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

การทดสอบ	กลุ่ม	n	$\vec{X}$	S.D.	t	Sig
หลังเรียน	ทดลอง	39	25.43	2.88	11.155*	.000
	ควบคุม	39	24.82	3.30		

*p<0.05

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ ($\vec{X} = 25.43, S.D. = 2.88$) ตามลำดับ และของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ ($\vec{X} = 24.82, S.D. = 3.30$) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นลักษณะของการวิจัยกึ่งทดลอง แผนการวิจัยแบบ The Present – Posttest Nonequivalent-Group Design โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ 3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทิงวิทยาคม อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 แผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 3 ห้องเรียน นักเรียนจำนวนทั้งสิ้น 114 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทิงวิทยาคม จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 78 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ได้เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 39 คน และกลุ่มควบคุมที่ด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ จำนวน 39 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น 2) แผนการจัดการเรียนรู้ปกติ และ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ ค่าเฉลี่ย ($\vec{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ทดสอบค่า t-test แบบ Dependent และทดสอบค่า t-test แบบ Independent สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีข้อสรุปผลการวิจัยตามรายละเอียดดังนี้

1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 14.23 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.96 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 25.43 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.88 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ปกติ มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 13.92 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.16 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 24.82 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.30 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ปกติ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3) การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปติ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เฉลี่ยเท่ากับ 25.43 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.88 และนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ปกติ มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เฉลี่ยเท่ากับ 24.82 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.30 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. อภิปรายผลการวิจัย

1) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดกาเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป้าการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบโดยใช้วิการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้ และการคิดแก้โจทย์ปัญหาทำให้ผู้เรียนแก้โจทย์ปัญหาอย่าสงมีระบบ โดยทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา แล้วดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผน และตรวจสอบผลลัพธ์ นอกจากนั้นนักเรียนสามารถนำความรู้จากการแก้โจทย์ปัญหาไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์สถานการณ์ใหม่ๆได้ นักเรียนจึงมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์สูงขึ้น ดังผลการวิจัยของ พฤกษ์ โปร่งสำโรง พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ 7E มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับผลการวิจัยของ สุพันธ์ณี ขุนนุ้ย พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมีตามแนวทาง 7E มีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนปกติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ยึดหนังสือหรือตำราเป็นหลัก ซึ่งครูเป็นผู้ป้อนความรู้ให้กับนักเรียนโดยใช้วิธีการบรรยายหรือสาธิตเพื่อให้นักเรียนจำไปสอบ ซึ่งขั้นตอนการจัดกาเรียนรู้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยพัฒนาด้านสติปัญญาและทักษะต่างๆ ที่ส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้น เนื่องจากความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ดังผลการวิจัยของ สรรชัยพัฒน์ พรหมศรี พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการสอนแบบปกติ เรื่อง งานและพลังงาน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับการวิจัยของ ไพรัช ศีลาเจริญ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนตามคู่มือการจัดการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสุงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้ใช้วิธรการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมายในตนเอง ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และผู้เรียนได้แสวงหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติซึ่งทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งส่งผลให้นักเรียนค้นพบหรือเรียนรู้ทักษะและคำนิยามศัพท์ได้อย่างมีความหมายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ช่วยให้ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนจัดลำดับขั้นของการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ดังผลการวิจัยของภักคีณี จีนามูล พบว่า ความสามารถของนักเรียนในยการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 7E สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ การผสานการเรียนการสอนด้วยเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาตามมแนวคิดของโพลยา จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา การดำเนินการตามแผนและตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา ดังที่ นิตยา ทองคำ กล่าวว่า เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาเหมาะสมสำหรับนักเรียนที่จะเริ่มต้นในการแก้โจทย์ปัญหา ง่ายต่อการเข้าใจและเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาที่ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิด มีอิสระในการหาคำตอบจากเนื้อที่เรียงลำดับจากง่ายไปยาก ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยประกอบด้วย ขั้นตอนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ 7 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นเร้าความสนใจ 3) ขั้นสำรวจค้นหา 4) ขั้นอธิบาย 5) ขั้นขยายความรู้ 6) ขั้นประเมินผล และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ แล้วนำเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอนผสานเข้าไปในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ และขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล ดังนั้น จึงช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ เกิดการถ่ายโอนความรู้และเรียนรู้อย่างมีความหมาย ส่งผลให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนพัฒนาสูงขึ้น ดังผลการวิจัยของ อรพินท์ ชื่นชอบ พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยาสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ จักรพันธ์ พิรักษา ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยามีกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับ

งานวิจัยของ อธิชา อินทอง พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา การบวก ลบ คูณ หารระคน หลังกเรียนโดยใช้วัฏจักรการสอบสอบความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคโพลยา สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเพื่อการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ครูผู้สอนควรจะบริหารและวางแผนกิจกรรมในขั้นการให้เป็นไปตามระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดโจทย์ปัญหาที่มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน

2) ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ครูผู้สอนควรศึกษารายละเอียดเนื้อหาและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวิธีการสอนแต่ละวิธีให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ รวมถึงบทบาทของครูและบทบาทนักเรียน เพื่อช่วยให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3) ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผู้สอนจะต้องทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด แต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ผู้สอนกำลังสนใจ ยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาให้กับผู้เรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ เช่น วารสาร หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต

3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) ให้มีการวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในระดับอื่นๆ

2) ศึกษาผลการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่มีต่อทักษะด้านอื่นๆของนักเรียน

3) ให้มีการวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับวิธีการจัดการเรียนรู้อื่นๆ เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงขึ้น

4) ศึกษาตัวแปรตามอื่นๆ เช่น ความพึงพอใจ ความคงทน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แรงจูงใจ เป็นต้น

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ.(2551).**หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ:กรมฯ.

กระทรวงศึกษาธิการ.(2551).**หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)**. กรุงเทพฯ:คุรุสภา.

กระทรวงศึกษาธิการ.(2551).**หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**.กรุงเทพฯ:คุรุสภา.

เกริก ศักดิ์สุภาพ.(2556).**การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์(PECA) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**.(วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต,มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).

ขนิษฐา ภักดีบุญ.(2557).**การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดกาเรียนรู้โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยาและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E)**.(วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,มหาวิทยาลัยบูรพา).

จักรพันธ์ พิรักษา.(2553).**การเปรียบเทียบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางกาเรียนเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา กับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น**.(วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).

จิดารัตน์ แก้วพิกุล.(2554).**การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น**.(วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).

ประสาท เนืองเฉลิม.(2550).**การจัดการรเยนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น**. วารสารวิชาการ,10(4),11-15

พฤกษ์ โปร่งสำโรง.(2549).**ผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ 7E ในวิชาฟิสิกส์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**.(วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

ภักคีณี จีนามูล.(2555).**ผลการสอนแบบ 7E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทศบาลเมืองสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย**.(วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,หมาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช).

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. นายเสกสรร ทุนอินทร์	ผู้อำนวยการโรงเรียนเทิงวิทยาคม
2. นางสาวรัตนาภรณ์ กลางหมู่	รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ โรงเรียนเทิงวิทยาคม
3. นางณัชชา เรือนมูล	หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
4. นางสาวศุภรัตน์ สุธรรมแปง	ครูชำนาญการพิเศษ สาขาฟิสิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเทิงวิทยาคม
5. นางสาวจุฬารัตน์ จินะแก้ว	ครูชำนาญการพิเศษ สาขาฟิสิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเทิงวิทยาคม

ภาคผนวก ข

- แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องงานและพลังงาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องงานเนื่องจากแรงคงตัว

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาฟิสิกส์ 2 รหัสวิชา 31202

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 2 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

1. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุล กลของวัตถุ งาน และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

1. วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณกำลังเฉลี่ย

2. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

เมื่อมีแรงคงตัว $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ในแนวตรงได้การกระจัด $\Delta\vec{s}$ ถ้าแรงและการกระจัดมีทิศทางเดียวกัน จะทำให้เกิดงาน (work) ของแรง $\vec{F}$ มีค่า $W = F\Delta s\cos\theta$ ซึ่งอาจมีค่าของงานเป็นบวก ศูนย์ หรือ ลบ ขึ้นอยู่กับมุม θ งานเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็นนิวตัน.เมตร (N.m) หรือ จูล (J) อาจหาค่าของงานได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับตำแหน่ง ทั้งในกรณีแรงคงตัวและแรงไม่คงตัว

3.จุดประสงค์การเรียนรู้

1) ด้านความรู้ (K)

บอกความหมายของงานในวิชาฟิสิกส์ได้

2) ด้านกระบวนการ (P)

วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับตำแหน่งได้

3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

ใฝ่เรียนรู้

4. ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการแก้ปัญหา

5. บูรณาการข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้

ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณโจทย์ปัญหาและเชื่อมโยงสมการ

6.สาระการเรียนรู้

งานเกิดจากการออกแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรง นั่นคืองานมีค่าเท่ากับแรงคูณกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ หรือ W = Fs ซึ่งถ้าทิศของแรงกระทำและทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุไม่ได้อยู่ในแนวเดียวกันต้องแตกแรงให้มาอยู่ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่โดยใช้ตรีโกณมิติ

วิธีในการคำนวณหางาน คือ หาผลคูณของการกระจัดกับองค์ประกอบของแรงในทิศเดียวกับการกระจัดหรือผลคูณของแรงกับองค์ประกอบของการกระจัดในทิศเดียวกับแรง ส่วนการหางานใต้กราฟกรณีแรงกระทำมีค่าคงตัวหาได้จากพื้นที่ของสี่เหลี่ยมผืนผ้า กรณีแรงมีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอหาได้จากพื้นที่ของสามเหลี่ยมมุมฉาก กรณีที่แรงมีขนาดไม่สม่ำเสมอหาได้จากผลรวมของพื้นที่ของสี่เหลี่ยมผืนผ้าเล็ก ๆ

เมื่อมีแรงคงตัว $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ในแนวตรงได้การกระจัด $\Delta\vec{s}$ ถ้าแรงและการกระจัดมีทิศทางเดียวกัน จะทำให้เกิดงาน (work) ของแรง $\vec{F}$ มีค่า $W = F\Delta s\cos\theta$ ซึ่งอาจมีค่าของงานเป็นบวก ศูนย์ หรือ ลบ ขึ้นอยู่กับมุม θ งานเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็นนิวตัน.เมตร (N.m) หรือ จูล (J) อาจหาค่าของงานได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับตำแหน่ง ทั้งในกรณีแรงคงตัวและแรงไม่คงตัว

7.กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม

1) ครูใช้คำถามและกำหนดประเด็นปัญหากระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำเสนอพื้นฐานความรู้เดิม ตรวจสอบและทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเติมเต็มประสบการณ์เดิม และวางแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

2) ครูถามนักเรียนว่า งาน คืออะไรในความคิดของนักเรียน (คำตอบเป็นแบบปลายเปิด)

3) ครูถามนักเรียนว่า งานทางฟิสิกส์ กับ งานในชีวิต เหมือนกันหรือไม่ (แนวคำตอบ : ไม่เหมือน)

4) ครูให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า งานทางฟิสิกส์ กับ งานในชีวิต มีข้อแตกต่างกันอย่างไร

ขั้นสำรวจและค้นหา

5) ครูให้นักเรียนดูภาพต่อไปนี้ รูปหนึ่งเป็นการทำกิจกรรมที่ออกแรงแล้วเกิดงาน อีกรูปหนึ่งออกแรงแล้วไม่เกิดงาน แล้วตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อ ทบทวนเกี่ยวกับงานและพลังงานที่นักเรียนเคยได้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบอย่างอิสระไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง

จากรูปพิจารณาได้ว่ารูปทุกรูปมีงานเกิดขึ้น รูปผู้หญิงนั่งพิมพ์คีย์บอร์ด พิจารณานิ้วที่กดปุ่มบนคีย์บอร์ดถือว่ามีงานเกิดขึ้นเพราะมีแรงที่นิ้วกดทำให้ปุ่มมีการเคลื่อนที่ ถ้าพิจารณาที่ตัวผู้หญิงที่นั่งอยู่กับที่ จะถือว่าไม่เกิดงานเพราะไม่มีการเคลื่อนที่ คนขับรถ พิจารณามือที่ใช้หมุนพวงมาลัยจะถือว่ามีงานเกิดขึ้น ถ้าพิจารณาตัวคนขับถือว่าไม่มีงานเกิดขึ้นเนื่องจากแรงโน้มถ่วงเพราะคนขับรถไม่ได้มีการเคลื่อนที่ขึ้นหรือลง

6) ครูถามนักเรียนว่า งานมีความสัมพันธ์กับพลังงานอย่างไร (คำตอบแบบปลายเปิด)

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

7) ครูอธิบายเกี่ยวกับการหาค่าของงานตามรายละเอียดในหนังสือเรียนฟิสิกส์เพิ่มเติม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท. จนสรุปได้สมการ (5.1) ตามหนังสือเรียน

$$W = F\Delta s$$

โดยครูเน้นว่า สมการ(5.1) ใช้กับกรณีที่ทิศทางของแรง $\vec{F}$ และการกระจัด $\Delta\vec{s}$ อยู่ในทิศทางเดียวกันไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนที่บนพื้นระดับหรือพื้นเอียง

8) ครูยกตัวอย่างการออกแรงที่ไม่อยู่ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ เช่น ช้างลากซุง การดึงกล่องด้วยเชือก โดยแรงมีทิศทำมุมกับการกระจัด แล้วให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า งานของแรงดังกล่าวแตกต่างจาก

กรณีที่ผ่านมาอย่างไร จนสรุปได้สมการ(5.2) ตามหนังสือเรียน

$$W = F\Delta s\cos\theta$$

9) ให้นักเรียนพิจารณาค่าของ $cos\theta$ ที่ทำให้ค่าของงานเป็น บวก ลบ หรือ ศูนย์ โดยใช้รูป

5.3 ในหนังสือเรียนประกอบการพิจารณา แล้วอภิปรายร่วมกันจนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับค่าบวกลบ หรือศูนย์ ของงานที่ขึ้นกับมุมระหว่างแรงกับการกระจัดที่กระทำต่อกัน

ขั้นขยายความรู้

10) ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างงานที่มีค่าเป็นบวกและงานที่มีค่าเป็นลบในชีวิตประจำวัน เช่น งานของแรงในแนวระดับที่ลากวัตถุให้เคลื่อนที่ไปตามพื้นระดับมีค่าเป็นบวก งานของแรงดึงถุงทรายให้ขึ้นในแนวดิ่งมีค่าเป็นบวก งานของแรงดึงถุงทรายให้เคลื่อนที่ลงจากที่สูงมีค่าเป็นลบ งานของแรงที่ต้านให้วัตถุเคลื่อนที่ช้าลงมีค่าเป็นลบ ครูเน้นเพิ่มเติมว่า งานที่เกิดจากแรงที่มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุจะเป็นลบเสมอ เครื่องหมายบวกและลบของงานมิได้เป็นสิ่งแสดงทิศทางของงาน เพราะงานเป็นปริมาณสเกลาร์จึงไม่มีทิศทาง

11) ครูอธิบายตัวอย่าง 5.1 และ 5.2 ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน จากนั้นครูนำอภิปรายเกี่ยวกับงานเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกบริเวณใกล้ผิวโลกโดยเริ่มจากครูตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่าใน กรณีที่วัตถุตกแบบเสรีจากที่สูง มีแรงอะไรที่กระทำต่อวัตถุและมีงานเกิดขึ้นหรือไม่ (แนวคำตอบ : งานเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกบริเวณใกล้ผิวโลกมีค่าขึ้นกับผลต่างของระดับความสูง ในแนวดิ่งระหว่างจุดต้นกับจุดปลาย)

ขั้นประเมินผล

12) ครูให้นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 5.1 โดยเฉลยคำตอบและอภิปรายคำตอบร่วมกัน

ขั้นนำความรู้ไปใช้

13) กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งข้อคำถามคามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท นำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้แนะแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน

8.สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนฟิสิกส์เพิ่มเติม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.
- สื่อรูปภาพประกอบเรื่องงาน

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	หลักฐานการเรียนรู้ (ชิ้นงาน/ภาระงาน)	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
1) ด้านความรู้ (K) บอกความหมายของงานในวิชาฟิสิกส์ได้	-คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 5.1	-นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 5.1 ได้ถูกต้องร้อยละ 70
2) ด้านกระบวนการ (P) วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับตำแหน่งได้	-คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 5.1	-นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 5.1 ได้ถูกต้องร้อยละ 70
3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) ใฝ่เรียนรู้	-คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 5.1	-นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 5.1 ได้ครบถ้วนและตรงเวลาร้อยละ 70

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 5.1

1. งาน W ของแรงคงตัว F ที่กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ด้วยการกระจัด S หาได้อย่างไร

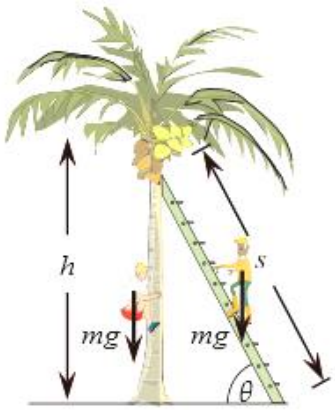
2. ออกแรงยกถุงให้เคลื่อนที่ขึ้นเป็นระยะทางต่างกัน งานที่ทำในแต่ละกรณีเท่ากัน หรือไม่

3. เด็กคนหนึ่งปีนต้นมะพร้าวที่ลำต้นตรงในแนวดิ่ง การปีนขึ้นในแนวดิ่งกับการใช้บันไดพาดที่เอียงทำมุมกับพื้นดิน งานที่ทำแต่ละครั้งเท่ากันหรือไม่ให้เหตุผล

4. นักท่องเที่ยวแบกเป้ไว้บนหลัง เดินในแนวระดับได้ไกล 100 เมตร งานที่ทำในการแบกเป้เป็นเท่าใด

เฉลยคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 5.1

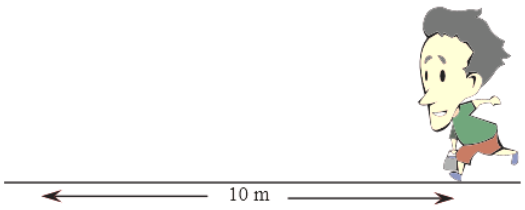
1. งาน W ของแรงคงตัว F ที่กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ด้วยการกระจัด S หาได้อย่างไร
   หาจากผลคูณระหว่างแรงกับการกระจัดที่อยู่ในแนวเดียวกัน ตามสมการ $W = Fscos\theta$
2. ออกแรงยกถุงให้เคลื่อนที่ขึ้นเป็นระยะทางต่างกัน งานที่ทำในแต่ละกรณีเท่ากัน หรือไม่
   งานที่ทำอาจจะเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ เพราะงานในการยกวัตถุด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอขึ้นกับความสูงในแนวดิ่งของวัตถุที่เปลี่ยนไป ตามสมการ $W = mg(h_f - h_i)$ โดยไม่ขึ้นกับเส้นทางการเคลื่อนที่ หากระยะทางต่างกันแต่ความสูงในแนวดิ่งเปลี่ยนไปเท่ากัน งานก็จะเท่ากัน
3. เด็กคนหนึ่งปีนต้นมะพร้าวที่ลำต้นตรงในแนวดิ่ง การปีนขึ้นในแนวดิ่งกับการใช้บันไดพาดที่เอียงทำมุมกับพื้นดิน งานที่ทำแต่ละครั้งเท่ากันหรือไม่ให้เหตุผล
   สมมติเด็กมีน้ำหนัก mg ขึ้นต้นมะพร้าวถึงตำแหน่งสูงจากพื้น h เท่ากัน ไม่ว่าจะปีนขึ้นโดยตรงหรือใช้บันไดพาดต้นมะพร้าวทำมุม θ กับพื้นดิน งานที่ทำ W แต่ละครั้งมีค่าเท่ากันคือ mgh ดังนี้
   ในกรณีที่ปีนขึ้นในแนวดิ่ง $W = mgh$
   ในกรณีที่ใช้บันไดพาด $W = (mg\ sin\theta)(s) = \left(mg\frac{h}{s}\right)(s) = mgh$



4. นักท่องเที่ยวแบกเป้ไว้บนหลัง เดินในแนวระดับได้ไกล 100 เมตร งานที่ทำในการแบกเป้เป็นเท่าใด
   งานในการแบกเป้ของนักท่องเที่ยวเป็นศูนย์ เพราะการเดินในแนวระดับ ความสูงในแนวดิ่งไม่เปลี่ยนแปลง เนื่องจากแรง (น้ำหนักของเป้) มีทิศทางลงและการกระจัดมีทิศทางตั้งฉากกับแรง จะได้ $W = Fs\cos 90° = 0$

แบบฝึกหัด 5.1

1. ชาวบ้านคนหนึ่งหิ้วถังน้ำหนัก 200 นิวตัน เคลื่อนที่ไปบนพื้นราบได้ระยะทาง 10 เมตร ดังรูป จงหางานในการหิ้วถังน้ำ



.....

.....

.....

.....

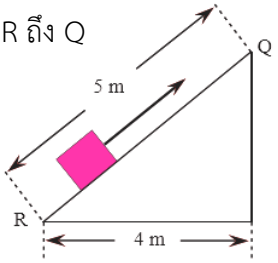
2. นักเรียนคนหนึ่งถือของมวล 10 กิโลกรัม นั่งอยู่บนรถตู้ซึ่งแล่นไปบนถนนระดับได้ระยะทาง 50 เมตร นักเรียนคนนี้จะทำงานเท่าใด

.....

.....

.....

3. นักเรียนคนหนึ่งดึงก้อนวัตถุน้ำหนัก 5 นิวตัน เคลื่อนที่บนพื้นเอียงที่มีแรงเสียดทานน้อยมากจาก R ถึง Q ดังรูป จงหางานที่ใช้ในการเคลื่อนวัตถุ จาก R ถึง Q



.....

.....

.....

.....

.....

4. วัวตัวหนึ่งออกแรง 124 นิวตัน ลากเลื่อนไปบนพื้นระดับ โดยแนวแรงทำมุม 30 องศากับพื้น จงหางานเนื่องจากแรงนี้ เมื่อเลื่อนเคลื่อนที่ไปตามพื้นระดับเป็นระยะทาง 0.50 กิโลเมตร

.....

.....

.....

.....

5. ชายคนหนึ่งใช้เชือกลากกล่องไม้มวล 60.0 กิโลกรัม ไปบนพื้นระดับฝืดด้วยอัตราเร็วคงตัวเป็นระยะทาง 1.0 กิโลเมตร ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างพื้นกับกล่องไม้เท่ากับ 0.02 จงหา

ก. งานที่ชายคนนี้ทำ

ข. งานเนื่องจากแรงเสียดทานระหว่างพื้นกับกล่องไม้

.....

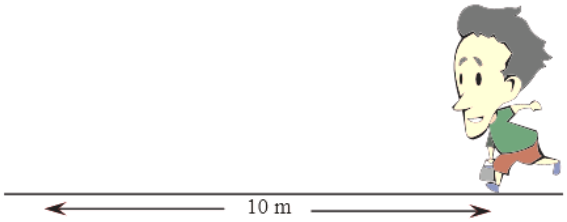
.....

.....

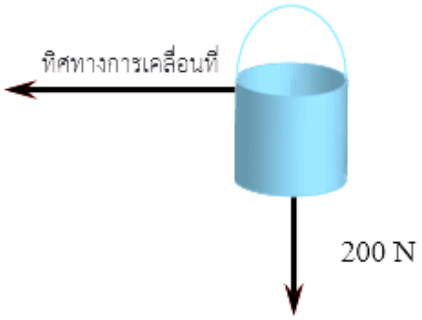
.....

