

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เจริญก้าวหน้า และมีบทบาทในการพัฒนาประเทศ รัฐได้กำหนดนโยบายในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ เพื่อมุ่งเน้นการผลิตและพัฒนาคนในด้าน วิทยาศาสตร์ เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของสังคม โดยให้หน่วยงานทางการศึกษา ดำเนินการปรับปรุง หลักสูตรเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่ง ของวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และกระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตร ตามพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533) อีกทั้งยังเน้นให้มีการจัดการเรียนการสอนโดยยึด ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางตามพระราชบัญญัติการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2544

วิชาฟิสิกส์ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งเป็นวิชาที่ใช้ ตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีต่างๆ และในหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานได้บรรจุเนื้อหาฟิสิกส์ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นสาระหนึ่งใน 8 สาระการ เรียนรู้ ที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนเข้าใจในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หลักการ กฎ และทฤษฎีที่เป็นพื้นฐาน ของวิชาฟิสิกส์ สามารถนำหลักการทางฟิสิกส์ไปแก้ปัญหาประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ แต่สภาพการเรียน การสอนรายวิชาฟิสิกส์ ที่ผ่านมามีครูยังคงต้องสอนในรูปแบบที่เน้นครูเป็นศูนย์กลาง เน้นการสอน บรรยายและการแก้ปัญหาโจทย์ การใช้สัมมนาทางคณิตศาสตร์ เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนจดจำสมการ และการนำไปใช้ จึงทำให้นักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ ซึ่งสภาพดังกล่าว สอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2543 : 123) ที่กล่าวว่า การสอนแบบบรรยายเพียง อย่างเดียวไม่สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจทฤษฎี ปรากฏการณ์ต่างๆ และไม่สามารถแก้ปัญหาโจทย์ ปัญหาแบบประยุกต์ได้ นอกจากนี้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ผู้เรียนจะต้องอาศัยกระบวนการคิดที่เป็น ขั้นตอนจึงจะสามารถแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องได้ นักการศึกษามีความเชื่อว่า การคิดเป็น คุณสมบัติเบื้องต้นและเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาความสามารถทางสติปัญญาต่าง ๆ ที่ต้อง เผชิญในชีวิตประจำวัน (Tsui. 2002: 740) นอกจากนี้ยังพบประเด็นเรื่องความยากในวิชาฟิสิกส์ที่มา จากการแก้ปัญหาโจทย์ ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงสถานการณ์ที่แสดงปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ การนำ นิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎีมาใช้ อีกทั้งยังพบว่า นักเรียนไม่สามารถเริ่มแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาด้วย ตัวเองได้ และไม่มีขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาที่ถูกต้องอย่างเพียงพอ ซึ่งสอดคล้องกับบริติช (Redish. 2003: 135) ที่กล่าวว่าวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ต้องอาศัยความสามารถในการแปลความโจทย์ ปัญหาไปเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ กราฟ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปร การใช้

หลักพีชคณิต สมการต่าง ๆ ทางฟิสิกส์และทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง โดยปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน และเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไข

เพื่อที่จะทำให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้นั้น นักเรียนต้องมีการบวนการขั้นตอนที่จำเป็นต่อการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจต่อการแก้ปัญหาและมีการกระตุ้นส่งเสริมให้นักเรียนค้นหาวิธีแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ ได้ ซึ่งมีนักวิชาการได้ทำการศึกษาและพัฒนาขั้นตอนในการแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ โดยส่วนใหญ่ได้พิจารณากลยุทธ์ เทคนิค กระบวนการแก้ปัญหาอยู่บนพื้นฐานของนักการศึกษาที่สำคัญอย่างโพลยา (Polya. 1957: 6-19) ได้เสนอขั้นตอนของการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนในการแก้ปัญหา การลงมือทำตามแผน และการตรวจสอบวิธีการและคำตอบ ซึ่งพบว่าวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวสามารถช่วยให้ผู้เรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ สอดคล้องกับโปรโตเลสและโรเปส (Portoles & Lopez. 2008: 106) กล่าวสรุปไว้ว่า ปัจจัย 2 ประการที่ทำให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ประสบความสำเร็จ ประการแรกคือนักเรียนต้องรู้เข้าใจแนวคิด ทฤษฎี และหลักการทางฟิสิกส์ และประการที่สอง นักเรียนต้องมีกลยุทธ์ในการใช้แนวคิด ทฤษฎี และหลักการทางฟิสิกส์ ในการนำไปใช้แก้ปัญหา

ผู้เรียนส่วนใหญ่ในรายวิชาฟิสิกส์ มีผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากนักเรียนไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการเรียนจึงไม่สามารถประยุกต์ความรู้ในภาคทฤษฎี มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ นักเรียนที่เรียนรายวิชาฟิสิกส์ส่วนมาก มักจะทำคะแนนสอบหลังเรียนได้ไม่ผ่านเกณฑ์ 60% เป็นส่วนมาก เนื่องจากมีส่วนของการคำนวณแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และพบว่านักเรียนไม่สามารถเริ่มแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตัวเองได้ และไม่มีขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาที่ถูกต้อง จากแนวคิดและสภาพดังกล่าวนำไปสู่การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ และมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้อย่างมีขั้นตอน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โมเมนตัมและการชน กับเกณฑ์ 60 %