เฉลยแบบฝึกหัด 5.1

1. ชาวบ้านคนหนึ่งหิ้วถังน้ำหนัก 200 นิวตัน เคลื่อนที่ไปบนพื้นราบได้ระยะทาง 10 เมตร ดังรูป จงหางานในการหิ้วถังน้ำ



วิธีทำ เนื่องจากชาวบ้านคนนี้เคลื่อนที่ในแนวราบ ส่วนน้ำหนักของถังน้ำอยู่ในแนวดิ่ง ดังรูป



ดังนั้นงานในการเคลื่อนถังน้ำ $W = Fs\cos 90°$

$= 0\ J$

ตอบ งานในการเคลื่อนถังน้ำเท่ากับ 0 จูล

2. นักเรียนคนหนึ่งถือของมวล 10 กิโลกรัม นั่งอยู่บนรถตู้ซึ่งแล่นไปบนถนนระดับได้ระยะทาง 50 เมตร นักเรียนคนนี้จะทำงานเท่าใด

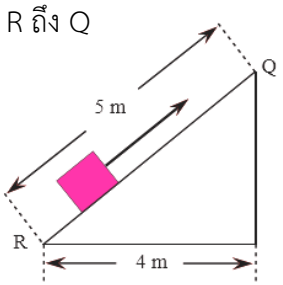
วิธีทำ เนื่องจากเป็นการเคลื่อนที่ในแนวราบ ส่วนน้ำหนักของมวลอยู่ในแนวดิ่ง

ดังนั้นงานในการเคลื่อนที่มวล $W = Fs\cos 90°$

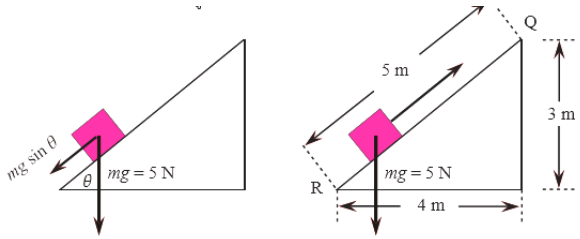
$= 0\ J$

ตอบ งานในการเคลื่อนที่มวลเท่ากับ 0 จูล

3. นักเรียนคนหนึ่งดึงก้อนวัตถุน้ำหนัก 5 นิวตัน เคลื่อนที่บนพื้นเอียงที่มีแรงเสียดทานน้อยมากจาก R ถึง Q ดังรูป จงหางานที่ใช้ในการเคลื่อนวัตถุ จาก R ถึง Q



วิธีทำ



จากรูป งานที่ใช้ในการดึงวัตถุ $W = mgs\sin\theta$

$$\mathrm{W} = (5)(\frac{3}{5})(5)$$
$$= 15\ J$$

ตอบ งานที่ใช้ในการเคลื่อนวัตถุจาก R ถึง Q เท่ากับ 15 จูล

4. วัวตัวหนึ่งออกแรง 124 นิวตัน ลากเลื่อนไปบนพื้นระดับ โดยแนวแรงทำมุม 30 องศากับพื้น จงหางานเนื่องจากแรงนี้ เมื่อเลื่อนเคลื่อนที่ไปตามพื้นระดับเป็นระยะทาง 0.50 กิโลเมตร

วิธีทำ จาก $W = Fs\cos\theta$

$$= (124)(0.5\times10^{3})(\frac{\sqrt{3}}{2})$$
$$= 5.4\times10^{4}\ J$$

ตอบ งานที่ใช้ในการลากเลื่อน 5.4×10^{4} จูล

5. ชายคนหนึ่งใช้เชือกลากกล่องไม้มวล 60.0 กิโลกรัม ไปบนพื้นระดับฝืดด้วยอัตราเร็วคงตัวเป็นระยะทาง 1.0 กิโลเมตร ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างพื้นกับกล่องไม้เท่ากับ 0.02 จงหา

ก. งานที่ชายคนนี้ทำ

ข. งานเนื่องจากแรงเสียดทานระหว่างพื้นกับกล่องไม้

วิธีทำ ก. หางานที่ชายคนนี้ทำ

ให้ F เป็นแรงที่ใช้ในการลากกล่องไปบนพื้นราบฝืดด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอจะได้

$$F = \mu N = \mu mg = 0.02(60)(10) = 12\ N$$

จาก $W = Fs$

$$= 12(1000)$$
$$= 12{,}000\ J$$

ตอบ งานที่ชายคนนี้ทำ 12,000 จูล

ข. หางานที่ทำโดยแรงเสียดทาน โดยที่แรงเสียดทาน f มีขนาดเท่ากับแรง F

ดังนั้น งานของแรงเสียดทานจึงเท่ากับงานของแรง F แต่มีเครื่องหมายเป็น ลบ

ตอบ งานของแรงเสียดทานเท่ากับ -12,000 จูล

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องงานและพลังงาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องงานเนื่องจากแรงไม่คงตัว

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาฟิสิกส์ 2 รหัสวิชา 31202

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 2 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุล กลของวัตถุ งาน และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

2. วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณกำลังเฉลี่ย

2. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

เมื่อมีแรงคงตัว $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ในแนวตรงได้การกระจัด $\Delta\vec{s}$ ถ้าแรงและการกระจัดมีทิศทางเดียวกัน จะทำให้เกิดงาน (work) ของแรง $\vec{F}$ มีค่า $W = F\Delta s\cos\theta$ ซึ่งอาจมีค่าของงานเป็นบวก ศูนย์ หรือ ลบ ขึ้นอยู่กับมุม θ งานเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็นนิวตัน.เมตร (N.m) หรือ จูล (J) อาจหาค่าของงานได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับตำแหน่ง ทั้งในกรณีแรงคงตัวและแรงไม่คงตัว

3.จุดประสงค์การเรียนรู้

1) ด้านความรู้ (K)

บอกความหมายของงานในวิชาฟิสิกส์ได้

2) ด้านกระบวนการ (P)

วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับตำแหน่งได้

3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

ใฝ่เรียนรู้

4. ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการแก้ปัญหา

5. บูรณาการข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้

ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณโจทย์ปัญหาและเชื่อมโยงสมการ

6.สาระการเรียนรู้

งานเกิดจากการออกแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรง นั่นคืองานมีค่าเท่ากับแรงคูณกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ หรือ W = Fs ซึ่งถ้าทิศของแรงกระทำและทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุไม่ได้อยู่ในแนวเดียวกันต้องแตกแรงให้มาอยู่ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่โดยใช้ตรีโกณมิติ

วิธีในการคำนวณหางาน คือ หาผลคูณของการกระจัดกับองค์ประกอบของแรงในทิศเดียวกับการกระจัดหรือผลคูณของแรงกับองค์ประกอบของการกระจัดในทิศเดียวกับแรง ส่วนการหางานใต้กราฟกรณีแรงกระทำมีค่าคงตัวหาได้จากพื้นที่ของสี่เหลี่ยมผืนผ้า กรณีแรงมีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอหาได้จากพื้นที่ของสามเหลี่ยมมุมฉาก กรณีที่แรงมีขนาดไม่สม่ำเสมอหาได้จากผลรวมของพื้นที่ของสี่เหลี่ยมผืนผ้าเล็ก ๆ

เมื่อมีแรงคงตัว $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ในแนวตรงได้การกระจัด $\Delta\vec{s}$ ถ้าแรงและการกระจัดมีทิศทางเดียวกัน จะทำให้เกิดงาน (work) ของแรง $\vec{F}$ มีค่า $W = F\Delta s\cos\theta$ ซึ่งอาจมีค่าของงานเป็นบวก ศูนย์ หรือ ลบ ขึ้นอยู่กับมุม θ งานเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็นนิวตัน.เมตร (N.m) หรือ จูล (J) อาจหาค่าของงานได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับตำแหน่ง ทั้งในกรณีแรงคงตัวและแรงไม่คงตัว

7.กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม

1) ครูใช้คำถามและกำหนดประเด็นปัญหากระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำเสนอพื้นฐานความรู้เดิม ตรวจสอบ และทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเติมเต็มประสบการณ์เดิม และวางแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

2) ครูถามนักเรียนว่า งาน คืออะไรในความคิดของนักเรียน (คำตอบเป็นแบบปลายเปิด)

3) ครูถามนักเรียนว่าจากชั่วโมงเรียนที่ผ่านมา เป็นกรณีเฉพาะแรงคงตัวเท่านั้น แต่ถ้าในกรณีที่แรงไม่คงตัว จะหางานของแรงนั้นได้อย่างไร (คำตอบเป็นแบบปลายเปิด)

ขั้นสำรวจและค้นหา

4) ครูให้นักเรียนพิจารณาในกรณีที่แรงคงตัว กระทำต่อวัตถุตลอดการเคลื่อนที่ในแนวตรง โดยทิศทางของแรงมีทิศเดียวกับการกระจัดของวัตถุ นอกจากจะหางานของแรงนี้ได้จากสมการ $W = F\Delta s\cos\theta$ ยังสามารถหาได้จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงคงตัวนี้กับตำแหน่งต่างๆ ที่วัตถุเคลื่อนที่ได้อีกด้วย ดังกราฟในหน้าที่ 76 หนังสือเรียนฟิสิกส์เพิ่มเติม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.

5) ครูถามนักเรียนว่า ความสัมพันธ์ของแกน x และ แกน y เมื่อต้องการพื้นที่ใต้กราฟเป็นอย่างไร (แนวคำตอบ : พื้นที่ใต้กราฟ หมายถึงพื้นที่ในบริเวณระหว่างแกน X กับเส้นกราฟ รวมทั้งในกรณีที่เส้นกราฟอยู่ใต้แกน X)

6) ครูให้นักเรียนศึกษากรณีงานของแรงไม่คงตัวแต่มีค่าเปลี่ยนแปลงอย่างสม่ำเสมอ กับ งานของแรงไม่คงตัวและมีค่าเปลี่ยนแปลงไม่สม่ำเสมอ ในหน้า 77-78 หนังสือเรียนฟิสิกส์เพิ่มเติม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท. และอภิปรายร่วมกันจนได้ข้อสรุปว่า ในกรณีของงานที่ไม่คงตัวสามารถคำนวณค่าได้จากการหาพื้นที่ใต้กราฟ

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

7) ครูอภิปรายเพิ่มเติมว่ากรณีที่ออกแรงผลักหรือดึงกล่องไปบนพื้นลื่น ถ้านำขนาดของแรงคงตัวที่ผลักหรือดึงและตำแหน่งที่วัตถุ เคลื่อนที่มาเขียนกราฟจะได้กราฟมีลักษณะดังรูป 5.5 ในหนังสือเรียน โดยการหางานของแรงสามารถหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟ ซึ่งพื้นที่ใต้กราฟ หมายถึงพื้นที่ระหว่างเส้นกราฟกับแกน x ซึ่งรวมทั้ง กรณี
ที่กราฟอยู่ใต้แกน x

ขั้นขยายความรู้

8) ครูสาธิตโดยการใช้เครื่องชั่งสปริงดึงสปริงให้ยืดออก แล้วให้นักเรียนสังเกตสเกลของเครื่องชั่งสปริง ครูอธิบายว่าแรงที่ใช้ดึงสปริงและแรงของสปริงเป็นแรงไม่คงตัวและมีค่าเปลี่ยนแปลง

อย่างสม่ำเสมอ เมื่อเขียนกราฟระหว่างขนาดของแรงกับตำแหน่งจะได้กราฟดังรูป 5.6 ในหนังสือเรียน และการหางานของแรงไม่คงตัวที่มีค่าเปลี่ยนแปลงอย่างสม่ำเสมอสามารถหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟ โดยพิจารณาให้ขนาดของแรงเป็นขนาดของแรงเฉลี่ย

9) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปงานเนื่องจากแรงคงตัวและแรงไม่คงตัว ดังนี้

เมื่อมีแรงคงตัว $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ในแนวตรงได้การกระจัด $\Delta\vec{s}$ ถ้าแรงและการกระจัดมีทิศทางเดียวกัน จะทำให้เกิดงาน (work) ของแรง $\vec{F}$ มีค่า $W = F\Delta s\cos\theta$ ซึ่งอาจมีค่าของงานเป็นบวก ศูนย์ หรือ ลบ ขึ้นอยู่กับมุม θ งานเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็นนิวตัน.เมตร (N.m) หรือ จูล (J) อาจหาค่าของงานได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับตำแหน่ง ทั้งในกรณีแรงคงตัวและแรงไม่คงตัว

ขั้นประเมินผล

10) ครูให้นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 5.2 โดยเฉลยคำตอบและอภิปรายคำตอบร่วมกัน

ขั้นนำความรู้ไปใช้

11) กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท นำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้แนะแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน

8.สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนฟิสิกส์เพิ่มเติม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.
- เครื่องชั่งสปริง

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	หลักฐานการเรียนรู้ (ชิ้นงาน/ภาระงาน)	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
1) ด้านความรู้ (K) บอกความหมายของงานในวิชาฟิสิกส์ได้	-คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 5.2	-นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 5.2 ได้ถูกต้องร้อยละ 70
2) ด้านกระบวนการ (P) วิเคราะห์และคำนวณงานของแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับตำแหน่งได้	-คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 5.2	-นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 5.2 ได้ถูกต้องร้อยละ 70
3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) ใฝ่เรียนรู้	-คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 5.2	-นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 5.2 ได้ครบถ้วนและตรงเวลาร้อยละ 70

<u>คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 5.2</u>

1. การหางานของแรงคงตัวและแรงไม่คงตัวที่กระทำต่อวัตถุ มีวิธีการหาเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

   .....

   .....

   .....

   .....

2. ในการหางานจากกราฟระหว่างขนาดของแรงกับขนาดของการกระจัด ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างสม่ำเสมอ จะหาพื้นที่ได้อย่างไร

   .....

   .....

   .....

   .....

3. ในการหางานจากกราฟระหว่างขนาดของแรงกับขนาดของการกระจัด ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไม่สม่ำเสมอ จะหาพื้นที่ได้อย่างไร

   .....

   .....

   .....

   .....

4. สำหรับเส้นกราฟระหว่างขนาดของแรงไม่คงตัว F กับขนาดของการกระจัด F ที่มีค่าลบ มีความหมายอย่างไร

   .....

   .....

   .....

   .....

เฉลยคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 5.2

1. การหางานของแรงคงตัวและแรงไม่คงตัวที่กระทำต่อวัตถุ มีวิธีการหาเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

   ตอบ เหมือนกัน คือ ทั้งงานของแรงคงตัวและงานของแรงไม่คงตัวหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับตำแหน่ง ต่างกัน คือ งานของแรงคงตัวหาได้จากสมการ $W = F\Delta s\cos\theta$ แต่งานของแรงไม่คงตัวหาได้ $W = F_{\text{เฉลี่ย}} \times \Delta s$

2. ในการหางานจากกราฟระหว่างขนาดของแรงกับขนาดของการกระจัด ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างสม่ำเสมอ จะหาพื้นที่ได้อย่างไร

   ตอบ หางานได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงเฉลี่ยกับการกระจัด โดยแรงเฉลี่ยหาจาก

   $$\text{แรงเฉลี่ย} = \frac{(\text{แรงที่ตำแหน่งเริ่ม} + \text{แรงที่ตำแหน่งปลาย})}{2}$$

3. ในการหางานจากกราฟระหว่างขนาดของแรงกับขนาดของการกระจัด ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไม่สม่ำเสมอ จะหาพื้นที่ได้อย่างไร

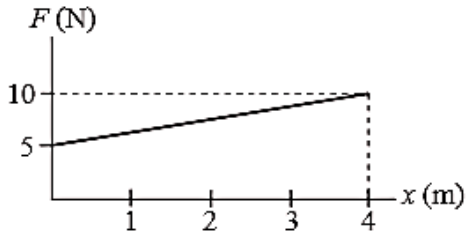
   ตอบ แบ่งพื้นที่ใต้กราฟเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ในช่วงขนาดของการกระจัดน้อยที่สุด แล้วนำพื้นที่ทั้งหมดมารวมกันเป็นงานทั้งหมด

4. สำหรับเส้นกราฟระหว่างขนาดของแรงไม่คงตัว F กับขนาดของการกระจัด F ที่มีค่าลบ มีความหมายอย่างไร

   ตอบ แรง F ที่มีค่าลบ หมายความว่า แรงมีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่จึงทำให้งานมีค่าเป็นลบ

แบบฝึกหัด 5.2

1. กราฟระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ไปตามพื้นราบลื่นของวัตถุเป็นดังรูป จงหางานที่กระทำโดยแรงที่เคลื่อนที่มวลไปตามทางเป็นระยะเท่ากับ 4.0 เมตร



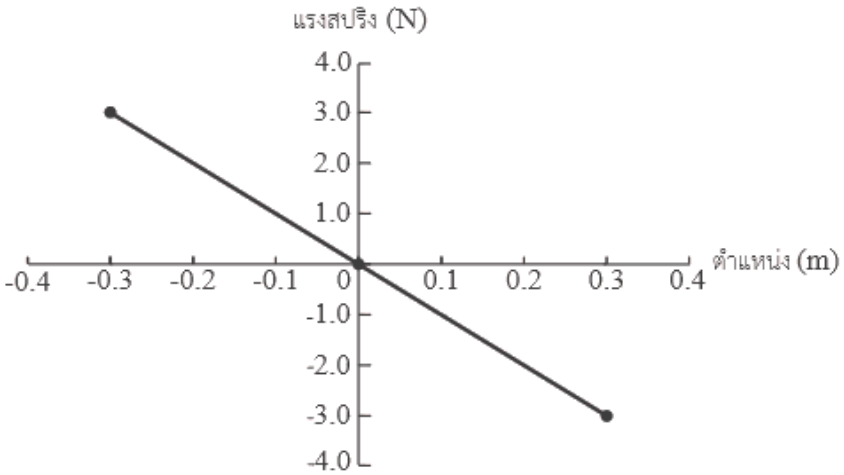
.....

.....

.....

.....

2. แรงที่สปริงกระทำต่อมวลก้อนหนึ่งแสดงดังกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงสปริงกับตำแหน่งของมวลจากตำแหน่งสมดุล ดังรูป



จงหา ก.งานของแรงสปริงจากตำแหน่ง 0 ถึง 0.3 เมตร

ข.งานของแรงสปริงจากตำแหน่ง -0.3 ถึง 0.3 เมตร

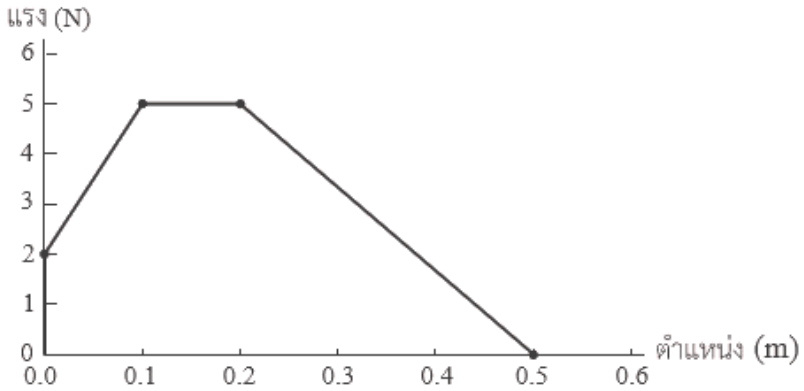
.....

.....

.....

.....

3. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่กระทำต่อมวลก้อนหนึ่งกับการกระจัด แสดงดังรูป โดยแรงและการกระจัดมีทิศทางเดียวกัน งานทั้งหมดของแรงนี้เป็นเท่าใด



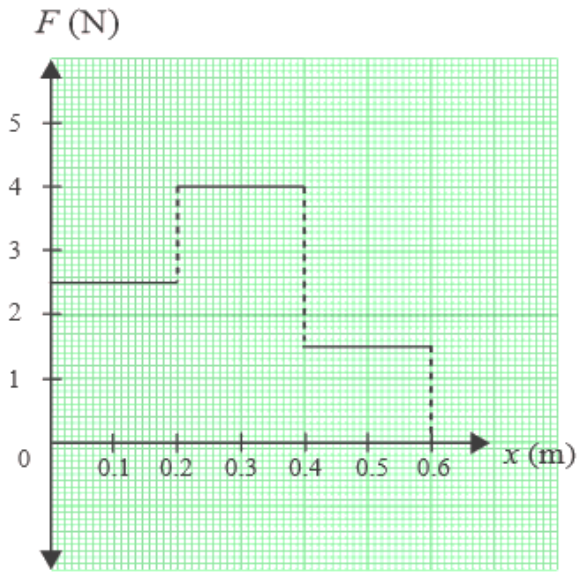
.....

.....

.....

.....

4. แรงไม่คงตัวกระทำต่อมวลก้อนหนึ่ง ถ้ากราฟระหว่างแรงกับขนาดการกระจัดในแนวการเคลื่อนที่เป็นดังรูป งานของแรงนี้มีค่าประมาณเท่าใด



.....

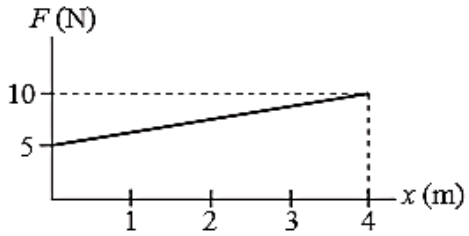
.....

.....

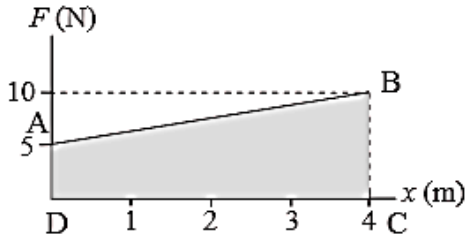
การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เฉลยแบบฝึกหัด 5.2

1. กราฟระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ไปตามพื้นราบลื่นของวัตถุเป็นดังรูป จงหางานที่กระทำโดยแรงที่เคลื่อนที่มวลไปตามทางเป็นระยะเท่ากับ 4.0 เมตร



วิธีทำ จากกราฟ แรงที่กระทำต่อวัตถุเป็นแรงไม่คงตัวและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างสม่ำเสมอ การหางานของแรงที่มีค่าเปลี่ยนแปลงอย่างสม่ำเสมอ หาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับตำแหน่ง



ดังนั้น งานของแรงนี้ = พื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู ABCD

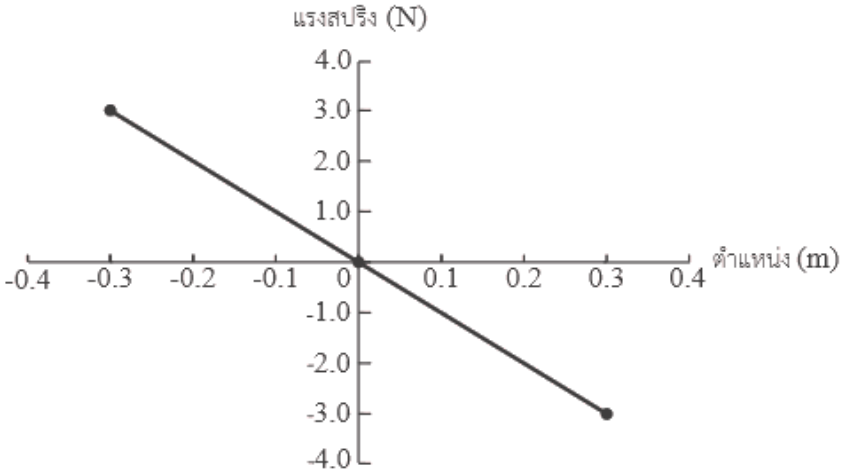
$$= \frac{1}{2} \times \text{สูง} \times \text{ผลบวกของด้านคู่ขนาน}$$

$$= \frac{1}{2} \times 4 \times (5 + 10)$$

$$= 30 \text{ J}$$

ตอบ งานที่กระทำโดยแรงดังกล่าว มีค่า 30 จูล

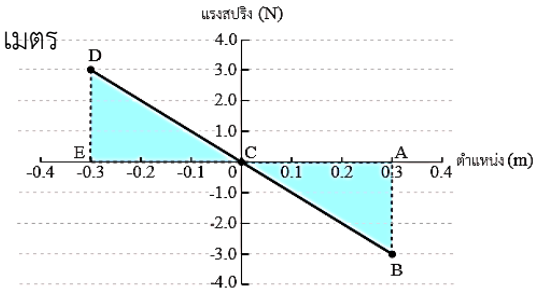
2. แรงที่สปริงกระทำต่อมวลก้อนหนึ่งแสดงดังกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงสปริงกับตำแหน่งของมวลจากตำแหน่งสมดุล ดังรูป



จงหา ก.งานของแรงสปริงจากตำแหน่ง 0 ถึง 0.3 เมตร

ข.งานของแรงสปริงจากตำแหน่ง -0.3 ถึง 0.3 เมตร

<u>วิธีทำ</u> ก. จากกราฟจะเห็นว่าแรงที่สปริงกระทำกับมวลเป็นแรงไม่คงตัวและแรงมีทิศทางตรงข้ามกับตำแหน่งเสมอ เราสามารถหางานเนื่องจากแรงสปริงนี้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างขนาดของแรงสปริงกับตำแหน่งของมวล ดังรูป



งานของแรงสปริงในช่วงจากตำแหน่ง 0 ถึง 0.3 เมตร

เท่ากับพื้นที่สามเหลี่ยม ABC

พื้นที่สามเหลี่ยม ABC $= \frac{1}{2} \times$ ฐาน $\times$ สูง

$= \frac{1}{2} \times (0.3) \times (-3)$

= - 0.45 จูล

<u>ตอบ</u> งานของแรงสปริงจากตำแหน่ง 0 ถึง 0.3 เมตร เท่ากับ -0.45 จูล

ข. งานของแรงสปริงในช่วงจากตำแหน่ง 0 ถึง - 0.3 เมตร เท่ากับพื้นที่สามเหลี่ยม CDE

พื้นที่สามเหลี่ยม ABC $= \frac{1}{2} \times$ ฐาน $\times$ สูง

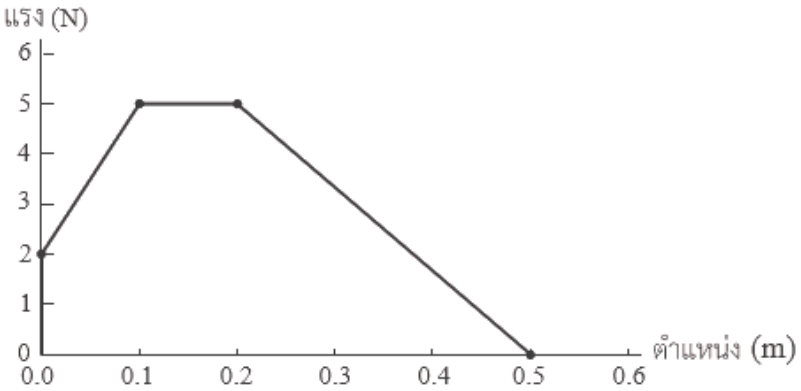
$= \frac{1}{2} \times (-0.3) \times 3$

= - 0.45 จูล

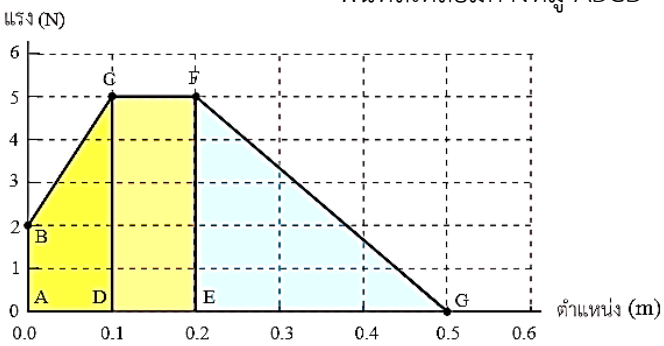
ดังนั้น งานของแรงสปริงจากตำแหน่ง -0.3 ถึง 0.3 เมตร คือ (-0.45) + (-0.45) = -0.9 จูล

<u>ตอบ</u> งานของแรงสปริงจากตำแหน่ง -0.3 ถึง 0.3 เมตร เท่ากับ -0.9 จูล

3. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่กระทำต่อมวลก้อนหนึ่งกับการกระจัด แสดงดังรูป โดยแรงและการกระจัดมีทิศทางเดียวกัน งานทั้งหมดของแรงนี้เป็นเท่าใด



<u>วิธีทำ</u> แรงที่กระทำกับมวลเป็นแรงไม่คงตัว สามารถหางานของแรงนี้ได้โดยการหาพื้นที่ใต้กราฟ โดยการแบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็นส่วนย่อย ๆ แล้วหาผลรวมของพื้นที่ส่วนย่อย ๆ เหล่านั้น ดังรูป



พื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู ABCD = $\frac{1}{2}$ × สูง × ผลบวกของด้านคู่ขนาน

$= \frac{1}{2} \times 0.1 \times (2+5)$

= 0.35 J

พื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า CDEF = กว้าง × ยาว

$= 0.1 \times 5$

= 0.5 J

พื้นที่สามเหลี่ยม EFG $= \frac{1}{2}$ × ฐาน × สูง

$= \frac{1}{2} \times (0.3) \times 5$

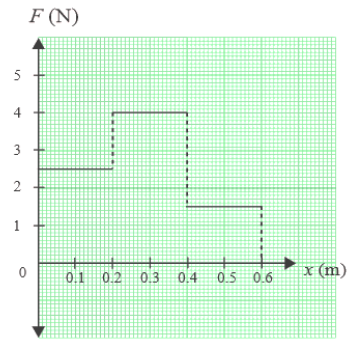
= 0.75 จูล

เนื่องจากแรงและการกระจัดมีทิศทางเดียวกัน ดังนั้นงานเนื่องจากแรงนี้จึงมีค่าเป็นบวก

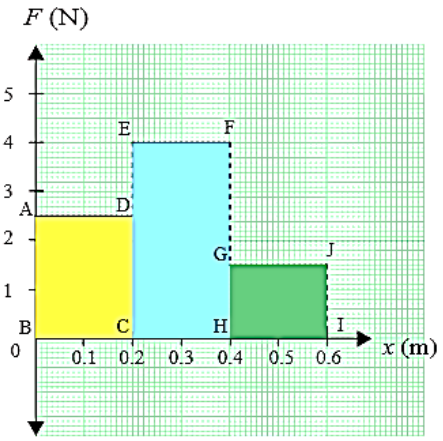
งานทั้งหมด = ผลรวมของพื้นที่ใต้กราฟส่วนย่อย = 0.35+0.5+0.75 = 1.6 จูล

<u>ตอบ</u> งานทั้งหมดของแรงนี้เท่ากับ 1.6 จูล

4. แรงไม่คงตัวกระทำต่อมวลก้อนหนึ่ง ถ้ากราฟระหว่างแรงกับขนาดการกระจัดในแนวการเคลื่อนที่เป็นดังรูป งานของแรงนี้มีค่าประมาณเท่าใด



<u>วิธีทำ</u> แรงที่กระทำกับมวลเป็นแรงไม่คงตัว เราสามารถหางานของแรงนี้ได้โดยการหาพื้นที่ใต้กราฟ โดยการแบ่งพื้นที่ใต้กราฟออกเป็นส่วนย่อย ๆ แล้วหาผลรวมของพื้นที่ส่วนย่อย ๆ เหล่านั้น ดังรูป



พื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า ABCD = กว้าง × ยาว

= 2.5 × 0.2

= 0.5 J

พื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า CEFH = กว้าง × ยาว

= 4 × 0.2

= 0.8 J

พื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า GHIJ = กว้าง × ยาว

= 1.5 × 0.2

= 0.3 J

เนื่องจากแรงและการกระจัดมีทิศทางเดียวกัน ดังนั้นงานเนื่องจากแรงนี้จึงมีค่าเป็นบวก

งานทั้งหมด = ผลรวมของพื้นที่ใต้กราฟส่วนย่อย

= 0.5 + 0.8 + 0.3

= 1.6 J

<u>ตอบ</u> งานทั้งหมดของแรงนี้เท่ากับ 1.6 จูล

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องงานและพลังงาน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องกำลัง
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี **รายวิชาฟิสิกส์ 2** **รหัสวิชา ว31202**
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 **ภาคเรียนที่ 2** **เวลา 2 ชั่วโมง** **จำนวน 1.5 หน่วยกิต**

1.มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรง และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

3. วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ยได้

2. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

กำลัง หมายถึง อัตราการทำงานหรืองานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา หรือ P = W/t ค่ากำลังในช่วงเวลาสั้น ๆ เป็นกำลัง ณ ขณะนั้น แต่การทำงานมักไม่สม่ำเสมอดังนั้นกำลังจึงไม่สม่ำเสมอด้วย จึงหากำลังได้ในรูปของกำลังเฉลี่ย และค่า 1 กำลังม้าเท่ากับ 745.6 วัตต์

3.จุดประสงค์การเรียนรู้

1) ด้านความรู้ (K)

บอกความหมายของกำลังและความสัมพันธ์ระหว่างกำลังกับงานได้

2) ด้านกระบวนการ (P)

คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับกำลังได้

3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

รับผิดชอบต่อหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย

4. ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการแก้ปัญหา

5. บูรณาการข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้

ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณโจทย์ปัญหาและเชื่อมโยงสมการ

6.สาระการเรียนรู้

กำลัง คืออัตราการทำงาน หรืองานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็น วัตต์ หน่วยที่นิยมใช้อีกหน่วยหนึ่ง คือ แรงม้า ซึ่งมีค่าเท่ากับ 746 วัตต์

งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังเฉลี่ย ดังสมการ $P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$

7.กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม

1) ครูใช้คำถามและกำหนดประเด็นปัญหากระตุ้นให้ผู้เรียนได้เสนอพื้นฐานความรู้เดิม ตรวจสอบและทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเติมเต็มประสบการณ์เดิม และวางแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

2) ครูยกสถานการณ์ที่มีการทำงานได้ปริมาณเท่ากันแต่ใช้เวลาต่างกัน ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันถึงการทำงานเทียบกับเวลา

3) ครูถามนักเรียนว่าความเร็วมีผลต่อกำลังหรือไม่ (แนวคำตอบ : ความเร็วมีผลต่อกำลัง เพราะจากสมการ $P = F\frac{\Delta s}{\Delta t}$ จะได้ว่า $P = Fv$ ดังนั้น ความเร็วจะแปรผันตรงกับกำลัง ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v ที่มากขึ้น กำลังของวัตถุหรือระบบก็จะเพิ่มขึ้นตาม)

ขั้นสำรวจและค้นหา

4) ครูให้นักเรียนแบ่งเป็น 5 กลุ่ม และให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาหน้าชั้นเรียน กลุ่มละ 1 คน พร้อมบอกข้อมูลของแต่ละคนให้ทราบ

กำหนดให้นักเรียนแต่ละคนยกของจากพื้นขึ้นวางบนชั้นวางของ ให้ระยะจากพื้นถึงชั้นวางของ 2 เมตร

- ตัวแทนนักเรียนกลุ่มที่ 1 ออกแรง 250 นิวตัน ในเวลา 10 วินาที
- ตัวแทนนักเรียนกลุ่มที่ 2 ทำงานได้ 100 จูล ในเวลา 10 วินาที
- ตัวแทนนักเรียนกลุ่มที่ 3 ออกแรง 200 นิวตัน ในเวลา 5 วินาที
- ตัวแทนนักเรียนกลุ่มที่ 4 ออกแรง 150 นิวตัน ในเวลา 10 วินาที

- ตัวแทนนักเรียนกลุ่มที่ 5 ทำงานได้ 150 จูล ในเวลา 5 วินาที

(แนวคำตอบ : ตัวแทนนักเรียนกลุ่มที่ 3 มีกำลังมากที่สุด)

5) ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าทำไมตัวแทนของกลุ่มที่ 3 จึงมีกำลังมากที่สุด (แนวคำตอบ : ใช้การเปรียบเทียบงานที่ได้กับเวลาที่ใช้)

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

6) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากกิจกรรมข้างต้น จนได้ข้อสรุปว่า งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังเฉลี่ย ดังสมการ $P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$

7) ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า กำลัง คืออัตราการทำงาน หรืองานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็น วัตต์ หน่วยที่นิยมใช้อีกหน่วยหนึ่ง คือ แรงม้า ซึ่งมีค่าเท่ากับ 746 วัตต์

ขั้นขยายความรู้

8) ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า หน่วยของกำลังนอกจากหน่วย วัตต์ (W) แล้วยังมีหน่วยจูลต่อวินาที (J/s)

9) ครูให้นักเรียนศึกษาประวัติของ เจมส์ วัตต์ เพิ่มเติมนอกเวลา

ขั้นตรวจสอบผล

10) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจ และแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างหลากหลายและเท่าเทียม และให้ผู้เรียนถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้

ขั้นประเมินผล

11) ครูอธิบายตัวอย่าง 5.5 และ 5.6 ตามรายละเอียดในหนังสือเรียนจากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 5.3 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท. โดยเฉลยคำตอบและอภิปรายคำตอบร่วมกัน

8.สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	หลักฐานการเรียนรู้ (ชิ้นงาน/ภาระงาน)	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
1) ด้านความรู้ (K) บอกความหมายของกำลังและความสัมพันธ์ระหว่างกำลังกับงานได้	- คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด5.3	- นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด5.3ได้ถูกต้องร้อยละ 70
2) ด้านกระบวนการ (P) คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับกำลังได้	- คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด5.3	- นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด5.3ได้ถูกต้องร้อยละ 70
3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) รับผิดชอบต่อหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย	- คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด5.3	- นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด5.3ได้ถูกต้องครบถ้วนและส่งตรงต่อเวลาร้อยละ 70

<u>คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 5.3</u>

1. กำลังเฉลี่ยเกี่ยวข้องกับปริมาณใดบ้าง

   .....

   .....

   .....

2. กำลังเฉลี่ยของเครื่องกลชนิดเดียวกันสองเครื่องที่มีกำลังไม่เท่ากันบ่งบอกอะไรแก่เรา

   .....

   .....

   .....

3. สมมติเส้นทางขึ้นไปยังน้ำตกในอุทยานแห่งหนึ่งมีสองเส้นทาง เส้นทางแรก คดเคี้ยวแต่ลาดชันน้อย เส้นทางที่สองลาดชันมาก เส้นทางใดขึ้นได้ง่ายกว่า เพราะเหตุใด

   .....

   .....

   .....

<u>เฉลยคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 5.3</u>

1. กำลังเฉลี่ยเกี่ยวข้องกับปริมาณใดบ้าง

   <u>ตอบ</u> กำลังเฉลี่ยเกี่ยวข้องกับ งานที่ทำได้ และช่วงเวลาที่ใช้ โดยปริมาณทั้งสามมีความสัมพันธ์กันดังสมการ

$$\text{กำลังเฉลี่ย} = \frac{\text{งานที่ทำได้ } (W)}{\text{ช่วงเวลาที่ใช้ } (\Delta t)}$$

2. กำลังเฉลี่ยของเครื่องกลชนิดเดียวกันสองเครื่องที่มีกำลังไม่เท่ากันบ่งบอกอะไรแก่เรา

   <u>ตอบ</u> ในเวลาเท่ากัน เครื่องกลที่มีกำลังเฉลี่ยมากกว่าจะทำงานได้มากกว่า

3. สมมติเส้นทางขึ้นไปยังน้ำตกในอุทยานแห่งหนึ่งมีสองเส้นทาง เส้นทางแรก คดเคี้ยวแต่ลาดชันน้อย เส้นทางที่สองลาดชันมาก เส้นทางใดขึ้นได้ง่ายกว่า เพราะเหตุใด

   <u>ตอบ</u> เส้นทางที่ลาดชันน้อยขึ้นได้ง่ายกว่า เพราะแรงที่ใช้ในการเดินขึ้นที่สูงน้อยกว่า

<u>แบบฝึกหัด 5.3</u>

1. นักวิ่งคนหนึ่งมีมวล 600 กิโลกรัม วิ่งแข่งขันขึ้นอาคาร 25 ชั้น ด้วยอัตราคงตัวโดยใช้เวลา 10 นาที แต่ละชั้นสูง 3.2 เมตร จงหากำลังเฉลี่ยของนักวิ่ง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. เครื่องยนต์ของเรือลำหนึ่งมีกำลัง 3 กิโลวัตต์ สามารถทำให้เรือแล่นได้ด้วยอัตราเร็วคงตัว 5.0 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาแรงจากเครื่องยนต์ที่ทำให้เรือลำนี้แล่น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. เครื่องยนต์ของรถยนต์คันหนึ่งมีกำลัง 60 กิโลวัตต์ ถ้าแรงจากเครื่องยนต์ที่ทำให้รถเคลื่อนที่มีค่า 4000 นิวตัน รถยนต์สามารถเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วกี่กิโลเมตรต่อชั่วโมง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยแบบฝึกหัด 5.3

1. นักวิ่งคนหนึ่งมีมวล 600 กิโลกรัม วิ่งแข่งขันขึ้นอาคาร 25 ชั้น ด้วยอัตราคงตัวโดยใช้เวลา 10 นาที แต่ละชั้นสูง 3.2 เมตร จงหากำลังเฉลี่ยของนักวิ่ง

วิธีทำ กำลังเฉลี่ยของนักวิ่ง $P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$

งานที่นักวิ่งทำได้ $W = F\Delta s$

$= (60)(9.8)(25 \times 3.2)$

$= 47{,}040\ J$

ดังนั้น $P_{av} = \frac{47040}{10 \times 60} = 78.4\ w$

ตอบ กำลังเฉลี่ยของนักวิ่งเท่ากับ 78.4 วัตต์

2. เครื่องยนต์ของเรือลำหนึ่งมีกำลัง 3 กิโลวัตต์ สามารถทำให้เรือแล่นได้ด้วยอัตราเร็วคงตัว 9.0 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาแรงจากเครื่องยนต์ที่ทำให้เรือลำนี้แล่น

วิธีทำ จาก $P_{av} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{F\Delta s}{\Delta t} = Fv$

$F = \frac{P_{av}}{v} = \frac{3 \times 10^3}{9\ km/h} = \frac{3 \times 10^3}{2.5\ m/s} = 1200\ N$

ตอบ แรงจากเครื่องยนต์ที่ทำให้เรือลำนี้แล่นเท่ากับ 1200 นิวตัน

3. เครื่องยนต์ของรถยนต์คันหนึ่งมีกำลัง 60 กิโลวัตต์ ถ้าแรงจากเครื่องยนต์ที่ทำให้รถเคลื่อนที่มีค่า 4000 นิวตัน รถยนต์สามารถเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วกี่กิโลเมตรต่อชั่วโมง

วิธีทำ จาก $P_{av} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{F\Delta s}{\Delta t} = Fv$

$60 \times 10^3 = 4000v$

$v = 15\frac{m}{s}$

$= \frac{15 \times 3600}{1000}$

$= 54\ km/h$

ตอบ รถยนต์สามารถเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 54 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องงานและพลังงาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานกล (พลังงานจลน์)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาฟิสิกส์ 2 รหัสวิชา 31202

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 6 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

---

1. **มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้**

สาระฟิสิกส์

1. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุล กลของวัตถุ งาน และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์ โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

4. อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์

2. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

พลังงาน หมายถึงความสามารถในการทำงาน พลังงานกลหรือพลังงานทางกลศาสตร์มี 2 รูปแบบคือ

1. พลังงานจลน์ E_k หมายถึงพลังงานในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่
2. พลังงานศักย์ E_p หมายถึงพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุ

พลังงานกลเป็นผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ตามสมการ $E = E_k + E_p$

3.จุดประสงค์การเรียนรู้

1) ด้านความรู้ (K)

บอกความหมายพลังงานกลและพลังงานจลน์ได้

2) ด้านกระบวนการ (P)

ทดลองและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับพลังงานได้

3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

มีความใฝ่เรียนรู้

4. ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการแก้ปัญหา

5. บูรณาการข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้

ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณโจทย์ปัญหาและเชื่อมโยงสมการ

6.สาระการเรียนรู้

พลังงาน หมายถึงความสามารถในการทำงาน

พลังงานจลน์ E_k หมายถึงพลังงานในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความเร็วของวัตถุ เป็นปริมาณสเกลาร์ ค่าของพลังงานจลน์คือครึ่งหนึ่งของผลคูณระหว่างมวลกับอัตราเร็วยกกำลังสอง หรือ $E_k = ½ mv^2$

7.กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม

1) ครูใช้คำถามและกำหนดประเด็นปัญหากระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำเสนอพื้นฐานความรู้เดิม ตรวจสอบ และทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเติมเต็มประสบการณ์เดิม และวางแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

2) ครูถามนักเรียนว่า รู้จักพลังงานอะไรบ้าง และพลังงานคืออะไร (คำตอบแบบปลายเปิด)

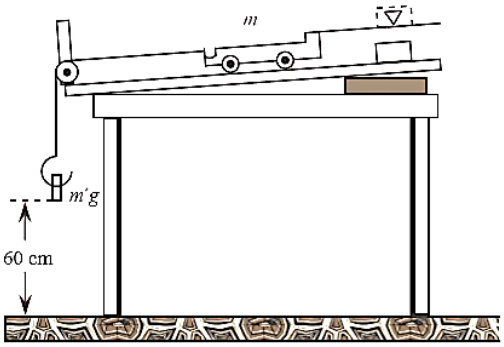
3) ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ว่า วัตถุที่อยู่บนโต๊ะถูกยกขึ้นด้วยความเร็ว จะมีพลังงานแบบใดเกิดขึ้นบ้าง (แนวคำตอบ : พลังงานจลน์และพลังงานศักย์)

ขั้นสำรวจและค้นหา

4) ครูให้นักเรียนทำกิจกรรม 5.1 การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ในหนังสือเรียนเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท. โดยครูแนะนำก่อนทดลอง ดังนี้

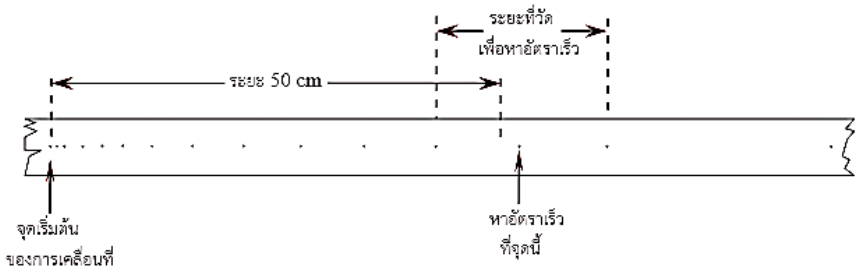
1. ในการปล่อยรถทดลองนั้นจะต้องปล่อยจากตำแหน่งเดียวกันทุกครั้ง

2. เส้นเชือกที่ใช้ในการลากรถและแขวนนอต ควรให้มีความยาวพอดีที่จะทำให้รถทดลองอยู่ห่างจากปลายรางมากกว่า 60 เซนติเมตรและนอตอยู่สูงจากพื้นมากกว่า 60 เซนติเมตร ดังรูป



3. ครูควรเน้นว่าระยะที่รถเคลื่อนที่ Δs ซึ่งเท่ากับ 50 เซนติเมตรนั้น คือ ระยะที่วัดจากแถบกระดาษ ดังนั้น จะต้องวัดจากจุดแรกบนแถบกระดาษไปเป็นระยะ 50 เซนติเมตร

เพื่อการหาอัตราเร็วของรถทดลอง เมื่อเคลื่อนที่ได้ 50 เซนติเมตร จากแถบกระดาษให้หาอัตราเร็วที่จุดบนแถบกระดาษที่อยู่ใกล้กับตำแหน่ง 50 เซนติเมตรมากที่สุด ดังรูป



4. จับรถทดลองไว้โดยให้แถบกระดาษดึงรถทดลอง เมื่อกดสวิตช์เครื่องเคาะสัญญาณเวลาแล้วจึงปล่อยรถทดลองให้เคลื่อนที่

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

5) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม 5.1 สรุปได้ดังนี้

1. งานที่ทำโดยแรงดึงรถทดลองเป็นสัดส่วนตรงกับอัตราเร็วของรถยกกำลังสอง เขียนได้ว่า $F\Delta s \propto v^2$ หรือ $F\Delta s = kv^2$

2. ความชันของกราฟ k มีค่าคงตัวและเท่ากับครึ่งหนึ่งของมวลรถ ดังนั้น

$$k = \frac{m}{2}$$

3. งานที่เกิดจากแรงดึงรถทดลองเท่ากับพลังงานจลน์ของรถทดลองและเท่ากับ

หรือ $F\Delta s = \frac{1}{2}mv^2$

ขั้นขยายความรู้

6) ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า พลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไปนั้นอาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้ ขึ้นอยู่กับทิศทางของแรงที่มากระทำ กล่าวคือ ถ้าแรงที่มากระทำมีทิศทางเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุจะทำให้พลังงานจลน์ของวัตถุเพิ่มขึ้นแต่ถ้าแรงที่มากระทำมีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ จะทำให้พลังงานจลน์ของวัตถุลดลง และเมื่อให้งานที่เป็นบวกแก่วัตถุจะทำให้พลังงานจลน์ของวัตถุเพิ่มขึ้นนั่นคือ ΔE_k เป็นบวก และเมื่อให้งานที่เป็นลบแก่วัตถุ จะทำให้พลังงานจลน์ของวัตถุลดลง นั่นคือ ΔE_k เป็นลบ จะเห็นว่างานที่ทำให้พลังงานจลน์ของวัตถุลดลง เป็นงานลบ เพราะเป็นงานของแรงต้านการเคลื่อนที่นั่นเองงานของแรงต้านอาจจะเปลี่ยนเป็นพลังงานชนิดอื่นได้ เช่น ความร้อนที่เกิดขึ้น

ขั้นประเมินผล

7) ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม 5.1 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท. หน้า 89

8) ครูให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลองลงในสมุดบันทึก

ขั้นนำความรู้ไปใช้

9) กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท นำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ แนะแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน

8.สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.
- ชุดอุปกรณ์กิจกรรม 5.1 การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	หลักฐานการเรียนรู้ (ชิ้นงาน/ภาระงาน)	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
1) ด้านความรู้ (K) บอกความหมายพลังงานกลและพลังงานจลน์ได้	- การบันทึกผลและตอบคำถามการทดลองกิจกรรม 5.1	- นักเรียนสามารถบันทึกผลและตอบคำถามการทดลองกิจกรรม 5.1 ได้สอดคล้องกับเนื้อหาพลังงานกลได้ร้อยละ 70
2) ด้านกระบวนการ (P) ทดลองและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับพลังงานได้	- การบันทึกผลและตอบคำถามการทดลองกิจกรรม 5.1	- นักเรียนสามารถบันทึกผลและตอบคำถามการทดลองกิจกรรม 5.1 ได้สอดคล้องกับเนื้อหาพลังงานกลได้ร้อยละ 70
3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) มีความใฝ่เรียนรู้	- การบันทึกผลและตอบคำถามการทดลองกิจกรรม 5.1	- นักเรียนสามารถบันทึกผลและตอบคำถามการทดลองกิจกรรม 5.1 ได้ครบถ้วนและตรงต่อเวลาร้อยละ 70

<u>คำถามท้ายกิจกรรม 5.1</u>

1. กราฟที่ได้มีลักษณะอย่างไร

   .....

   .....

   .....

2. จากลักษณะของกราฟ สรุปความสัมพันธ์ระหว่างงานกับกำลังสองของอัตราเร็วสุดท้ายได้อย่างไร

   .....

   .....

   .....

3. จากกราฟระหว่าง $F\Delta s$ กับ v^2 ความชันของกราฟคือค่าใด

   .....

   .....

   .....

เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม 5.1

1. กราฟที่ได้มีลักษณะอย่างไร

   ตอบ เป็นกราฟเส้นตรง

2. จากลักษณะของกราฟ สรุปความสัมพันธ์ระหว่างงานกับกำลังสองของอัตราเร็วสุดท้ายได้อย่างไร

   ตอบ งานแปรผันตรงกับกำลังสองของอัตราเร็วสุดท้าย

3. จากกราฟระหว่าง $F\Delta s$ กับ v^2 ความชันของกราฟคือค่าใด

   ตอบ ครึ่งหนึ่งของมวลรถ หรือ $\frac{m}{2}$

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องงานและพลังงาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง พลังงานกล (พลังงานศักย์โน้มถ่วง)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาฟิสิกส์ 2 รหัสวิชา 31202

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 2 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

1. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุล กลของวัตถุ งาน และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์ โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

5. อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์

2. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

พลังงาน หมายถึงความสามารถในการทำงาน พลังงานกลหรือพลังงานทางกลศาสตร์มี 2 รูปแบบคือ

1. พลังงานจลน์ E_k หมายถึงพลังงานในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่
2. พลังงานศักย์ E_p หมายถึงพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุ

พลังงานกลเป็นผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ตามสมการ $E = E_k + E_p$

3.จุดประสงค์การเรียนรู้

1) ด้านความรู้ (K)

บอกความหมายพลังงานกล พลังงานจลน์ และพลังงานศักย์ได้

2) ด้านกระบวนการ (P)

ทดลองและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับพลังงานได้

3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

มีความใฝ่เรียนรู้

4. ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการแก้ปัญหา

5. บูรณาการข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้

ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณโจทย์ปัญหาและเชื่อมโยงสมการ

6.สาระการเรียนรู้

พลังงานศักย์ E_p หมายถึงพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุ ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ พลังงานศักย์จำแนกเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วง ซึ่งเป็นพลังงานภายนอกที่เอาชนะแรงของสนามโน้มถ่วง หาได้จากผลคูณของมวล ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก และระดับความสูง หรือ $E_p = mgh$ ส่วนพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเป็นพลังงานที่เกิดขึ้นจากการกดหรือดึงสปริงหรือการอออกแรงดึงวัตถุที่มีความยืดหยุ่นให้ยืดออก ค่าพลังงานศักย์ยืดหยุ่นหาได้จาก ครึ่งหนึ่งของผลคูณระหว่างค่าคงตัวสปริงกับระยะยืด-หดยกกำลังสอง หรือ $E_p = ½ kx^2$

พลังงานกลเป็นผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ตามสมการ $E = E_k + E_p$

7.กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม

1) ครูใช้คำถามและกำหนดประเด็นปัญหากระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำเสนอพื้นฐานความรู้เดิม ตรวจสอบและทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเติมเต็มประสบการณ์เดิม และวางแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

2) ครูถามนักเรียนว่านอกจากพลังงานจลน์แล้ว นักเรียนรู้จักพลังงานอะไรอีกบ้าง (คำตอบเป็นแบบปลายเปิด)

3) ครูถามนักเรียนว่า สำหรับพลังงานกล เป็นผลรวมของพลังงานใดบ้าง (แนวคำตอบ : พลังงานจลน์และพลังงานศักย์)

ขั้นสำรวจและค้นหา

4) ครูให้นักเรียนกิจกรรม 5.2 การทดลองพลังงานศักย์โน้มถ่วงกับเส้นทางการเคลื่อนที่ในหนังสือเรียนเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท. โดยครูแนะนำก่อนทดลอง ดังนี้

1. ในการหางาน ให้ดึงรถทดลองขึ้นไปตามพื้นเอียงด้วยอัตราเร็วคงตัว

2. เพื่อให้เกิดความสะดวกในการทำกิจกรรม ให้นักเรียนทำเครื่องหมายบนรางไม้ที่ตำแหน่งเริ่มต้นของรถและตำแหน่งสุดท้ายที่จะลากรถขึ้นไป ดังรูป เมื่อทำกิจกรรมจะได้ Δx ค่าเดิม ส่วนระยะความสูง h จะเปลี่ยนไปตามมุมเอียงของรางไม้

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

5) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม 5.2 สรุปได้ดังนี้

1. ขนาดของแรงดึงรถทดลองให้เคลื่อนที่ไปตามรางเอียงด้วยอัตราเร็วคงตัวมีค่าไม่เท่ากันรางเอียงทำมุมมากขึ้นแรงดึงจะมากขึ้นด้วย

2. งานที่ทำโดยแรงดึงรถทดลองขึ้นตามรางเอียงเป็นสัดส่วนตรงกับความสูงเขียนได้ว่า $W \propto h$ หรือ $W = kh$ ความชันของกราฟมีค่าคงตัว มีหน่วย จูลต่อเมตร (J/m) หรือ นิวตัน ซึ่งเป็นหน่วยของแรงจากการทำกิจกรรมหลาย ๆ ครั้งพบว่า k มีค่าใกล้เคียงกับน้ำหนัก mg ของรถทดลอง คือ 4.9 นิวตัน

3. งานที่เกิดจากแรงดึงรถทดลองมีค่าประมาณเท่ากับพลังงานศักย์โน้มถ่วงของรถทดลองหรือ $W = E_p = mgh$

ขั้นขยายความรู้

6) ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่าพลังงานศักย์มักเกี่ยวข้องกับวัตถุสองก้อนเสมอ เช่น พลังงานศักย์โน้มถ่วงเกี่ยวข้องกับโลกและวัตถุบริเวณผิวโลก พลังงานศักย์ไฟฟ้าเกี่ยวข้องกับประจุสองประจุขึ้นไป ดังนั้นพลังงานศักย์จึงเป็นของระบบซึ่งประกอบด้วยวัตถุสองก้อนขึ้นไปไม่ใช่เป็นของวัตถุชิ้นใดชิ้นหนึ่ง

7) ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า พลังงานศักย์ มี 2 รูปแบบ คือ พลังงานศักย์โน้มถ่วง และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น

ขั้นประเมินผล

8) ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม 5.2 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท. หน้า 99

9) ครูให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลองลงในสมุดบันทึก ขั้นนำความรู้ไปใช้

10) กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท นำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้แนะแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน

8.สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.
- ชุดอุปกรณ์กิจกรรม 5.2 การทดลองพลังงานศักย์โน้มถ่วงกับเส้นทางการเคลื่อนที่

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	หลักฐานการเรียนรู้ (ชิ้นงาน/ภาระงาน)	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
1) ด้านความรู้ (K) บอกความหมายพลังงานกล พลังงานจลน์ และพลังงานศักย์ได้	- การบันทึกผลและตอบคำถามการทดลองกิจกรรม 5.2	- นักเรียนสามารถบันทึกผลและตอบคำถามการทดลองกิจกรรม 5.2 ได้สอดคล้องกับเนื้อหาพลังงานกล ได้ร้อยละ 70
2) ด้านกระบวนการ (P) ทดลองและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับพลังงานได้	- การบันทึกผลและตอบคำถามการทดลองกิจกรรม 5.2	- นักเรียนสามารถบันทึกผลและตอบคำถามการทดลองกิจกรรม 5.2 ได้สอดคล้องกับเนื้อหาพลังงานกล ได้ร้อยละ 70
3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) มีความใฝ่เรียนรู้	- การบันทึกผลและตอบคำถามการทดลองกิจกรรม 5.2	- นักเรียนสามารถบันทึกผลและตอบคำถามการทดลองกิจกรรม 5.2 ได้ครบถ้วนและตรงต่อเวลาร้อยละ 70

<u>คำถามท้ายกิจกรรม 5.2</u>

1. ในการทดลองแต่ละครั้ง รถทดลองมีเส้นทางการเคลื่อนที่ต่างกันหรือไม่ อย่างไร

   .....

   .....

   .....

2. ถ้าออกแรงดึงขึ้นในแนวดิ่งเป็นระยะทาง h งานที่ทำโดยแรงนี้เท่ากับงานที่ทำโดยแรงดึง F หรือไม่อย่างไร

   .....

   .....

   .....

3. ในแต่ละเส้นทางที่รางไม้ทำมุมเอียงต่างกัน Δx งานที่ทำโดยแรงดึง F เท่ากับพลังงานศักย์โน้มถ่วงของรถทดลองที่เพิ่มขึ้นหรือไม่ อย่างไร

   .....

   .....

   .....

4. จากการทดลองแสดงว่าพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุขึ้นอยู่กับเส้นทางการเคลื่อนที่หรือไม่ อย่างไร

   .....

   .....

   .....

เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม 5.2

1. ในการทดลองแต่ละครั้ง รถทดลองมีเส้นทางการเคลื่อนที่ต่างกันหรือไม่ อย่างไร

   ตอบ การกระจัดเท่ากันแต่เอียงทำมุมกับแนวระดับต่างกัน

2. ถ้าออกแรงดึงขึ้นในแนวดิ่งเป็นระยะทาง h งานที่ทำโดยแรงนี้เท่ากับงานที่ทำโดยแรงดึง F หรือไม่อย่างไร

   ตอบ เท่ากัน เพราะงานแรงของฉุดตามพื้นเอียงเท่ากับ $mg\Delta x \sin\theta$ และงานของแรงยกในแนวดิ่งเท่ากับ mgh โดย $\Delta x \sin\theta$ = h เมื่อเป็นการกระจัดตามพื้นเอียง

3. ในแต่ละเส้นทางที่รางไม้ทำมุมเอียงต่างกัน Δx งานที่ทำโดยแรงดึง F เท่ากับพลังงานศักย์โน้มถ่วงของรถทดลองที่เพิ่มขึ้นหรือไม่ อย่างไร

   ตอบ เท่ากับพลังงานศักย์โน้มถ่วงอ้างอิงกับพื้นระดับที่เพิ่มขึ้น เพราะ $mg\Delta x \sin\theta = mgh$ เมื่อΔx เป็นการกระจัดตามพื้นเอียง

4. จากการทดลองแสดงว่าพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุขึ้นอยู่กับเส้นทางการเคลื่อนที่หรือไม่ อย่างไร

   ตอบ ไม่ขึ้นกับเส้นทาง ไม่ว่าวัตถุจะเคลื่อนที่ตามแนวพื้นเอียง หรือเคลื่อนที่ในแนวดิ่งต่างก็มีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเท่ากัน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องงานและพลังงาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง พลังงานกล (พลังงานศักย์ยืดหยุ่น)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาฟิสิกส์ 2 รหัสวิชา 31202

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 2 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

1. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุล กลของวัตถุ งาน และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์ โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

6. อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์

2. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

พลังงาน หมายถึงความสามารถในการทำงาน พลังงานกลหรือพลังงานทางกลศาสตร์มี 2 รูปแบบคือ

1. พลังงานจลน์ E_k หมายถึงพลังงานในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่
2. พลังงานศักย์ E_p หมายถึงพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุ

พลังงานกลเป็นผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ตามสมการ $E = E_k + E_p$

3.จุดประสงค์การเรียนรู้

1) ด้านความรู้ (K)

บอกความหมายพลังงานกล พลังงานจลน์ และพลังงานศักย์ได้

2) ด้านกระบวนการ (P)

ทดลองและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับพลังงานได้

3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

มีความใฝ่เรียนรู้

4. ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการแก้ปัญหา

5. บูรณาการข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้

ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณโจทย์ปัญหาและเชื่อมโยงสมการ

6.สาระการเรียนรู้

พลังงาน หมายถึงความสามารถในการทำงาน พลังงานกลหรือพลังงานทางกลศาสตร์มี 2 รูปแบบคือ

1. พลังงานจลน์ E_k หมายถึงพลังงานในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความเร็วของวัตถุ เป็นปริมาณสเกลาร์ ค่าของพลังงานจลน์คือครึ่งหนึ่งของผลคูณระหว่างมวลกับอัตราเร็วยกกำลังสอง หรือ $E_k = ½ mv^2$

2. พลังงานศักย์ E_p หมายถึงพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุ ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ พลังงานศักย์จำแนกเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วง ซึ่งเป็นพลังงานภายนอกที่เอาชนะแรงของสนามโน้มถ่วง หาได้จากผลคูณของมวล ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก และระดับความสูง หรือ $E_p = mgh$ ส่วนพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเป็นพลังงานที่เกิดขึ้นจากการกดหรือดึงสปริงหรือการอออกแรงดึงวัตถุที่มีความยืดหยุ่นให้ยืดออกค่าพลังงานศักย์ยืดหยุ่นหาได้จาก ครึ่งหนึ่งของผลคูณระหว่างค่าคงตัวสปริงกับระยะยืด-หดยกกำลังสอง หรือ $E_p = ½ kx^2$

พลังงานกลเป็นผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ตามสมการ $E = E_k + E_p$

7.กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม

1) ครูใช้คำถามและกำหนดประเด็นปัญหากระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำเสนอพื้นฐานความรู้เดิม ตรวจสอบและทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเติมเต็มประสบการณ์เดิม และวางแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

2) ครูถามนักเรียนว่า พลังงานศักย์มีกี่แบบ และมีอะไรบ้าง (แนวคำตอบ : มี 2 แบบ คือ พลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานศักย์ยืดหยุ่น)

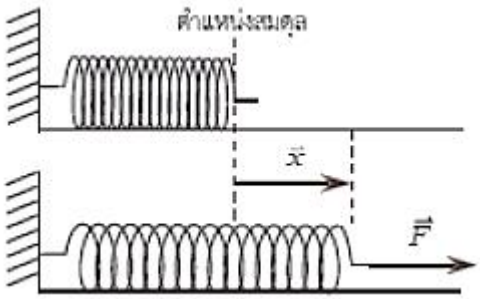
3) ครูถามนักเรียนต่อว่า พลังงานศักย์ทั้ง 2 แบบ มีข้อแตกต่างกันอย่างไร (แนวคำตอบเป็นแบบปลายเปิด)

4) ครูตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า แรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกมีความสัมพันธ์กันอย่างไรแล้ว และงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นมีความสัมพันธ์กันเหมือนกับกรณีของพลังงานศักย์โน้มถ่วงหรือไม่ (แนวคำตอบเป็นแบบปลายเปิด)

ขั้นสำรวจและค้นหา

5) ครูให้นักเรียนทำกิจกรรม 5.3 การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออก ในหนังสือเรียนเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท. โดยครูแนะนำก่อนทดลอง ดังนี้

1. การอ่านระยะที่สปริงยืดออก ควรเลือกวงสุดท้ายของสปริงเป็นตำแหน่งของการสังเกต ดังรูป



2. ครูเตือนนักเรียนว่า ในการดึงสปริงให้ยืดออกจากตำแหน่งสมดุล ไม่ควรดึงให้ยืดออกมากเกินไป เพราะจะทำให้สปริงยืดเกินขีดจำกัด จะทำให้สปริงไม่กลับคืนสู่ตำแหน่งสมดุลเมื่อหยุดออกแรง

6) ครูให้นักเรียนเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างงานแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกยกกำลังสอง และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

7) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม 5.3 สรุปได้ดังนี้

1. แรงที่ใช้ดึงสปริงจะแปรผันตรงกับระยะที่สปริงยืดออก หรือเขียนได้ว่า $F_s \propto x$ หรือ $F_s = kx$ ซึ่งเป็นไปตามกฎของฮุก (Hooke's law)

2. ความชันของกราฟระหว่างแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกเป็นค่าคงตัวสำหรับสปริงหนึ่ง ๆ เรียกว่า ค่าคงตัวสปริง และค่านี้จะขึ้นอยู่กับความแข็งของสปริง

3. งานที่ใช้ในการดึงสปริงให้ยืดออกจากตำแหน่งสมดุล เป็นสัดส่วนตรงกับระยะยืดยกกำลังสอง

4. ความชันของกราฟระหว่างงานที่ใช้ในการดึงสปริงกับระยะยืดกำลังสองมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของผลคูณของค่าคงตัวสปริง

ขั้นขยายความรู้

8) ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า พลังงานศักย์ มี 2 รูปแบบ คือ พลังงานศักย์โน้มถ่วง และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น

9) ครูทบทวนวิธีคำนวณหางานจากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับตำแหน่ง จากนั้น นำนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับระยะที่สปริงยืดออก นำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นตามรายละเอียดในหนังสือเรียนว่า พื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับระยะที่สปริงยืดออกคือ งานเนื่องจากแรงสปริง ซึ่งจะขึ้นกับผลต่างของกำลังสองของระยะยืดหรือหดระหว่างตำแหน่งเริ่มต้นกับตำแหน่งสุดท้าย หรือ ผลต่างของพลังงานศักย์ยืดหยุ่นระหว่างตำแหน่งเริ่มต้นกับตำแหน่งสุดท้าย เขียนแทนด้วยสมการ (5.14) ในหนังสือเรียน

10) ครูอธิบายตัวอย่าง 5.11 – 5.13 ในหนังสือเรียน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการคำนวณหาพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริง และวิธีการประยุกต์ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นที่เปลี่ยนไป

11) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา ดังนี้

พลังงาน หมายถึงความสามารถในการทำงาน พลังงานกลหรือพลังงานทางกลศาสตร์มี 2 รูปแบบคือ

1. พลังงานจลน์ E_k หมายถึงพลังงานในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความเร็วของวัตถุ เป็นปริมาณสเกลาร์ ค่าของพลังงานจลน์คือครึ่งหนึ่งของผลคูณระหว่างมวลกับอัตราเร็วยกกำลังสอง หรือ $E_k = ½ mv^2$

2. พลังงานศักย์ E_p หมายถึงพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุ ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ พลังงานศักย์จำแนกเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วง ซึ่งเป็นพลังงานภายนอกที่เอาชนะแรงของสนามโน้มถ่วง หาได้จากผลคูณของมวล ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก และระดับความสูง หรือ $E_p = mgh$ ส่วนพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเป็นพลังงานที่เกิดขึ้นจากการกดหรือดึงสปริงหรือการอออกแรงดึงวัตถุที่มีความยืดหยุ่นให้ยืดออก

ค่าพลังงานศักย์ยืดหยุ่นหาได้จาก ครึ่งหนึ่งของผลคูณระหว่างค่าคงตัวสปริงกับระยะยืด-หดยกกำลังสอง หรือ $E_p = ½ kx^2$

พลังงานกลเป็นผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ตามสมการ $E = E_k + E_p$

ขั้นประเมินผล

12) ให้นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 5.4 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.

ขั้นนำความรู้ไปใช้

13) กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท นำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้แนะแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน

8.สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.
- ชุดอุปกรณ์กิจกรรม 5.3 การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออก

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	หลักฐานการเรียนรู้ (ชิ้นงาน/ภาระงาน)	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
1) ด้านความรู้ (K) บอกความหมายพลังงานกล พลังงานจลน์ และพลังงานศักย์ได้	- การบันทึกผลและตอบคำถามการทดลองกิจกรรม 5.3 - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 5.4	- นักเรียนสามารถบันทึกผลและตอบคำถามการทดลองกิจกรรม 5.3 ได้สอดคล้องกับเนื้อหาพลังงานกล ได้ร้อยละ 70 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 5.4 ได้ถูกต้องร้อยละ 70
2) ด้านกระบวนการ (P) ทดลองและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับพลังงานได้	- การบันทึกผลและตอบคำถามการทดลองกิจกรรม 5.3 - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 5.4	- นักเรียนสามารถบันทึกผลและตอบคำถามการทดลองกิจกรรม 5.3 ได้สอดคล้องกับเนื้อหาพลังงานกล ได้ร้อยละ 70 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 5.4 ได้ถูกต้องร้อยละ 70
3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) มีความใฝ่เรียนรู้	- คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 5.4	- นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 5.4 ได้ครบถ้วนและตรงต่อเวลาร้อยละ 70

คำถามท้ายกิจกรรม 5.3

1. กราฟระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงกับระยะที่สปริงยืดออกมีลักษณะอย่างไร

   .....

   .....

   .....

   .....

2. จากลักษณะของกราฟ สรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงกับระยะที่สปริงยืดออกเป็นอย่างไร

   .....

   .....

   .....

   .....

3. กราฟระหว่างงานของแรงที่ใช้ดึงที่ตำแหน่งต่าง ๆ จากตำแหน่งสมดุลกับกำลังสองของระยะที่สปริงยืดออกมีลักษณะอย่างไร

   .....

   .....

   .....

   .....

4. จากลักษณะของกราฟ สรุปความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงที่ใช้ดึงที่ตำแหน่งต่าง ๆ จากตำแหน่งสมดุลกับกำลังสองของระยะที่สปริงยืดออกเป็นอย่างไร

   .....

   .....

   .....

   .....

เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม 5.3

1. กราฟระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงกับระยะที่สปริงยืดออกมีลักษณะอย่างไร

   ตอบ เป็นกราฟเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด

2. จากลักษณะของกราฟ สรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงกับระยะที่สปริงยืดออกเป็นอย่างไร

   ตอบ ขนาดแรงที่ใช้ดึงแปรผันตรงกับระยะที่สปริงยืดออก

3. กราฟระหว่างงานของแรงที่ใช้ดึงที่ตำแหน่งต่าง ๆ จากตำแหน่งสมดุลกับกำลังสองของระยะที่สปริงยืดออกมีลักษณะอย่างไร

   ตอบ เป็นกราฟเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด

4. จากลักษณะของกราฟ สรุปความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงที่ใช้ดึงที่ตำแหน่งต่าง ๆ จากตำแหน่งสมดุลกับกำลังสองของระยะที่สปริงยืดออกเป็นอย่างไร

   ตอบ งานของแรงที่ใช้ดึงที่ตำแหน่งต่าง ๆ แปรผันตรงกับกำลังสองของระยะที่สปริงยืดออก

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 5.4

1. ถ้ามีแรงมากระทำต่อวัตถุในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ พลังงานจลน์ของวัตถุจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร ในทางกลับกัน ถ้าแรงนั้นมีทิศทางตรงข้าม พลังงานจลน์ของวัตถุจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

   .....

   .....

   .....

2. แดงและดำหิ้วตะกร้าที่มีขนาดเท่ากันและน้ำหนักเท่ากัน ขึ้นไปบนกำแพง ดังรูป แดงปีนขึ้นบันไดที่ตั้งในแนวดิ่ง ดำปีนขึ้นตามพื้นเอียง คนใดทำให้พลังงานในตะกร้าเพิ่มขึ้นมากกว่า

   .....

   .....

   .....

3. งานและพลังงานจลน์มีความสัมพันธ์อย่างไร จงอธิบาย

   .....

   .....

   .....

4. วัตถุมวล m อยู่สูงจากพื้นเป็นระยะทาง h พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุนี้บนผิวโลกและบนผิวดวงจันทร์เท่ากันหรือไม่

   .....

   .....

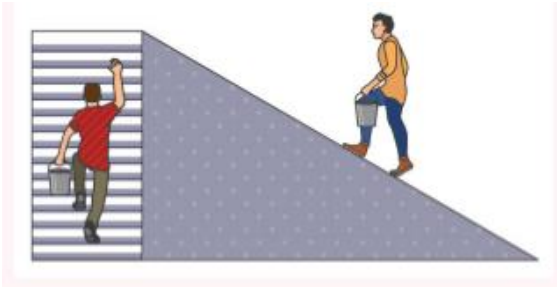
   .....

เฉลยคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 5.4

1. ถ้ามีแรงมากระทำต่อวัตถุในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ พลังงานจลน์ของวัตถุจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร ในทางกลับกัน ถ้าแรงนั้นมีทิศทางตรงข้าม พลังงานจลน์ของวัตถุจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

   ตอบ เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ จะทำให้วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้น ดังนั้นพลังงานจลน์ของวัตถุจะเพิ่มขึ้น ในทางกลับกัน ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุมีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ จะทำให้วัตถุมีความเร็วลดลง ดังนั้นพลังงานจลน์ของวัตถุจะลดลง

2. แดงและดำหิ้วตะกร้าที่มีขนาดเท่ากันและน้ำหนักเท่ากัน ขึ้นไปบนกำแพง ดังรูป แดงปีนขึ้นบันไดที่ตั้งในแนวดิ่ง ดำปีนขึ้นตามพื้นเอียง คนใดทำให้พลังงานในตะกร้าเพิ่มขึ้นมากกว่า



   ตอบ เมื่อแดงและดำขึ้นไปอยู่บนกำแพง ทั้งสองคนจะสูง h จากพื้นเท่ากัน พลังงานในตะกร้าทั้งสองจะเพิ่มเท่ากันคือ mgh

3. งานและพลังงานจลน์มีความสัมพันธ์อย่างไร จงอธิบาย

   ตอบ เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ งานของแรงดังกล่าวทำให้วัตถุมีพลังงานจลน์ ถ้าเริ่มต้น วัตถุอยู่นิ่ง งานของแรงที่ทำให้เคลื่อนที่จะเท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุ

4. วัตถุมวล m อยู่สูงจากพื้นเป็นระยะทาง h พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุนี้บนผิวโลกและบนผิวดวงจันทร์เท่ากันหรือไม่

   ตอบ วัตถุมวล m อยู่สูงจากพื้น (ระดับอ้างอิง) เป็นระยะทาง h จะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเท่ากับ mgh เมื่อ g คือความเร่งโน้มถ่วง ณ บริเวณนั้น แต่เนื่องจาก g บนผิวโลกมากกว่า g บนผิวดวงจันทร์ดังนั้นที่ความสูง (จากระดับอ้างอิง) เท่ากัน พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุนีบนผิวโลกจะมีค่ามากกว่าบนผิวดวงจันทร์

แบบฝึกหัด 5.4

1. รถยนต์มวล 1000 กิโลกรัม วิ่งด้วยอัตราเร็วคงตัวได้ระยะทาง 0.9 กิโลเมตร ในเวลา 1/2 นาที พลังงานจลน์ของรถยนต์คันนี้เป็นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. อิเล็กตรอนมีมวล 9.1×10^{-31} กิโลกรัม จงหาพลังงานจลน์ของอิเล็กตรอน ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 2.0×10^{6} เมตรต่อวินาที จะต้องใช้อิเล็กตรอนที่มีอัตราเร็วขนาดนี้กี่ตัวจึงจะมีพลังงานจลน์เป็น 1 จูล

.....

.....

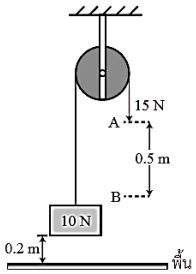
.....

.....

.....

.....

3. วัตถุหนัก 10 นิวตัน อยู่สูงจากพื้น 0.2 เมตร ปลายเชือกข้างหนึ่งผูกกับวัตถุคล้องผ่านรอกลื่น เมื่อใช้แรง 15 นิวตัน ดึงปลายเชือกอีกข้างจากตำแหน่ง A ถึงตำแหน่ง B ซึ่งห่างกัน 0.5 เมตร ดังรูป ขณะปลายเชือกถึงตำแหน่ง B วัตถุมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเท่าใด (ให้พื้นเป็นระดับอ้างอิง)



.....

.....

.....

.....

4. สปริงตัวหนึ่งมีค่าคงตัวสปริง 100 นิวตันต่อเมตร ถูกกดให้สั้นลง 5 เซนติเมตร พลังงานศักย์ในสปริงมีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

.....

5. จงหางานที่ต้องทำในการเข็นวัตถุมวล 25 กิโลกรัมขึ้นไปตามพื้นเอียงลื่นสูง 2.0 เมตร

.....

.....

.....

.....

.....

6. วัตถุมวล 1 กิโลกรัม อัตราเร็ว 2 เมตรต่อวินาที ต่อมามีอัตราเร็วเป็น 3 เมตรต่อวินาที งานที่ทำต่อวัตถุมีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยแบบฝึกหัด 5.4

1. รถยนต์มวล 1000 กิโลกรัม วิ่งด้วยอัตราเร็วคงตัวได้ระยะทาง 0.9 กิโลเมตร ในเวลา 1/2 นาที พลังงานจลน์ของรถยนต์คันนี้เป็นเท่าใด

วิธีทำ หาพลังงานจลน์ของรถยนต์ จาก $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{0.9\times1000}{30} = 30\ m/s$$

แทนค่า m และ v ใน $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

จะได้ $E_k = \frac{1}{2}(1000)(30^2)$

$= 4.5 \times 10^5\ J$

ตอบ พลังงานจลน์ของรถคันนี้เท่ากับ 4.5×10^5 จูล

2. อิเล็กตรอนมีมวล 9.1 × 10^{-31} กิโลกรัม จงหาพลังงานจลน์ของอิเล็กตรอน ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 2.0 × 10^6 เมตรต่อวินาที จะต้องใช้อิเล็กตรอนที่มีอัตราเร็วขนาดนี้กี่ตัวจึงจะมีพลังงานจลน์เป็น 1 จูล

วิธีทำ จาก $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$= \frac{1}{2}(9.1 \times 10^{-31})(2 \times 10^6)^2$

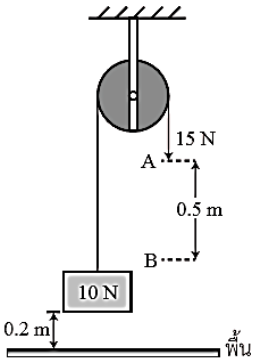
$E_k = 1.8\ \times 10^{-18} J$

ถ้าต้องการให้มีพลังงานเป็น 1 จูล จะต้องใช้อิเล็กตรอนเท่ากับ $\frac{1}{1.8\times10^{-18}} = 5.5 \times 10^{17}$

ตอบ พลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนเท่ากับ $1.8\ \times 10^{-18}$ จูล และต้องใช้อิเล็กตรอน 5.5×10^{17}

3. วัตถุหนัก 10 นิวตัน อยู่สูงจากพื้น 0.2 เมตร ปลายเชือกข้างหนึ่งผูกกับวัตถุคล้องผ่านรอกลื่น เมื่อใช้แรง 15 นิวตัน ดึงปลายเชือกอีกข้างจากตำแหน่ง A ถึงตำแหน่ง B ซึ่งห่างกัน 0.5 เมตร ดังรูป

ขณะปลายเชือกถึงตำแหน่ง B วัตถุมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเท่าใด (ให้พื้นเป็นระดับอ้างอิง)



วิธีทำ พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุมีค่าขึ้นกับตำแหน่งของวัตถุเมื่อเทียบกับระดับอ้างอิง ถ้าให้พื้นเป็นระดับอ้างอิง เมื่อดึงปลายเชือกจากตำแหน่ง A ถึง B ซึ่งห่างกัน 0.5 เมตร วัตถุจะถูกดึงขึ้นจากตำแหน่งเดิมเป็นระยะ 0.5 เมตร ทำให้วัตถุอยู่สูงจากพื้นเป็น 0.2+0.5 = 0.7 เมตร

$$E_p = mgh = (10)(0.7) = 7\ J$$

ตอบ วัตถุมีพลังงานศักย์โน้มถ่วง 7 จูล

4. สปริงตัวหนึ่งมีค่าคงตัวสปริง 100 นิวตันต่อเมตร ถูกกดให้สั้นลง 5 เซนติเมตร พลังงานศักย์ในสปริงมีค่าเท่าใด

วิธีทำ พลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริงมีค่าขึ้นกับผลคูณระหว่างค่าคงตัวสปริงกับระยะยืดหรือหดของสปริงจากตำแหน่งสมดุล ซึ่งสปริงตัวนี้มีค่าคงตัวสปริง 100 นิวตันต่อเมตรและสปริง ถูกกดให้สั้นลง5 เซนติเมตร ดังนั้น

$$E_{Ps} = \frac{1}{2}kx^2$$
$$= \frac{1}{2}(100)(0.05)^2$$
$$= (50)(0.0025)$$
$$= 0.125\ J$$

ตอบ สปริงมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่น 0.125 จูล

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

5. จงหางานที่ต้องทำในการเข็นวัตถุมวล 25 กิโลกรัมขึ้นไปตามพื้นเอียงลื่นสูง 2.0 เมตร

วิธีทำ จาก $$W = mgh$$
$$= (25)(9.8)(2)$$
$$= 490\ J$$

ตอบ งานที่ต้องทำเท่ากับ 490 จูล

6. วัตถุมวล 1 กิโลกรัม อัตราเร็ว 2 เมตรต่อวินาที ต่อมามีอัตราเร็วเป็น 3 เมตรต่อวินาที งานที่ทำต่อวัตถุมีค่าเท่าใด

วิธีทำ จากทฤษฎีบทงาน-พลังงานจลน์ งานเนื่องจากแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์กระทำต่อวัตถุจะเท่ากับ

พลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไป

ดังนั้น $$W = E_{Kf} - E_{Ki}$$
$$= \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2$$
$$= \frac{1}{2}(1)3^2 - \frac{1}{2}(1)2^2$$
$$= 4.5 - 2$$
$$= 2.5\ J$$

ตอบ งานที่ต้องทำเท่ากับ 2.5 จูล

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องงานและพลังงาน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่องกฎการอนุรักษ์พลังงานกล
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาฟิสิกส์** **รหัสวิชา ว31202**
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 **ภาคเรียนที่ 2** **เวลา 3 ชั่วโมง** **จำนวน 1.5 หน่วยกิต**

1.มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรง และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

7. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล

2. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

งานที่เกิดขึ้นกับวัตถุมีเฉพาะงานเนื่องจากแรงอนุรักษ์เท่านั้น พลังงานกลของวัตถุจะคงตัว ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล (law of conservation of mechanical energy) ทั้งนี้

พลังงานศักย์อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ หรือ พลังงานจลน์อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์ได้

กฎการอนุรักษ์พลังงานกลสามารถนำมาใช้ในการอธิบาย พยากรณ์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุติดสปริง การเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วงเป็นต้น

3.จุดประสงค์การเรียนรู้

1) ด้านความรู้ (K)

บอกความหมายของกฎการอนุรักษ์พลังงานกลได้

2) ด้านกระบวนการ (P)

คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับกฎการอนุรักษ์พลังงานกลได้

3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

ใฝ่เรียนรู้

4. ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการแก้ปัญหา

5. บูรณาการข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้

ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณโจทย์ปัญหาและเชื่อมโยงสมการ

6.สาระการเรียนรู้

งานที่เกิดขึ้นกับวัตถุมีเฉพาะงานเนื่องจากแรงอนุรักษ์เท่านั้น พลังงานกลของวัตถุจะคงตัวซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล (law of conservation of mechanical energy) ทั้งนี้

พลังงานศักย์อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ หรือ พลังงานจลน์อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์ได้

ผลรวมของพลังงานศักย์กับพลังงานจลน์ ณ ตำแหน่งใด ๆ เรียกว่าพลังงานกล การที่พลังงานกลรวมของวัตถุไม่มีการสูญหายแต่จะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานรูปอื่นได้เรียกว่ากฎการอนุรักษ์พลังงานกล กรณีการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกของรถทดลองที่ติดปลายสปริง พลังงานกลของระบบ ณ ตำแหน่งใด ๆ = พลังงานศักย์ยืดหยุ่น ณ ตำแหน่งที่มีการกระจัดมากที่สุด หรือ $\frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} kA^2$

7.กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม

1) ครูใช้คำถามและกำหนดประเด็นปัญหากระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำเสนอพื้นฐานความรู้เดิม ตรวจสอบและทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเติมเต็มประสบการณ์เดิม และวางแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

2) ครูให้นักเรียนปล่อยรถของเล่นวิ่งลงตามพื้นเอียง หรือ ปล่อยลูกเหล็กให้เคลื่อนไปตามรางที่เอียง ทำมุมกับแนวระดับ แล้วตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่าที่ตำแหน่งต่าง ๆ ตั้งแต่เริ่มปล่อยจนถึงจุดสุดท้ายพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ และพลังงานกลของวัตถุเป็นอย่างไร (แนวคำตอบ : แต่ละตำแหน่งมีค่าไม่เท่ากัน แต่ผลรวมพลังงานทุกตำแหน่งมีค่าเท่ากัน)

3) ครูอธิบายความหมายของการอนุรักษ์ในวิชาฟิสิกส์และประโยชน์ของการนำหลักการอนุรักษ์มาใช้ตามรายละเอียดในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท. โดยมีการเชื่อมโยงกับกรณีรถของเล่นวิ่งลงพื้นเอียงหรือลูกเหล็กวิ่งลงตามรางที่ได้ตั้งคำาถามไว้ในช่วงเริ่มต้น

ขั้นสำรวจและค้นหา

4) ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายร่วมกันว่า ถ้าการทำงานด้วยแรงผลักหรือแรงดึง เริ่มที่จุดเดียวกันและสิ้นสุดที่จุดเดียวกันแต่มีการใช้เส้นทางที่แตกต่างกัน งานที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันหรือไม่ หลังจากนั้นครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอผลการอภิปราย

5) ครูให้นักเรียนเข้ากลุ่มเดิมและร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการทำงานของแรงผลัก ตามรายละเอียดและรูป 5.17 ในหนังสือเรียน จนได้ข้อสรุป และสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอผลการอภิปราย

6) ครูถามนักเรียนว่า งานของแรงโน้มถ่วงและงานของแรงที่ใช้ดึงสปริงที่ได้ศึกษามาแล้วในหัวข้อ 5.4 ขึ้นกับเส้นทางหรือไม่ ครูสุ่มถามนักเรียน 1-2 คน

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

7) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการทำงานของแรงผลักตามรายละเอียดและ รูป 5.17 ในหนังสือเรียน จนได้ข้อสรุปว่า แม้ว่าจุดเริ่มต้นกับจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่ของวัตถุจะเป็นจุดเดียวกัน งานเนื่องจากแรงผลักที่มีขนาดคงตัวตามเส้นทางที่ต่างกันมีค่าไม่เท่ากัน

8) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายงานของแรงโน้มถ่วงและงานของแรงที่ใช้ดึงสปริงที่ได้ศึกษามาแล้วในหัวข้อ 5.4 ขึ้นกับเส้นทางหรือไม่ สรุปได้ว่า งานเนื่องจากแรงโน้มถ่วง และงานของแรงที่ใช้ดึงสปริงต่างมีค่าไม่ขึ้นกับเส้นทาง แต่จะขึ้นเฉพาะกับตำแหน่งเริ่มต้นกับตำแหน่งสุดท้ายของการเคลื่อนที่เท่านั้น

ขั้นขยายความรู้

9) ครูทบทวนเรื่องแรงอนุรักษ์ แล้วตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่าแรงอนุรักษ์เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ปริมาณใด ครูทบทวนทฤษฎีบทงาน-พลังงานจลน์ ที่นักเรียนได้ศึกษามาแล้วในหัวข้อ5.4 จากนั้นร่วมกันอภิปรายกับนักเรียนตามรายละเอียดในหัวข้อ 5.5.2 กฎการอนุรักษ์พลังงานกลจนได้สมการ (5.16) และได้ข้อสรุปว่าถ้างานที่เกิดขึ้นกับวัตถุมีเฉพาะงานเนื่องจากแรงอนุรักษ์เท่านั้น พลังงานกลของวัตถุจะมีค่าคงตัว ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล ต่อจากนั้นครูอธิบายตัวอย่าง 5.14 ก่อนจะให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเปลี่ยนพลังงานกลของการกระโดดค้ำถ่อ ดังรูป 5.18 และการเปลี่ยนพลังงานกลของรถและสปริง ดังรูป 5.19 ตามรายละเอียดในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.

10) ครูอธิบายตัวอย่าง 5.15 – 5.17 เพื่อสร้างความเข้าใจให้นักเรียนเกี่ยวกับการนำกฎการอนุรักษ์พลังงานกลไปใช้คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ ต่อมาครูให้ความรู้เกี่ยวกับการ พิจารณาสถานการณ์จริงที่มักจะพบว่าพลังงานกลมีค่าไม่คงตัว เนื่องจากวัตถุมีการเคลื่อนที่ภายใต้แรงเสียดทานซึ่งเป็นแรงไม่อนุรักษ์ แต่ทั้งนี้เมื่อพิจารณางานที่เกิดจากแรงเสียดทาน

และพลังงานชนิดอื่น ๆ พลังงานรวมทั้งหมดจะมีค่าคงตัว ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน

ขั้นประเมินผล

11) ครูให้นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 5.5 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.

ขั้นนำความรู้ไปใช้

12) กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท นำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้แนะแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน

8.สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.
- รถของเล่น กับ พื้นเอียง

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	หลักฐานการเรียนรู้ (ชิ้นงาน/ภาระงาน)	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
1) ด้านความรู้ (K) บอกความหมายของกฎการอนุรักษ์พลังงานกลได้	- คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 5.5 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.	- นักเรียนสามารถตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 5.5 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท. ได้ถูกต้องร้อยละ 70
2) ด้านกระบวนการ (P) คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับกฎการอนุรักษ์พลังงานกลได้	- คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 5.5 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.	- นักเรียนสามารถตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 5.5 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท. ได้ถูกต้องร้อยละ 70
3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) ใฝ่เรียนรู้	- คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 5.5 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.	- นักเรียนสามารถตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 5.5 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท. ได้ครบถ้วนและตรงเวลาร้อยละ 70

<u>คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 5.5</u>

1. จงอธิบายความหมายของแรงอนุรักษ์

   .....

   .....

   .....

2. ใบไม้ที่หลุดจากต้นหล่นสู่พื้น แรงที่กระทำต่อใบไม้เป็นแรงอนุรักษ์หรือไม่

   .....

   .....

   .....

3. การตกแบบเสรีของวัตถุ พลังงานกลของวัตถุจะคงตัวตลอดการเคลื่อนที่ เกี่ยวข้องกับแรงอนุรักษ์หรือไม่ อย่างไร

   .....

   .....

   .....

4. กฎการอนุรักษ์พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน เป็นกฎเดียวกันหรือไม่ จงอธิบาย

   .....

   .....

   .....

เฉลยคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 5.5

1. จงอธิบายความหมายของแรงอนุรักษ์

   ตอบ แรงอนุรักษ์เป็นแรงซึ่งทำให้เกิดงานโดยไม่ขึ้นกับเส้นทางการเคลื่อนที่ และงานของแรงอนุรักษ์ไม่ทำให้พลังงานกลของวัตถุเปลี่ยนไป

2. ใบไม้ที่หลุดจากต้นหล่นสู่พื้น แรงที่กระทำต่อใบไม้เป็นแรงอนุรักษ์หรือไม่

   ตอบ แรงที่กระทำต่อใบไม้ ได้แก่ แรงที่โลกดึงดูดใบไม้และแรงต้านของอากาศ แรงที่โลกดึงดูดใบไม้ คือ แรงโน้มถ่วงเป็นแรงอนุรักษ์ ส่วนแรงต้านของอากาศเป็นแรงไม่อนุรักษ์

3. การตกแบบเสรีของวัตถุ พลังงานกลของวัตถุจะคงตัวตลอดการเคลื่อนที่ เกี่ยวข้องกับแรงอนุรักษ์หรือไม่ อย่างไร

   ตอบ เกี่ยวข้องกับแรงอนุรักษ์ เพราะการตกแบบเสรีของวัตถุเป็นการเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงซึ่งเป็นแรงอนุรักษ์เพียงแรงเดียว พลังงานกลจึงคงตัว

4. กฎการอนุรักษ์พลังงานกลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน เป็นกฎเดียวกันหรือไม่ จงอธิบาย

   ตอบ กฎทั้งสองไม่ใช่กฎเดียวกัน กฎการอนุรักษ์พลังงานกล พิจารณาเฉพาะผลรวมพลังงานศักย์กับพลังงานจลน์ในวัตถุมีค่าคงตัว กฎการอนุรักษ์พลังงาน เป็นการพิจารณาผลรวมพลังงานทั้งหมดทุกชนิดทั้งที่เปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานอื่น และอาจถ่ายโอนไปที่อื่นมีค่าคงตัว

แบบฝึกหัด 5.5

1. จงแสดงว่าขณะใช้แปรงลบกระดานไปทางขวาแล้วกลับมาที่ตำแหน่งเดิม แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเป็นแรงไม่อนุรักษ์

   .....

   .....

   .....

2. ผลไม้มวล 0.1 กิโลกรัมตกจากที่สูง 5 เมตร เมื่อตกได้ครึ่งทาง ผลไม้มีพลังงานจลน์เท่าใด

   .....

   .....

   .....

3. ลูกตุ้มมวล 0.2 กิโลกรัม ผูกกับเส้นเชือกยาว 2.0 เมตร ปลายอีกข้างแขวนไว้กับเพดานถ้าออกแรงดึงลูกตุ้มให้สูงขึ้น 0.6 เมตร แล้วปล่อยให้ลูกตุ้มแกว่ง จงหา
   ก. พลังงานศักย์โน้มถ่วงของลูกตุ้มที่สูงขึ้นจากจุดต่ำสุด
   ข. พลังงานจลน์ของลูกตุ้มเมื่อผ่านจุดต่ำสุด

   .....

   .....

   .....

4. นำเส้นเชือกยาว 2 เมตรผูกลูกตุ้มมวล 4.0 กิโลกรัมที่ปลายข้างหนึ่ง ถ้าจับปลายเชือกอีกข้างหนึ่งแกว่งให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบดิ่ง ถ้าที่จุดสูงสุด ลูกตุ้มมีอัตราเร็ว 10 เมตรต่อวินาทีจงหาอัตราเร็วของลูกตุ้มที่จุดต่ำสุด

   .....

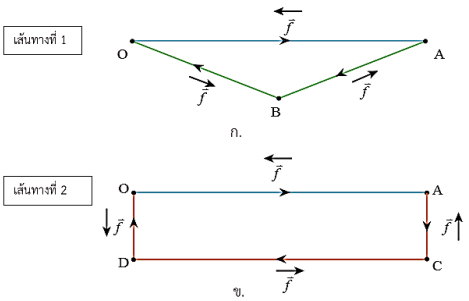
   .....

   .....

เฉลยแบบฝึกหัด 5.5

1. จงแสดงว่าขณะใช้แปรงลบกระดานไปทางขวาแล้วกลับมาที่ตำแหน่งเดิม แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเป็นแรงไม่อนุรักษ์

วิธีทำ กำหนดให้เส้นทางที่ 1 ใช้แปรงลบกระดานลบไปทางขวา จาก O ไป A ต่อมาเคลื่อนที่กลับมาที่ตำแหน่งเดิมโดยผ่านจุด B ดังรูป ก. ส่วนเส้นทางที่ 2 ใช้แปรงลบกระดานไปทางขวา จาก O ไป A เช่นเดียวกัน แต่ในการเคลื่อนที่กลับมาตำแหน่งเดิม ให้ผ่านจุด C และ D ดังรูป ข.



งานของแรงเสียดทานตามเส้นทางที่ 1 มีค่าเท่ากับ

$$W_{path1} = W_{O\to A} + W_{A\to B} + W_{B\to O}$$

งานของแรงเสียดทานตามเส้นทางที่ 2 มีค่าเท่ากับ

$$W_{path2} = W_{O\to A} + W_{A\to C} + W_{C\to D} + W_{D\to O}$$

ตอบ จะเห็นว่า งานเนื่องจากแรงเสียดทานตามเส้นทางทั้งสอง มีค่าไม่เท่ากัน แรงเสียดทานจึงไม่เป็นแรงอนุรักษ์

2. ผลไม้มวล 0.1 กิโลกรัมตกจากที่สูง 5 เมตร เมื่อตกได้ครึ่งทาง ผลไม้มีพลังงานจลน์เท่าใด

วิธีทำ จาก

$$\begin{aligned} v^2 &= u^2 + 2a\Delta x \\ &= 0 + 2(9.8)(2.5) \\ &= 49\,\frac{m^2}{s^2} \end{aligned}$$

พลังงานจลน์ของผลไม้เมื่อตกได้ครึ่งทาง $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2}(0.1)49^2 \\ &= 2.45\ J \end{aligned}$$

ตอบ พลังงานจลน์ของผลไม้เมื่อตกได้ครึ่งทางเท่ากับ 2.45 จูล

3. ลูกตุ้มมวล 0.2 กิโลกรัม ผูกกับเส้นเชือกยาว 2.0 เมตร ปลายอีกข้างแขวนไว้กับเพดานถ้าออกแรงดึงลูกตุ้มให้สูงขึ้น 0.6 เมตร แล้วปล่อยให้ลูกตุ้มแกว่ง จงหา

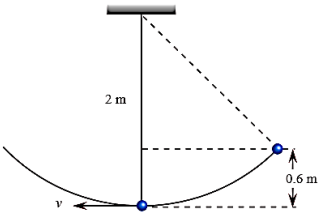
ก. พลังงานศักย์โน้มถ่วงของลูกตุ้มที่สูงขึ้นจากจุดต่ำสุด

ข. พลังงานจลน์ของลูกตุ้มเมื่อผ่านจุดต่ำสุด

วิธีทำ **ก.** หาพลังงานศักย์โน้มถ่วงของลูกตุ้มที่สูงขึ้นจากจุดต่ำสุด

ลูกตุ้มอยู่สูงจากจุดต่ำสุด 0.6 m

ดังนั้น พลังงานศักย์โน้มถ่วง $E_P = mgh = (0.2)(9.8)(0.6) = 1.2$ J



ตอบ พลังงานศักย์โน้มถ่วงของลูกตุ้มที่สูงขึ้นจากจุดต่ำสุดเท่ากับ 1.2 จูล

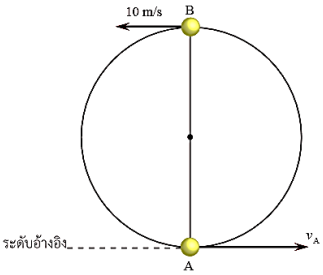
ข. หาพลังงานจลน์ของลูกตุ้มเมื่อผ่านจุดต่ำสุดจากกฎการอนุรักษ์พลังงาน

พลังงานจลน์ของลูกตุ้มที่จุดต่ำสุด = พลังงานศักย์โน้มถ่วงของลูกตุ้มที่อยู่สูง 0.6 m

= 1.2 J

ตอบ พลังงานจลน์ของลูกตุ้มเมื่อผ่านจุดต่ำสุดเท่ากับ 1.2 จูล

4. นำเส้นเชือกยาว 2 เมตรผูกลูกตุ้มมวล 4.0 กิโลกรัมที่ปลายข้างหนึ่ง ถ้าจับปลายเชือกอีกข้างหนึ่งแกว่งให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบดิ่ง ถ้าที่จุดสูงสุด ลูกตุ้มมีอัตราเร็ว 10 เมตรต่อวินาทีจงหาอัตราเร็วของลูกตุ้มที่จุดต่ำสุด



วิธีทำ

พลังงานกลรวมที่ A = พลังงานกลที่ B

$$(E_k + E_p)_A = (E_k + E_p)_B$$

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + 0 = \frac{1}{2}mv_B^2 + mg(2r)$$

$$v_A^2 = 10^2 + (2)(9.8)(2)(2)$$

$$= 178.4\ m^2/s^2$$

$$v_A = 13.36\ m/s$$

ตอบ อัตราเร็วของลูกตุ้มที่จุดต่ำสุดเท่ากับ 13.4 เมตรต่อวินาที

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องงานและพลังงาน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่องเครื่องกล
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี รายวิชาฟิสิกส์ 2 รหัสวิชา ว31202
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 2 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

1.มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุล กลของวัตถุ งาน และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์ โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

8. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล

2. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

เครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอก พื้นเอียง ลิ่ม สกรู และล้อกับเพลา การทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายใช้หลักการของงานการประดิษฐ์เครื่องกลแต่ละประเภทนั้นมักคำนึงถึงความสะดวกสบายของผู้ใช้งาน

3.จุดประสงค์การเรียนรู้

1) ด้านความรู้ (K)

อธิบายประสิทธิภาพของเครื่องกลและหลักการทำงานของเครื่องกลแบบต่าง ๆ ได้

2) ด้านกระบวนการ (P)

คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการได้เปรียบเชิงกลจากเครื่องกลอย่างง่ายได้

3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

รับผิดชอบต่อหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย

4. ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการแก้ปัญหา

5. บูรณาการข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้

ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณโจทย์ปัญหาและเชื่อมโยงสมการ

6.สาระการเรียนรู้

การทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอก พื้นเอียง ลิ่ม สกรู และล้อกับเพลา ใช้หลักของงานและสมดุลกลประกอบการพิจารณาประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่าย ประสิทธิภาพคำนวณ ได้จากสมการ $\text{Efficiency} = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100\%$ การได้เปรียบเชิงกลคำนวณได้จากสมการ $\text{M. A.} = \frac{F_{out}}{F_{in}} = \frac{s_{in}}{s_{out}}$

คาน

- คานประเภทที่ 1 เป็นคานที่จุดหมุนอยู่ระหว่างแรงที่ให้แก่เครื่องกล และแรงที่ได้จากเครื่องกล
- คานประเภทที่ 2 เป็นคานที่แรงต้านอยู่ระหว่างจุดหมุนและแรงพยายาม
- คานประเภทที่ 3 เป็นคานที่แรงกระทำอยู่ระหว่างจุดหมุนและแรงต้าน

การได้เปรียบเชิงกล

- การได้เปรียบเชิงกลอุดมคติ
- การได้เปรียบเชิงกลจริง

7.กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม

1) ครูใช้คำถามและกำหนดประเด็นปัญหากระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำเสนอพื้นฐานความรู้เดิม ตรวจสอบและทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน เติมเต็มประสบการณ์เดิม และวางแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

2) ครูนำภาพของอุปกรณ์เครื่องใช้ทั่วไป ดังนี้ กรรไกร ที่เย็บกระดาษ ที่เปิดกระป๋อง ล้อและเพลารถของเล่นมาแสดงให้นักเรียนชมหน้าชั้นแล้วร่วมอภิปรายเกี่ยวกับหลักการทำงานของอุปกรณ์เหล่านั้น โดยครูถามนักเรียนเกี่ยวกับการผ่อนแรง ความสะดวกในการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นอย่างไร (คำตอบเป็นแบบปลายเปิด)

3) ครูอธิบายว่าอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ที่ช่วยให้การทำงานสะดวกขึ้นหรือช่วยผ่อนแรงเรียกว่าเครื่องกล โดยเครื่องกลพื้นฐานที่จัดเป็นเครื่องกลอย่างง่าย (simple machine) มี 6 ชนิดได้แก่ รอก คาน ล้อกับเพลา ลิ่ม พื้นเอียง และสกรู

ขั้นสำรวจและค้นหา

4) ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงที่มาของ สมการ 5.17 และ 5.18 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท. และสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอผลการอภิปราย

5) ครูให้นักเรียนทบทวนเกี่ยวกับเครื่องกลอย่างง่าย จากนั้น ตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปายร่วมกันว่าเครื่องกลอย่างง่ายช่วยให้นักเรียนทำางานน้อยลงหรือไม่ และสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอผลการอภิปราย

6) ครูให้นักเรียนจำแนกอุปกรณ์ตามภาพโดยใช้เกณฑ์ของความรู้เครื่องกลในการจำแนกและสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอ

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

7) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเครื่องกล ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน จนสรุปได้สมการ 5.17 และ 5.18 และข้อสรุปดังนี้

1. การบอกความสามารถในการทำงานของเครื่องกลมักจะบอกด้วยประสิทธิภาพของเครื่องกล

2. เครื่องกลที่นำมาใช้ประโยชน์ ทำหน้าที่ถ่ายโอนพลังงานจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งหรือเปลี่ยน พลังงานหนึ่งเป็นอีกพลังงานหนึ่ง

3. ความสามารถในการถ่ายโอนพลังงานหรือเปลี่ยนพลังงานของอุปกรณ์บอกเป็นประสิทธิภาพของเครื่องกลหรืออุปกรณ์

4. ถ้าไม่มีการสูญเสียพลังงาน ประสิทธิภาพของเครื่องกลเท่ากับ 1 หรือคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ เรียกว่า ประสิทธิภาพในทางอุดมคติ

5. ในทางปฏิบัติส่วนมากเครื่องกลหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ จะมีการสูญเสียพลังงานไปภายนอกระบบ โดยไม่คืนกลับประสิทธิภาพของเครื่องกล จึงมีค่าน้อยกว่า 1 หรือน้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ซึ่งคือ ประสิทธิภาพของเครื่องกลในทางปฏิบัติ

8) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการใช้หลักการของงานและกฎการอนุรักษ์พลังงานมาอธิบายการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน จนสรุปได้ว่า

1. เครื่องกลไม่ช่วยให้งานที่ให้กับเครื่องกลน้อยลงซึ่งในทางปฏิบัติเครื่องกลอาจมีการสูญเสียงานไปส่วนหนึ่ง

2. ในกรณีที่แรงเสียดทานมีค่าน้อยมาก หรือ เครื่องกลมีประสิทธิภาพ 100 เปอร์เซ็นต์ การผ่อนแรงของเครื่องยนต์พิจารณาได้จากการได้เปรียบเชิงกลเขียนแทนได้ด้วยสมการ (5.19) และ (5.20) ในหนังสือเรียน

3. ถ้า M.A.>1 แสดงว่าเครื่องกลนั้นช่วยผ่อนแรง แต่ถ้า M.A. > 1 แสดงว่าเครื่องกลนั้นไม่ช่วยผ่อนแรง

9) ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันในการจำแนกถาพอุปกรณ์เครื่องกลอย่างง่าย ได้ดังนี้

1. อุปกรณ์ในกลุ่มคาน ได้แก่ ชะแลง ค้อนงัดตะปู คีม กรรไกร รถเข็นก่อสร้าง

2. อุปกรณ์ในกลุ่มรอก ได้แก่ เครน รอกยกของ

3. อุปกรณ์ในกลุ่มล้อกับเพลา ได้แก่ บันไดจักรยาน กว้าน พวงมาลัยรถ รถเข็นในห้างสรรพสินค้า

ขั้นขยายความรู้

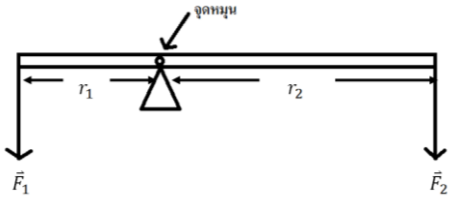
10) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเครื่องกลอย่างง่ายและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องกล ดังนี้

การทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอก พื้นเอียง ลิ่ม สกรู และล้อกับเพลา ใช้หลักของงานและสมดุลกลประกอบการพิจารณาประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่าย ประสิทธิภาพคำนวณ ได้จากสมการ $\text{Efficiency} = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100\%$

การได้เปรียบเชิงกลคำนวณได้จากสมการ $\text{M. A.} = \frac{F_{out}}{F_{in}} = \frac{s_{in}}{s_{out}}$

11) ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายดังนี้

กรณีคาน เป็นเครื่องผ่อนแรงที่เราใช้กันมากที่สุด เช่น ชะแลงงัดฝากล่อง ค้อนงัดตะปู คีมตัดลวด กรรไกรตัดผ้า ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของรถและเครื่องกล มีดควั่นอ้อย ที่เจาะรูเข็มขัด เป็นต้น หลักการทำงานของคานจะพิจารณาขณะคานอยู่ในสมดุล



นั่นคือ $\sum_{i=1}^{n} \vec{F_i} = 0$ และ $\sum_{i=1}^{n} \overrightarrow{M_i} = 0$

คิดโมเมนต์รอบจุดหมุน

ให้โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกามีเครื่องหมายบวก โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีเครื่องหมายลบ

$$F_1 r_1 - F_2 r_2 = 0$$
$$F_1 r_1 = F_2 r_2$$
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{r_2}{r_1}$$

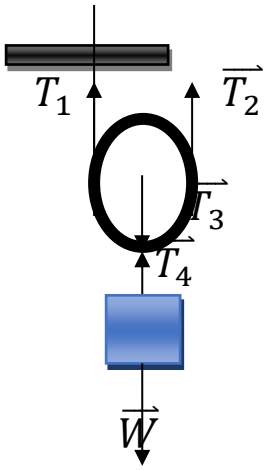
อัตราส่วน $\frac{F_1}{F_2}$, $\frac{r_2}{r_1}$ เรียกว่า การได้เปรียบเชิงกล เมื่อ F_1 เป็นแรงที่ได้จากเครื่องกล และ F_2 เป็นแรงกระทำ นั่นคือ การได้เปรียบเชิงกลเป็นปริมาณที่บอกให้ทราบว่าแรงที่ได้จากเครื่องกล F_1 เป็นกี่เท่าของแรงที่เรากระทำ F_2 เครื่องผ่อนแรง คือ เครื่องกลที่มีการได้เปรียบเชิงกลมากกว่าหนึ่งทำให้เราสามารถยกของน้ำหนักมากโดยใช้แรงที่น้อยกว่าน้ำหนักของวัตถุนั้น

-คานประเภทที่ 1 เป็นคานที่จุดหมุนอยู่ระหว่างแรงที่ให้แก่เครื่องกล และแรงที่ได้จากเครื่องกล

-คานประเภทที่ 2 เป็นคานที่แรงต้านอยู่ระหว่างจุดหมุนและแรงพยายาม

-คานประเภทที่ 3 เป็นคานที่แรงกระทำอยู่ระหว่างจุดหมุนและแรงต้าน

กรณีรอก เป็นเครื่องกลอย่างที่ใช้กันในโรงงานหรือสถานที่ที่มีการก่อสร้าง เช่น ใช้ยกของขึ้นที่สูง ยกเครื่องยนต์ออกจากตัวถังรถเพื่อซ่อม บางครั้งรอกจะอยู่ติดกับรถเครนที่ทำหน้าที่ยกวัสดุต่าง ๆ หลักการทำงานของรอกจะพิจารณาขณะรอกอยู่ในสมดุล



$$\sum_{i=1}^{n} \overrightarrow{F_{iy}} = 0$$

เนื่องจาก $\overrightarrow{T_1} = \overrightarrow{T_2}$ เพราะว่าเป็นแรงดึงของเส้นเชือกเส้นเดียวกันให้เท่ากับ T

$$2T = T_3$$
$$T = \frac{T_3}{2}$$

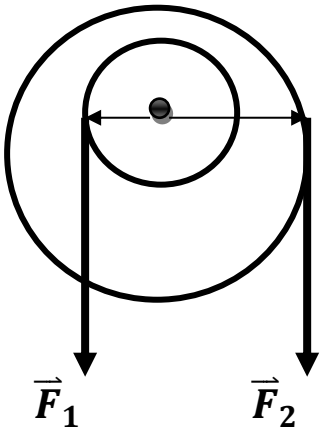
และ $T_3 = W$

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

$$T = \frac{W}{2}$$

ในกรณีนี้มีการได้เปรียบเชิงกลเป็นสอง $\frac{W}{T} = 2$ ทำให้เราสามารถยกของที่มีน้ำหนักมากโดยใช้แรงเพียงครึ่งเดียวของน้ำหนักที่ยก

กรณีล้อกับเพลา เป็นเครื่องผ่อนแรงที่ใช้กันแพร่หลายมาก ไม่ว่าจะเป็นในรถยนต์ รถจักรยานยนต์ เครื่องกลึง เครื่องเจาะ กว้าน เครื่องตอกเสาเข็ม พวงมาลัยรถ สายพานและเกียร์ ต่างก็ใช้หลักการทำงานของล้อกับเพลา ซึ่งจะพิจารณาขณะล้อกับเพลาอยู่ในสมดุล



นั่นคือ $\sum_{i=1}^{n} \vec{F_i} = 0$ และ $\sum_{i=1}^{n} \overrightarrow{M_i} = 0$

คิดโมเมนต์รอบจุดหมุน

ให้โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกามีเครื่องหมายบวก โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีเครื่องหมายลบ

$$F_1 r_1 - F_2 r_2 = 0$$
$$F_1 r_1 = F_2 r_2$$
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{r_2}{r_1}$$

จะเห็นว่าการทำงานของล้อกับเพลาจะเหมือนกับการทำงานของคาน

ขั้นประเมินผล

12) ครูให้นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 5.6 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท. โดยเฉลยคำตอบและอภิปรายคำตอบร่วมกัน

ขั้นนำความรู้ไปใช้

13) กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท นำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้แนะแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน

8.สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.
- ภาพของอุปกรณ์เครื่องใช้ทั่วไป ดังนี้ กรรไกร ที่เย็บกระดาษ ที่เปิดกระป๋อง ล้อและเพลา รถของเล่น

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	หลักฐานการเรียนรู้ (ชิ้นงาน/ภาระงาน)	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
1) ด้านความรู้ (K) อธิบายประสิทธิภาพของเครื่องกลและหลักการทำงานของเครื่องกลแบบต่าง ๆ ได้	- ตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 5.6 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.	- นักเรียนสามารถตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 5.6 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.ได้ถูกต้องร้อยละ 70
2) ด้านกระบวนการ (P) คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการได้เปรียบเชิงกลจากเครื่องกลอย่างง่ายได้	- ตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 5.6 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.	- นักเรียนสามารถตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 5.6 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.ได้ถูกต้องร้อยละ 70
3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) รับผิดชอบต่อหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย	- ตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 5.6 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.	- นักเรียนสามารถตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 5.6 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท. ได้ครบถ้วนและตรงต่อเวลาร้อยละ 70

<u>คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 5.6</u>

1. ประสิทธิภาพของเครื่องกลและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลแตกต่างกันอย่างไร

   .....

   .....

   .....

2. เพราะเหตุใด เครื่องกลมักมีประสิทธิภาพน้อยกว่าร้อยละ 100

   .....

   .....

   .....

3. การได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายชนิดหนึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าเครื่องกลนั้น
   ก. ช่วยผ่อนแรง ข. ไม่ช่วยผ่อนแรง ค. ช่วยให้ทางานสะดวกขึ้นแต่ไม่ผ่อนแรง

   .....

   .....

   .....

4. อุปกรณ์ใดในบ้านที่จะต้องอาศัยหลักการทำงานของคาน

   .....

   .....

   .....

5. อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่อไปนี้ เป็นเครื่องกลอย่างง่ายหรือไม่ ถ้าเป็นจัดอยู่ในประเภทใด
   ก. ที่ตัดเล็บ ข. มีด ค. ไม้กวาดพื้น ง. กรรไกรตัดหญ้า

   .....

   .....

   .....

<u>เฉลยคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 5.6</u>

1. ประสิทธิภาพของเครื่องกลและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลแตกต่างกันอย่างไร

   <u>ตอบ</u> ประสิทธิภาพของเครื่องกลเป็นการเปรียบเทียบงานที่ได้จากเครื่องกลต่องานที่ทำให้แก่เครื่องกล ส่วนการได้เปรียบเชิงกลเป็นการเปรียบเทียบแรงที่ได้จากเครื่องกลต่อแรงที่ใส่ให้เครื่องกล

2. เพราะเหตุใด เครื่องกลมักมีประสิทธิภาพน้อยกว่าร้อยละ 100

   <u>ตอบ</u> เพราะมีการสูญเสียงานไปกับแรงเสียดทานของเครื่องกล

3. การได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายชนิดหนึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าเครื่องกลนั้น

   ก. ช่วยผ่อนแรง ข. ไม่ช่วยผ่อนแรง ค. ช่วยให้ทางานสะดวกขึ้นแต่ไม่ผ่อนแรง

   <u>ตอบ</u> ก. ช่วยผ่อนแรง เพราะการได้เปรียบเชิงกลเท่ากับแรงที่ได้จากเครื่องกลต่อแรงที่ใส่ให้เครื่องกล แสดงว่าแรงที่ได้จากเครื่องกลมากกว่าแรงที่ใส่ให้เครื่องกล จึงผ่อนแรง

4. อุปกรณ์ใดในบ้านที่จะต้องอาศัยหลักการทำงานของคาน

   <u>ตอบ</u> ตัวอย่างเช่น กรรไกร คีม ค้อน ไม้กวาด ช้อน ทัพพีตักข้าว ตะเกียบ เป็นต้น

5. อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่อไปนี้ เป็นเครื่องกลอย่างง่ายหรือไม่ ถ้าเป็นจัดอยู่ในประเภทใด

   ก. ที่ตัดเล็บ ข. มีด ค. ไม้กวาดพื้น ง. กรรไกรตัดหญ้า

   <u>ตอบ</u> ก. กรรไกรตัดเล็บ เป็นเครื่องกลอย่างง่าย 2 ประเภทร่วมกัน ส่วนคันกดเป็นประเภทคานส่วนคมกรรไกรเป็นประเภทลิ่ม

   ข. มีด เป็นเครื่องกลอย่างง่าย 2 ประเภทร่วมกัน ส่วนก้านมีดเป็นประเภทคาน ส่วนคมมีดเป็นประเภทลิ่ม

   ค. ไม้กวาดพื้น เป็นเครื่องกลอย่างง่าย ประเภทคาน

   ง. กรรไกรตัดหญ้า เป็นเครื่องกลอย่างง่าย 2 ประเภทร่วมกัน ส่วนด้ามกรรไกร เป็นประเภทคาน ส่วนคมกรรไกร เป็นประเภทลิ่ม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องงานและพลังงาน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องเครื่องกล (คำนวณ)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี รายวิชาฟิสิกส์ 2 รหัสวิชา ว31202
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 1 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

1.มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุล กลของวัตถุ งาน และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์ โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

9. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล

2. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

เครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอก พื้นเอียง ลิ่ม สกรู และล้อกับเพลา การทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายใช้หลักการของงานการประดิษฐ์เครื่องกลแต่ละประเภทนั้นมักคำนึงถึงความสะดวกสบายของผู้ใช้งาน

3.จุดประสงค์การเรียนรู้

1) ด้านความรู้ (K)

อธิบายประสิทธิภาพของเครื่องกลและหลักการทำงานของเครื่องกลแบบต่าง ๆ ได้

2) ด้านกระบวนการ (P)

คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการได้เปรียบเชิงกลจากเครื่องกลอย่างง่ายได้

3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

รับผิดชอบต่อหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย

4. ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการแก้ปัญหา

5. บูรณาการข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้

ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณโจทย์ปัญหาและเชื่อมโยงสมการ

6.สาระการเรียนรู้

การทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอก พื้นเอียง ลิ่ม สกรู และล้อกับเพลา ใช้หลักของงานและสมดุลกลประกอบการพิจารณาประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่าย ประสิทธิภาพคำนวณ ได้จากสมการ $\text{Efficiency} = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100\%$

การได้เปรียบเชิงกลคำนวณได้จากสมการ $\text{M. A.} = \frac{F_{out}}{F_{in}} = \frac{s_{in}}{s_{out}}$

คาน

- คานประเภทที่ 1 เป็นคานที่จุดหมุนอยู่ระหว่างแรงที่ให้แก่เครื่องกล และแรงที่ได้จากเครื่องกล
- คานประเภทที่ 2 เป็นคานที่แรงต้านอยู่ระหว่างจุดหมุนและแรงพยายาม
- คานประเภทที่ 3 เป็นคานที่แรงกระทำอยู่ระหว่างจุดหมุนและแรงต้าน

การได้เปรียบเชิงกล

- การได้เปรียบเชิงกลอุดมคติ
- การได้เปรียบเชิงกลจริง

7.กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม

1) ครูใช้คำถามและกำหนดประเด็นปัญหากระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำเสนอพื้นฐานความรู้เดิม ตรวจสอบและทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน เติมเต็มประสบการณ์เดิม และวางแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

2) ครูทบทวนหลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย และหลักการคำนวณเบื้องต้นของเครื่องกล

3) ครูอธิบายตัวอย่าง 5.18 และ 5.19 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท. หน้า 126 -127

ขั้นสำรวจและค้นหา

4) ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 5.6 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท. หน้า 131

5) ครูสุ่มนักเรียนให้ออกมาเฉลยแบบฝึกหัด 5.6 หน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งสอบถามนักเรียนในชั้นเรียนว่าเห็นด้วยกับเพื่อนที่นำมาเฉลยหรือไม่ มีข้อสงสัยอย่างไร อภิปรายร่วมกัน

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

6) ครูทบทวนเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเครื่องกล ได้ข้อสรุปดังนี้

1. การบอกความสามารถในการทำงานของเครื่องกลมักจะบอกด้วยประสิทธิภาพของเครื่องกล

2. เครื่องกลที่นำมาใช้ประโยชน์ ทำหน้าที่ถ่ายโอนพลังงานจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งหรือเปลี่ยน พลังงานหนึ่งเป็นอีกพลังงานหนึ่ง

3. ความสามารถในการถ่ายโอนพลังงานหรือเปลี่ยนพลังงานของอุปกรณ์บอกเป็นประสิทธิภาพของเครื่องกลหรืออุปกรณ์

4. ถ้าไม่มีการสูญเสียพลังงาน ประสิทธิภาพของเครื่องกลเท่ากับ 1 หรือคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ เรียกว่า ประสิทธิภาพในทางอุดมคติ

5. ในทางปฏิบัติส่วนมากเครื่องกลหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ จะมีการสูญเสียพลังงานไปภายนอกระบบ โดยไม่คืนกลับประสิทธิภาพของเครื่องกล จึงมีค่าน้อยกว่า 1 หรือน้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ซึ่งคือ ประสิทธิภาพของเครื่องกลในทางปฏิบัติ

7) ครูทบทวนเกี่ยวกับการใช้หลักการของงานและกฎการอนุรักษ์พลังงานมาอธิบายการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย จนสรุปได้ว่า

1. เครื่องกลไม่ช่วยให้งานที่ให้กับเครื่องกลน้อยลงซึ่งในทางปฏิบัติเครื่องกลอาจมีการสูญเสียงานไปส่วนหนึ่ง

2. ในกรณีที่แรงเสียดทานมีค่าน้อยมาก หรือ เครื่องกลมีประสิทธิภาพ 100 เปอร์เซ็นต์ การผ่อนแรงของเครื่องยนต์พิจารณาได้จากการได้เปรียบเชิงกลเขียนแทนได้ด้วยสมการ (5.19) และ (5.20) ในหนังสือเรียน

3. ถ้า M.A.>1 แสดงว่าเครื่องกลนั้นช่วยผ่อนแรง แต่ถ้า M.A. > 1 แสดงว่าเครื่องกลนั้นไม่ช่วยผ่อนแรง

ขั้นขยายความรู้

8) ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า เครื่องกลหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีจำหน่ายตามร้านค้าต่าง ๆ จะมีการระบุกำลังของเครื่องกลนั้น ๆ บนตัวเครื่อง เช่น 1000 วัตต์ หรือ 2500 วัตต์ แต่จะไม่ระบุประสิทธิภาพของเครื่องกลให้ แต่อย่างไรก็ตามมีหน่วยงานภาครัฐบางหน่วยงานทำาหน้าที่กำากับ

ควบคุมคุณภาพสินค้าประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าขั้นต่ำที่กำหนดจึงสามารถจำหน่ายได้ ผู้ใช้จะต้องนำมาหาประสิทธิภาพเอง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีจำนวนวัตต์มากจึงไม่ได้หมายความว่ามีประสิทธิภาพมาก

ขั้นประเมินผล

9) ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 5.6 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท. โดยเฉลยคำตอบและอภิปรายคำตอบร่วมกัน

ขั้นนำความรู้ไปใช้

10) กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท นำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ แนะแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน

8.สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

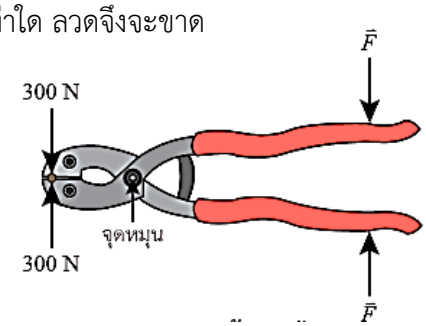
- หนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	หลักฐานการเรียนรู้ (ชิ้นงาน/ภาระงาน)	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
1) ด้านความรู้ (K) อธิบายประสิทธิภาพของเครื่องกลและหลักการทำงานของเครื่องกลแบบต่าง ๆ ได้	- แบบฝึกหัด 5.6 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.	- นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัด 5.6 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.ได้ถูกต้องร้อยละ 70
2) ด้านกระบวนการ (P) คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการได้เปรียบเชิงกลจากเครื่องกลอย่างง่ายได้	- แบบฝึกหัด 5.6 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.	- นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัด 5.6 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.ได้ถูกต้องร้อยละ 70
3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) รับผิดชอบต่อหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย	- แบบฝึกหัด 5.6 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท.	- นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัด 5.6 ในหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สสวท. ได้ครบถ้วนและตรงต่อเวลาร้อยละ 70

แบบฝึกหัด 5.6

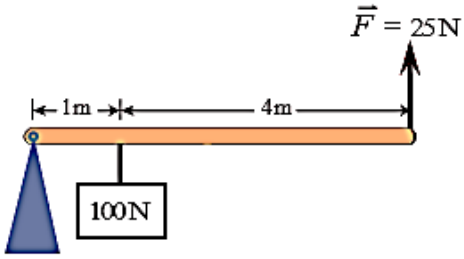
1. กรรไกรตัดลวดมีระยะระหว่างลวดและจุดหมุน 5 เซนติเมตร และระยะระหว่างมือที่กดกับจุดหมุน 15 เซนติเมตร ดังรูป ถ้าต้องการตัดลวดที่ทนแรงกระทำได้ 300 นิวตันจะต้องออกแรงกด F อย่างน้อยเท่าใด ลวดจึงจะขาด



.....

.....

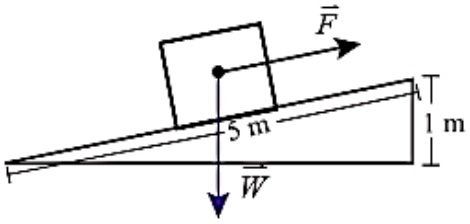
2. จากรูป จงหาการได้เปรียบเชิงกลของคานเบา



.....

.....

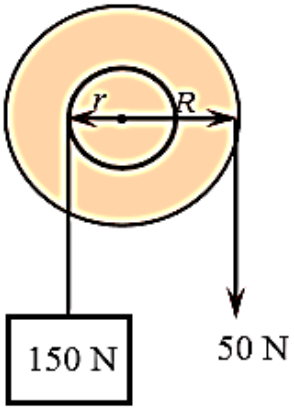
3. จากรูป จงหาการได้เปรียบเชิงกลของพื้นเอียงที่ยาว 5 เมตร สูง 1 เมตร



.....

.....

4. จากรูป จงหาการได้เปรียบเชิงกลของล้อกับเพลา



.....

.....

5. จากรูปในข้อ 2. คานมีประสิทธิภาพเท่าใด

.....

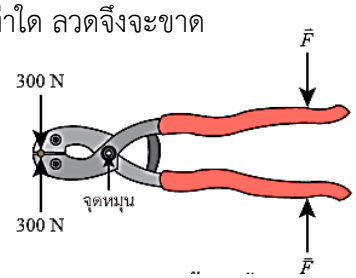
.....

.....

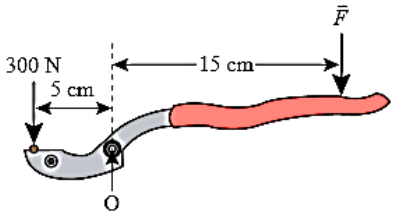
.....

เฉลยแบบฝึกหัด 5.6

1. กรรไกรตัดลวดมีระยะระหว่างลวดและจุดหมุน 5 เซนติเมตร และระยะระหว่างมือที่กดกับจุดหมุน 15 เซนติเมตร ดังรูป ถ้าต้องการตัดลวดที่ทนแรงกระทำได้ 300 นิวตันจะต้องออกแรงกด F อย่างน้อยเท่าใด ลวดจึงจะขาด



วิธีทำ เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อกรรไกรตัดลวดได้ดังรูป



เมื่อวัตถุสมดุลต่อการหมุน $\sum M = 0$

จะได้ $\sum M_{\text{ทวน}} = \sum M_{\text{ตาม}}$

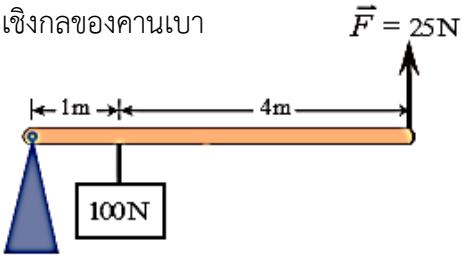
คิดโมเมนต์รอบจุดหมุน O

$F(15) = (300)(5)$

$F = 100$ N

ตอบ ต้องออกแรงกด F อย่างน้อยเท่ากับ 100 นิวตัน

2. จากรูป จงหาการได้เปรียบเชิงกลของคานเบา

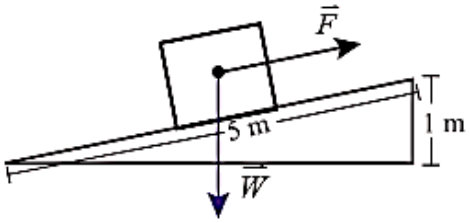


วิธีทำ ให้ r เป็นระยะจากตำแหน่งที่ออกแรงพยายามไปถึงจุดหมุน และ R เป็นระยะจากตำแหน่งที่มีแรงต้านกระทำต่อคานไปถึงจุดหมุน

จะได้ว่า การได้เปรียบเชิงกลของคาน M.A. = R/r = 5/1 = 5

ตอบ การได้เปรียบเชิงกลของคานเท่ากับ 5

3. จากรูป จงหาการได้เปรียบเชิงกลของพื้นเอียงที่ยาว 5 เมตร สูง 1 เมตร

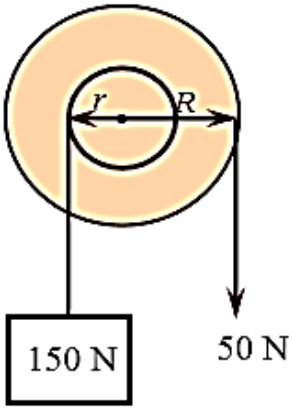


วิธีทำ ให้ L เป็นระยะตามแนวพื้นเอียง และ H เป็นความสูงของพื้นเอียง

การได้เปรียบเชิงกลของพื้นเอียง M.A. = L/H = 5/1 = 5

ตอบ การได้เปรียบเชิงกลของพื้นเอียงนี้เท่ากับ 5

4. จากรูป จงหาการได้เปรียบเชิงกลของล้อกับเพลา



วิธีทำ ให้ F_1 เป็นแรงที่ให้กับล้อ และ F_2 เป็นแรงต้านของวัตถุ

การได้เปรียบเชิงกลของล้อกับเพลา M.A. = F_1/F_2 = 150/50 = 3

ตอบ การได้เปรียบเชิงกลของล้อกับเพลาชุดนี้ 3

5. จากรูปในข้อ 2. คานมีประสิทธิภาพเท่าใด

วิธีทำ ประสิทธิภาพของเครื่องกล = $\frac{\text{งานที่ได้รับจากเครื่องกล}}{\text{งานที่ให้กับเครื่องกล}} \times 100\%$

จากรูปในข้อ 2. จะได้ว่า งานที่ได้รับจากเครื่องกล $W_{out} = (100)(1) = 100\ J$

งานที่ให้กับเครื่องกล $W_{in} = (25)(5) = 125\ J$

ดังนั้น ประสิทธิภาพของคาน $= \frac{100}{125} \times 100\% = 80\%$

ตอบ คานมีประสิทธิภาพ 80%

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบทดสอบเรื่องงานและพลังงาน

แบบทดสอบเรื่องงานและพลังงาน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกกากบาท X ข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1. งานมีความหมายสอดคล้องกับข้อใด

ก. เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ ข.เกิดจากแรงไปกระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรง

ค. เกิดจากที่แรงไปกระทำกับวัตถุ ง.เป็นปริมาณเวกเตอร์มีหน่วยเป็นจูล

2. งานในข้อใดมีค่าเป็นศูนย์

ก. ทิศของแรงและแนวการเคลื่อนที่ตั้งฉากกัน

ข. ทิศของแรงและแนวการเคลื่อนที่มีทิศเดียวกัน

ค. ทิศของแรงและแนวการเคลื่อนที่ทำมุมกัน

ง. ทิศของแรงและแนวการเคลื่อนที่ตรงข้ามกัน

3. การกระทำในข้อใดไม่ถือว่าทำให้เกิดงาน

ก. พายเรือทวนน้ำ ข. เข็นครกขึ้นภูเขา

ค. ถือของขึ้นบันได ง. แบกของเดินไปในแนวราบ

4. เด็กชายแดงหิ้วกระเป๋าเดินขึ้นบันไดอย่างช้าๆ กับวิ่งขึ้นบันไดในระยะทางที่เท่ากัน งานที่เขาทำได้เป็นอย่างไร

ก. ไม่เกิดงาน ข. วิ่งขึ้นได้งานมากกว่า

ค. เดินขึ้นได้งานมากกว่า ง. ได้งานเท่ากัน

5. งานสามารถหาได้จากความสัมพันธ์ในข้อใด

ก. แรง x ระยะทางตามแนวแรง ค. มวล x ระยะทาง

ค. แรง x ระยะทางที่ตั้งฉากกับแนวแรง ง. มวล x ระยะทางที่ตั้งฉากกับแนวแรง

6. ชายคนหนึ่งออกแรงแบกวัตถุ 100 นิวตัน แล้วเดินขึ้นบันไดสูง 5 เมตร จงหางานที่ชายคนนี้ทำ

ก. 500 จูล ข. 1,500 จูล ค. 2,050 จูล ง. 2,500 จูล

7. ดึงวัตถุด้วยแรงขนาด 200 นิวตัน ในแนวดิ่ง ถ้าวัตถุขึ้นได้สูงจากพื้นดิน 2 เมตร ค่าของงานเป็นเท่าใด

ก. 100 จูล ข. 200 จูล ค. 400 จูล ง. 800 จูล

8. ออกแรงยกปั้นจั่น 1500 นิวตัน ขึ้นสูง 10 เมตร ในเวลา 20 วินาที จงหางานที่เกิดและกำลังของปั้นจั่น

ก. 1.5 จูล และ 7.5 วัตต์ ข. 15 จูล และ 75 วัตต์

ค. 150 จูล และ 750 วัตต์ ง. 15000 จูล และ 750 วัตต์

9. จงหากำลังของเครื่องจักรเครื่องหนึ่ง ซึ่งสามารถทำงานได้ 500 จูล ภายในเวลา 2 วินาที

ก. 250 วัตต์ ข. 498 วัตต์ ค.502 วัตต์ ง. 1000 วัตต์

10. วัตถุในข้อใดมีค่าพลังงานจลน์สูงสุด

ก. มอเตอร์ไซค์มวล 300 kg ขับด้วยความเร็ว 80 km/hr

ข. รถอีแต๋นมวล 800 kg ขับด้วยความเร็ว 30 km/hr

ค. ก้อนหินมวล 1200 kg กลิ้งลงจากภูเขาด้วยความเร็ว 25 km/hr

ง. ลูกกระสุนปืนใหญ่มวล 2 kg ถูกยิงออกจากปืนใหญ่ด้วยความเร็ว 1500 km/kr

11. วัตถุ 2 กิโลกรัม ตกจากดาดฟ้าตึกสูง 20 เมตร ขณะกระทบพื้นมีพลังงานจลน์เท่าใด

ก. 100 จูล ข. 200 จูล ค. 300 จูล ง. 400 จูล

12. วัตถุก้อนหนึ่งมีมวล 0.5 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 เมตร/วินาที จะมีพลังงานจลน์เท่าไร

ก. 2.5 จูล ข. 5 จูล ค. 25 จูล ง. 40 จูล

13. ปล่อยวัตถุมวล 2 กิโลกรัม จากที่สูง 10 เมตร ให้ตกในแนวดิ่งขณะเมื่อวัตถุสูงจากพื้น 3 เมตร วัตถุมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเท่าไร

ก. 20 จูล ข. 60 จูล ค. 150 จูล ง. 200 จูล

14. สปริงตัวหนึ่งมีค่าคงที่ 500 นิวตัน/เมตร เมื่อดึงให้สปริงยืดออกเป็นระยะทาง 10 เซนติเมตร ต้องใช้พลังงานในการดึงสปริงเท่าใด

ก. 25 จูล ข. 250 จูล ค. 2500 จูล ง. 25000 จูล

15. พลังงานที่มีอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่คือพลังงานอะไร

ก. พลังงานจลน์ ข. พลังงานศักย์

ค. พลังงานกล ง. พลังงานไฟฟ้า

16. เด็กชายแดงยกเก้าอี้จากชั้นล่างขึ้นไปชั้นบนจะมีการเปลี่ยนรูปพลังงานอย่างไร

ก. พลังงานกลเป็นพลังงานเคมี ข. พลังงานเคมีเป็นพลังงานความร้อน

ค. พลังงานความร้อนเป้นพลังงานกล ง. พลังงานเคมีเป็นพลังงานกล

17. ข้อใดเป็นหน่วยของพลังงาน

ก. นิวตัน ข. นิวตัน.เมตร ค. นิวตัน.วินาที ง. กิโลเมตร.เมตร.วินาที^{2}

18. กรณีใดต่อไปนี้ไม่เกิดงานตามความหมายทางวิทยาศาสตร์

ก. ยกของจากพื้นขึ้นไปวางไว้บนโต๊ะ ข. เดินจากชั้นล่างขึ้นชั้นบน

ค. กรรมกรเดินแบกข้าวสารไปตามถนนราบ ง. เข็นรถให้เคลื่อนที่

19.นงนุชหิ้วกระเป๋าหนัก 20 นิวตันเดินทางจากบ้านไปโรงเรียนได้ระยะทาง 1 กิโลเมตร งานที่นงนุชทำได้ในการหิ้วกระเป๋านี้มีค่าเท่าใด

ก.0 จูล ข. 20 จูล ค.2000 จูล ง. 20,000 จูล

20.ช้างหนัก 500 กิโลกรัม ลากท่อนซุงซึ่งหนัก 1,000 นิวตัน ไปได้เป็นระยะทาง 0.6 กิโลเมตร ในเวลา 10 นาที ช้างเชือกนี้ทำงานได้กี่จูล

ก.600 จูล ข. 6,000 จูล ค.60,000 จูล ง. 600,000 จูล

21.ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก.แรงเป็นปริมาณสเกลาร์ ข.แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์

ค.แรงมีหน่วยเป็นนิวตัน ง.ข้อ ข และ ค ถูกต้อง

22.การใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวหูถุงทราย แล้วลากเครื่องชั่งสปริงไปในแนวราบ ขนาดของค่าแรงที่ใช้ลากถุงทรายขึ้นอยู่กับปัจจัยในข้อใดต่อไปนี้

ก.จำนวนถุงทราย ข.ระยะทางที่ดึงถุงทราย

ค.ยี่ห้อของเครื่องชั่งสปริง ง.ถูกทุกข้อ

23.ทิศทางของการเคลื่อนที่ของถุงทรายที่ใช้เครื่องชั่งสปริงลากในข้อที่ 2 เป็นอย่างไร

ก.มีทิศเดี่ยวกับแรงโน้มถ่วงของโลก

ข.มีทิศเดียวกับทิศทางของแรงดึง

ค.มีทิศตรงข้ามกับทิศทางของแรงดึง

ง.มีทิศทางไม่แน่นอน

24.ขนาดของแรงในข้อใดต่อไปนี้สามารถทำให้วัตถุขนาด 1 กิโลกรัมถูกโยนไปได้ไกลที่สุด

ก. 0.1 นิวตัน ข.10 นิวตัน

ค. 100 นิวตัน ง. 120 นิวตัน

25.ข้อใดต่อไปนี้เป็นตัวอย่างของผลที่เกิดจากแรง

ก.ทำให้ผลไม้หล่นจากต้นตกลงสู่พื้นดินได้

ข.การใช้แรงดึงขณะเล่นชักเย่อ

ค.สามารถเปิดขวดน้ำอัดลมได้

ง.ถูกทุกข้อ

26.ข้อใดต่อไปนี้กล่าวได้ถูกต้อง

ก.แรงดึงดูดของโลกทำให้วัตถุตกสู่พื้นโลกเสมอ

ข.ทุกตำแหน่งบนพื้นโลกมีค่าแรงโน้มถ่วงเท่ากัน

ค.แรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อวัตถุขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุ

ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ค

27.ข้อใดต่อไปนี้กล่าวได้ถูกต้อง

ก.แรงดึงดูดของโลกมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก

ข.มวลของสารไม่ขึ้นกับเนื้อของสาร

ค.น้ำหนักของวัตถุเท่ากับมวลของวัตถุเสมอ

ง.ถูกทุกข้อ

28.ข้อใดต่อไปนี้กล่าวได้ถูกต้อง

ก.ค่าแรงดึงดูดของโลกมีค่าเท่ากับ 9.8 เมตร/วินาที^{2}

ข. มวล คือ ปริมาณของสารในวัตถุ

ค. น้ำหนัก คือ แรงเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ

ง. ถูกทุกข้อ

29.ข้อใดเป็นประโยชน์ของแรงโน้มถ่วง

ก.การใช้ปั่นจั่นตอกเสาเข็ม

ข.การเล่นไม้ลื่นหรือกระดานลื่น

ค.การผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังน้ำ

ง.ถูกทุกข้อ

30.การกระทำข้องมนุษย์ในข้อใดมีวัตถุประสงค์เพื่อเอาชนะแรงโน้มถ่วงของโลก

ก.การสร้างลิฟท์ ข.การสร้างบ้าน

ค.การใช้รถยนต์เพื่ออำนวยความสะดวก ง.การเดินทางโดยเรือข้ามฟาก

31.การเคลื่อนที่ในข้อใดต่อไปนี้จำเป็นต้องอาศัยแรงเสียดทาน

ก.การปีนเสาหรือปีนต้นไม้ ข.การแข่งขันชักเย่อ

ค.การวิ่ง ง.ถูกทุกข้อ

32.การเคลื่อนที่ของวัตถุในข้อใดต่อไปนี้ที่ต้องทำให้ผิวสัมผัสกับวัตถุมีแรงเสียดทานน้อย จึงจะเคลื่อนที่ได้ดี

ก.บานพับประตู ข.รถวิ่งบนถนน

ค.การชักเย่อ ง.ถูกทุกข้อ

33.ข้อใดต่อไปนี้กล่าวได้ถูกต้อง

ก.พื้นผิวสัมผัสที่ขรุขระ จะมีแรงเสียดทานมากกว่าผิวเรียบ

ข.พื้นผิวเรียบ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ช้าลง

ค.ขณะที่ฝนตกถนนจะลื่น แสดงว่าพื้นผิวถนนมีแรงเสียดทานมาก

ง.รถยนต์วิ่งบนถนนไม่จำเป็นต้องอาศัยแรงเสียดทานในการเคลื่อนที่

34. ข้อใดต่อไปนี้กล่าว<u>ไม่ถูกต้อง</u>

ก.วัตถุที่เคลื่อนที่ในอากาศจะไม่มีแรงเสียดทาน

ข.แรงเสียดทานจะมีทิศตรงกันข้ามกับแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เสมอ

ค.แรงเสียดทาน คือแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ง.รถยนต์ที่วิ่งบนพื้นผิวขรุขระจะเคลื่อนที่ได้ดีกว่าบนพื้นที่ลื่น

35.วัตถุมวล 50 กิโลกรัมวางบนพื้นราบ เมื่อต้องการให้วัตถุเคลื่อนที่ ต้องออกแรงผลักอย่างน้อย 200 นิวตัน ตามแนวราบ จงหาสัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน กำหนดให้ $g = 10$ เมตร/วินาที^{2}

ก. 0.1 ข. 0.2 ค. 0.3 ง. 0.4

36. การแบ่งคานออกเป็นประเภทต่าง ๆ นั้น เขาใช้เกณฑ์ในข้อใด

ก. ขนาดของคน ข. ความยาวของคน

ค.ตำแหน่งของจุดหมุน ง. ขนาดของแรงต้านทาน

37. ข้อใดเป็นคานประเภทหนึ่ง

ก. รถเข็นดิน ข. เครื่องตัดกระดาษ

ค. คีมคีบถ่าน ง. กรรไกรตัดผ้า

38. คีมตัดลวดเป็นคานประเภทเดียวกับข้อใด

ก. กรรไกรหนีบหมาก ข. ไม้กระดานหก

ค. ทัพพีตักข้าว ง. ไม้กวาด

39. เครื่องกลในข้อใดจัดเป็นคานประเภทสอง

ก. ชะแลง ข. ไม้หนีบผ้า

ค. ที่เปิดขวดน้ำอัดลม ง. ตะเกียบคีบอาหาร

40. เครื่องหนีบอ้อยเป็นคานประเภทเดียวกับอะไร

ก. ที่เปิดกระป๋องนม ข. คันสากครกกระเดื่อง

ค. คีมถอนตะปู ง. คันเบ็ดตกปลา

41. คานที่มีแรงพยายามอยู่ระหว่างจุดฟัลครัมกับแรงต้านทาน จัดเป็นคานตามข้อใด

ก. คานประเภท 1 ข. คานประเภท 2

ค. คานที่ได้เปรียบเชิงกล ง. คานที่เสียเปรียบเชิงกล

42. คานในข้อใดเป็นคานประเภทสาม

ก. ค้อนงัดตะปู ข. คีมคีบน้ำแข็ง

ค. คีมปากนกแก้ว ง. กรรไกรตัดหญ้า

43. คีมตัดลวดจะผ่อนแรงได้มาก ถ้าเป็นอย่างไร

ก. มีด้ามสั้นแข็งแรง ข. มีความคมมาก

ค. มีด้ามยาวมาก ง. มีขนาดพอเหมาะมือ

44. อุปกรณ์ในข้อใดไม่ช่วยผ่อนแรง

ก. ชะแลงงัดตะปู ข. เครื่องหนีบอ้อย

ค. ไม้กวาด ง. ที่เปิดกระป๋องนม

45. โมเมนต์ของแรงรอบจุดหมุนมีค่าเท่ากับข้อใด

ก. แรง × ระยะทางตามแนวแรง

ข. แรง× ระยะทางจากจุดหมุนถึงแนวแรง

ค. แรง × ระยะทางตั้งฉากจากจุดหมุนถึงแนวแรง

ง. แรง × ระยะทางที่ขนานกับแนวแรง

46. เมื่อโมเมนต์ของแรงมีค่าเป็นศูนย์

ก. แรงที่กระทำมีแนวผ่านจุดหมุน

ข. แรงที่กระทำมีแนวไม่ผ่าจุดหมุน

ค. แรงที่กระทำอยู่ใกล้จุดหมุนมากเกินไป

ง. แรงที่กระทำอยู่ห่างจุดหมุนมาเกินไป

47. ข้อใดเป็นหน่วยของโมเมนต์

ก. นิวตัน ข. นิวตัน/เมตร

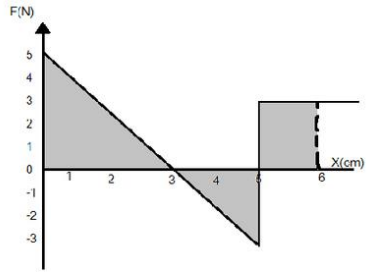
ค. นิวตัน . เมตร ง. กิโลกรัม . เมตร

48 คานเบามากยาว 3 เมตร แขวนน้ำหนัก 100 นิวตัน และ 200 นิวตัน ปลายละก้อน เอาคานวางบนบ่าของเด็กคนหนึ่งเพื่อให้คานอยู่ในแนวระดับพอดี จะต้องให้น้ำหนัก 100 นิวตัน ห่างจากบ่าเท่าใด

ก. 1.0 เมตร ข. 1.5 เมตร

ค. 2.0 เมตร ง. 2.5 เมตร

49. จากรูป เป็นกราฟระหว่างแรงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ งานทั้งหมดที่กระทำในช่วงระยะทางการเคลื่อนที่จาก 0 ถึง 6เซนติเมตร จะมีขนาดเท่าใด



ก. 0.075 J

ข. 0.135 J

ค. 0.150 J

ง. 0.270 J

50. การเคลื่อนที่ในข้อใดต่อไปนี้จำเป็นต้องอาศัยแรงเสียดทาน

ก. การปีนเสาหรือปีนต้นไม้ ข. การวิ่ง

ค. การแข่งขันชักเย่อ ง. ถูกทุกข้อ

51. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวได้ถูกต้อง

ก. พื้นผิวสัมผัสที่ขรุขระ จะมีแรงเสียดทานมากกว่าผิวเรียบ

ข. พื้นผิวเรียบ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ช้าลง

ค. ขณะที่ฝนตกถนนจะลื่น แสดงว่าพื้นผิวถนนมีแรงเสียดทานมาก

ง. รถยนต์วิ่งบนถนนไม่จำเป็นต้องอาศัยแรงเสียดทานในการเคลื่อนที่

52. เครื่องหนีบอ้อยเป็นคานประเภทเดียวกับอะไร

ก. ที่เปิดกระป๋องนม ข. คันสากครกกระเดื่อง

ค. คีมถอนตะปู ง. คันเบ็ดตกปลา

53. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้องที่สุด

ก. แรงเป็นปริมาณสเกลาร์ ข. แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์

ค. แรงมีหน่วยเป็นนิวตัน ง. แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์และแรงมีหน่วยเป็นนิวตัน

54. การใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวหูถุงทรายลากไปในแนวราบ ค่าของแรงที่ใช้ลากถุงทรายขึ้นอยู่กับข้อใด

ก. จำนวนถุงทราย ข. ระยะทางที่ดึงถุงทราย

ค. ยี่ห้อของเครื่องชั่งสปริง ง. ถูกทุกข้อ

55. ขนาดของแรงในข้อใดต่อไปนี้สามารถทำให้วัตถุขนาด 1 กิโลกรัม ถูกโยนไปได้ไกลที่สุด

ก. 0.1 N ข. 10 N

ค. 100 N ง. 120 N

56. คริสติน่า หนัก 480 N วิ่งขึ้นเวที ซึ่งสูง 5 m ในเวลา 10 s จงหาว่าคริสติน่าต้องใช้กำลังเท่าไร

ก. 120 W ข. 240 W

ค. 360 W ง. 480 W

57. จงหางานในการลากวัตถุมวล 80 กิโลกรัม ในแนวขนานกันพื้นระดับด้วยอัตราเร็วคงที่เป็นระยะทาง 25 เมตร ถ้าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน ระหว่างวัตถุกันพื้นมีค่า 0.05

ก. 0 J ข. 100 J

ค. 1000 J ง. 2000 J

58. ปั้นจั่นเครื่องหนึ่งยกหีบสินค้ามวล 1.5×10^5 กิโลกรัม ขึ้นจากท่าเรือเพื่อวางบนดาดฟ้าเรือ ซึ่งสูงจากพื้นท่าเรือ 15 เมตร จงหางานในการยกสินค้าของปั้นจั่นในหน่วยจูล

ก. 0 J ข. 1.5×10^6 J

ค. 2.25×10^6 J ง. 2.25×10^7 J

59. วัตถุมวล 5 และ 10 กิโลกรัม ตกอย่างอิสระจากที่สูง 10 และ 5 เมตร ตามลำดับ จงเลือกข้อความที่ถูกต้อง

ก. วัตถุทั้งสองจะตกถึงพื้นพร้อมกัน

ข. วัตถุทั้งสองมีความเร็วสุดท้ายเท่ากัน

ค. วัตถุทั้งสองมีพลังงานจลน์และพลังงานศักย์เท่ากันที่ระดับความสูงเดียวกัน

ง. วัตถุทั้งสองมีความเร่งเท่ากัน

60. นายฟักทิ้งขวดมวล 0.5 กิโลกรัม จากหลังคาบ้านครูใหญ่ ซึ่งสูง 12 เมตร ให้ตกอย่างอิสระ ถ้าขวดตกลงมาได้ทาง 1/3 ของทางทั้งหมด จะมีพลังงานจลน์เท่าใด

ก. 10 J ข. 20 J

ค. 30 J ง. 40 J

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคผนวก ค

- ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) เชิงเนื้อหา ของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
- ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- ผลการวิเคราะห์สัดส่วนของผู้ตอบถูก สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด และความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) เชิงเนื้อหา ของแผนการจัดกาเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง งานเนื่องจากแรงคงตัว							
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. สาระสำคัญแสดงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนกระบวนการครบถ้วยตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง งานเนื่องจากแรงคงตัว (ต่อ)							
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม และพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับวัยวุฒิภาวะ และความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15. วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16. เครื่องมือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17. เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง งานเนื่องจากแรงไม่คงตัว							
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. สาระสำคัญแสดงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนกระบวนการครบถ้วยตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง งานเนื่องจากแรงไม่คงตัว (ต่อ)							
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม และพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับวัยวุฒิภาวะ และความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15. วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16. เครื่องมือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17. เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง กำลัง							
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. สาระสำคัญแสดงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนกระบวนการครบถ้วยตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง กำลัง (ต่อ)							
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม และพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับวัยวุฒิภาวะ และความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15. วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16. เครื่องมือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17. เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานกล (พลังงานจลน์)							
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. สาระสำคัญแสดงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนกระบวนการครบถ้วยตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานกล (พลังงานจลน์) (ต่อ)							
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม และพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับวัยวุฒิภาวะ และความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15. วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16. เครื่องมือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17. เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง พลังงานกล (พลังงานศักย์โน้มถ่วง)							
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. สาระสำคัญแสดงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนกระบวนการครบถ้วยตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง พลังงานกล (พลังงานศักย์โน้มถ่วง) (ต่อ)							
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม และพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับวัยวุฒิภาวะ และความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15. วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16. เครื่องมือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17. เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง พลังงานกล (พลังงานศักย์ยืดหยุ่น)							
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. สาระสำคัญแสดงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนกระบวนการครบถ้วยตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง พลังงานกล (พลังงานศักย์ยืดหยุ่น) (ต่อ)							
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม และพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับวัยวุฒิภาวะ และความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15. วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16. เครื่องมือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17. เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การอนุรักษ์พลังงานกล							
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. สาระสำคัญแสดงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนกระบวนการครบถ้วยตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การอนุรักษ์พลังงานกล (ต่อ)							
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม และพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับวัยวุฒิภาวะ และความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15. วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16. เครื่องมือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17. เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง เครื่องกล							
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. สาระสำคัญแสดงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนกระบวนการครบถ้วยตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง เครื่องกล (ต่อ)							
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม และพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับวัยวุฒิภาวะ และความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15. วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16. เครื่องมือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17. เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง เครื่องกล (คำนวณ)							
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. สาระสำคัญแสดงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนกระบวนการครบถ้วยตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง เครื่องกล (คำนวณ) (ต่อ)							
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม และพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับวัยวุฒิภาวะ และความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15. วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16. เครื่องมือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17. เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.2 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดความสามารถในการในแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
25	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
26	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
31	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
32	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
33	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
34	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
35	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
36	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
37	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
38	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
39	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
40	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
41	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
42	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
43	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
44	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
45	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
46	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
47	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
48	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
49	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
50	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
51	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
52	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
53	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
54	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
55	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
56	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
57	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
58	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
59	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
60	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	R_U	R_L	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การพิจารณา
1	7	3	0.50	0.40	คัดเลือกไว้
2	0	1	0.05	-0.10	ตัดทิ้ง
3	10	8	0.90	0.20	ตัดทิ้ง
4	8	4	0.60	0.40	คัดเลือกไว้
5	8	4	0.60	0.40	คัดเลือกไว้
6	8	3	0.55	0.50	คัดเลือกไว้
7	7	7	0.70	0.00	ตัดทิ้ง
8	8	4	0.60	0.40	คัดเลือกไว้
9	10	9	0.95	0.10	ตัดทิ้ง
10	10	7	0.85	0.30	ตัดทิ้ง
11	9	4	0.65	0.50	คัดเลือกไว้
12	10	7	0.85	0.30	ตัดทิ้ง
13	7	5	0.60	0.20	ตัดทิ้ง
14	8	6	0.70	0.20	ตัดทิ้ง
15	7	3	0.50	0.40	คัดเลือกไว้
16	5	3	0.40	0.20	ตัดทิ้ง
17	8	1	0.45	0.70	คัดเลือกไว้
18	6	2	0.40	0.40	คัดเลือกไว้
19	10	7	0.85	0.30	ตัดทิ้ง
20	8	4	0.60	0.40	คัดเลือกไว้
21	0	1	0.05	-0.10	ตัดทิ้ง
22	10	2	0.60	0.80	คัดเลือกไว้
23	10	3	0.65	0.70	คัดเลือกไว้
24	7	3	0.50	0.40	คัดเลือกไว้
25	10	7	0.85	0.30	ตัดทิ้ง
26	10	5	0.75	0.50	ตัดทิ้ง
27	8	3	0.55	0.50	คัดเลือกไว้

ข้อที่	R_U	R_L	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การพิจารณา
28	8	4	0.60	0.40	คัดเลือกไว้
29	9	3	0.60	0.60	ตัดทิ้ง
30	7	3	0.50	0.40	คัดเลือกไว้
31	10	5	0.75	0.50	คัดเลือกไว้
32	10	1	0.55	0.90	ตัดทิ้ง
33	9	1	0.50	0.80	คัดเลือกไว้
34	10	1	0.55	0.90	ตัดทิ้ง
35	10	3	0.65	0.70	คัดเลือกไว้
36	8	4	0.60	0.40	คัดเลือกไว้
37	6	2	0.40	0.40	คัดเลือกไว้
38	0	2	0.10	-0.20	ตัดทิ้ง
39	1	0	0.05	0.10	ตัดทิ้ง
40	6	1	0.35	0.50	คัดเลือกไว้
41	9	5	0.70	0.40	คัดเลือกไว้
42	7	4	0.55	0.30	ตัดทิ้ง
43	8	1	0.45	0.70	คัดเลือกไว้
44	4	5	0.45	-0.10	ตัดทิ้ง
45	3	2	0.25	0.10	ตัดทิ้ง
46	3	1	0.20	0.20	ตัดทิ้ง
47	5	2	0.35	0.30	ตัดทิ้ง
48	7	3	0.50	0.40	คัดเลือกไว้
49	5	2	0.35	0.30	ตัดทิ้ง
50	8	4	0.60	0.40	คัดเลือกไว้
51	7	5	0.60	0.20	ตัดทิ้ง
52	7	1	0.40	0.60	คัดเลือกไว้
53	2	3	0.25	-0.10	ตัดทิ้ง
54	7	3	0.50	0.40	คัดเลือกไว้

ข้อที่	R_U	R_L	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การพิจารณา
55	9	4	0.65	0.50	ตัดทิ้ง
56	8	3	0.55	0.50	คัดเลือกไว้
57	7	4	0.55	0.30	ตัดทิ้ง
58	9	3	0.60	0.60	คัดเลือกไว้
59	7	0	0.35	0.70	คัดเลือกไว้
60	2	4	0.30	-0.20	ตัดทิ้ง

ตารางที่ ค.4 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก (p) สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด (q) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	p	q	pq
1	0.54	0.46	0.25
2	0.69	0.31	0.21
3	0.69	0.31	0.21
4	0.64	0.36	0.23
5	0.62	0.98	0.24
6	0.64	0.36	0.24
7	0.64	0.36	0.23
8	0.56	0.44	0.25
9	0.59	0.41	0.24
10	0.62	0.38	0.24
11	0.79	0.21	0.16
12	0.85	0.15	0.13
13	0.51	0.49	0.25
14	0.59	0.41	0.24
15	0.51	0.49	0.25
16	0.49	0.51	0.25
17	0.79	0.21	0.16
18	0.56	0.44	0.25
19	0.64	0.36	0.23
20	0.38	0.62	0.24
21	0.28	0.72	0.20
22	0.82	0.18	0.15
23	0.51	0.49	0.25
24	0.15	0.85	0.13
25	0.51	0.49	0.25
26	0.38	0.62	0.24

ข้อที่	p	q	pq
27	0.44	0.56	0.25
28	0.59	0.41	0.24
29	0.62	0.38	0.24
30	0.38	0.62	0.24
			$\sum pq = 6.66$

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left(1 - \frac{\sum pq}{s_t^2}\right)$$

$$r_{tt} = \frac{39}{39-1}\left(1 - \frac{\sum 6.66}{33.98}\right)$$

r_{tt} = 1.0263 x 0.8040

r_{tt} = 0.8251

$r_{tt} \approx 0.83$

ประวัติผู้ทำวิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นางปุณณภา ตะกรุตแก้ว
วัน/เดือน/ปีเกิด	8 มกราคม 2525
ที่อยู่ปัจจุบัน	11 หมู่ที่ 6 ตำบลแม่ปืม อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี วิชาเอกฟิสิกส์ (ค.บ.) มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ประสบการทำงาน	
พ.ศ. 2558 – 2560	ครูผู้ช่วยโรงเรียนศึกษาสงเคราะห์สุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี
พ.ศ. 2560 – 2563	ครู คศ.1 โรงเรียนศึกษาสงเคราะห์สุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี
พ.ศ. 2563 – 2565	ครู คศ.1 โรงเรียนเทิงวิทยาคม จังหวัดเชียงราย
พ.ศ. 2565 - ปัจจุบัน	ครู คศ.2 โรงเรียนเทิงวิทยาคม จังหวัดเชียงราย
อีเมล์	punnaphatakrutkaew@gmail.com