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม

1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม โดยการสุ่มแบบเจาะจง ได้นักเรียน ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ เพิ่มเติม2 จำนวน 103 คน เป็นนักเรียนชั้น ม.5/5 , 5/12 , 5/13

1.3.3 เนื้อหาในการวิจัย

เป็นเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองเพื่อการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ ของนักเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.3.4 ตัวแปร

ตัวแปรต้น แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตัวแปรตาม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.4 สมมุติฐานการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 60%

1.5 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

แบบฝึกทักษะ หมายถึง แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ใช้ประกอบหน่วยการเรียนรู้ โมเมนตัมและการชน เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนในการแก้ปัญหา คือ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจกับปัญหา ขั้นที่ 2 จัดเตรียมหลักการ ขั้นที่ 3 การหาผลลัพธ์ และขั้นที่ 4 การตรวจสอบคำตอบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนสอบที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความรู้หลังเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน

นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม

1.6 ประโยชน์ของการวิจัย / ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ใช้ประกอบหน่วยการเรียนรู้ โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงขึ้น
3. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีแนวทางในการจัดทำแบบฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ และอื่นๆ

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ ได้ศึกษาแนวทางจากเอกสารต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดตามลำดับต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา
2. แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา

1.1 ความหมายของปัญหา

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายที่ต่างกันไปของคำว่า “ปัญหา” แต่หลักใหญ่ใจความแล้วพบว่า มีสิ่งที่ตรงกันคือ ปัญหาเป็นสถานการณ์ ข้อคำถาม ข้อสงสัยที่เมื่อเผชิญแล้วไม่สามารถที่จะใช้วิธีการใดในการแก้ไขเหตุการณ์ได้ในทันที (Leighton; & Sternberg.2003: 623;

Krulik; & Rudnick. 1996: 3; Andre. 1986: 170) นอกจากนี้หน่วยงานที่สำคัญอย่างสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(2546: 221)ที่กล่าวถึงปัญหาว่าเป็นสถานการณ์ เหตุการณ์ หรือสิ่งที่พบแล้วไม่สามารถจะใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งแก้ปัญหาได้ทันทีหรือเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นแล้วไม่สามารถมองเห็นแนวทางแก้ไขได้ทันที ซึ่งสอดคล้องกับราชบัณฑิตยสถาน (2546 : 687) ได้ให้ความหมายว่า “ปัญหา” ว่าเป็นคำนาม แปลว่า ข้อสงสัย เช่น ทำได้โดยไม่มีปัญหา เป็นคำนาม แปลว่า คำถาม เช่น ตอบปัญหา เป็นคำนาม แปลว่า ข้อที่ต้องพิจารณาแก้ไข เช่น ปัญหาเฉพาะหน้า ปัญหาการเมือง หรือสิ่งที่คนไม่รู้ จากคำจำกัดความของความหมายของปัญหา กล่าวได้ว่า ปัญหา คือ สิ่งต่างๆ ที่ทำให้เกิดความสงสัย เกิดความขัดแย้งหรือเป็นอุปสรรคต่อการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

1.2 การแก้ปัญหา

การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการสำคัญ ในการนำความรู้ที่มีอยู่ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างจากเดิม เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ต้องการ จากความสำคัญดังกล่าวข้างต้นนี้ได้ สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ในหมวดที่ 4 มาตรา 24 ข้อที่ 2 ที่ระบุว่า สถานศึกษาควรให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิด การจัดการการเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ ความรู้มาใช้แก้ไขปัญหาได้ การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์ไม่ควรใช้วิธีเหมือนกับการให้ทำแบบฝึกหัดที่ทำซ้ำ ๆ ด้วยปัญหาประเภทเดิมๆ แต่ควรใช้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยสำหรับใช้ ประเมินหรือสะท้อนความสามารถต่างๆ ที่มีอยู่ในตัวนักเรียนผ่านวิธีการแก้ปัญหา (Foong. 2007: 54-55) การแก้ปัญหานั้น หน่วยงานทั้ง ไทยและต่างประเทศได้กล่าวถึง ดังที่ สำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาแห่งชาติ (2544 : 54) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาว่าเป็นกระบวนการทำงานที่สลับซับซ้อนของ สมอที่ต้องอาศัยสติปัญญาทักษะ ความรู้ ความเข้าใจ ความคิด การรับรู้ ความชำนาญ รูปแบบ พฤติกรรมต่างๆ ประสบการณ์เดิมทั้ง จากทางตรงและทางอ้อม มโนทัศน์ กฎเกณฑ์ ข้อสรุป การ พิจารณา การสังเกต และการใช้กลยุทธ์ทางสติปัญญา ที่จะวิเคราะห์ สังเคราะห์ ความรู้ความเข้าใจ ต่างๆ อย่างมีวิจารณ์ญาณ มีเหตุผลและจินตนาการเพื่อหาแนวทางปฏิบัติให้ปัญหานั้นหมดสิ้นไป

1.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับพัฒนาการทางด้านสติปัญญา และการเรียนรู้ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหามาตามแนวคิดนักจิตวิทยาทางสติปัญญาของเพียเจต์ และทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ สามารถสรุปได้ดังนี้ (สุรางค์ โคว์ตระกูล. 2553)

1.3.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

เพียเจต์ แบ่งความสามารถในการแก้ปัญหามนุษย์ตามลำดับอายุเป็น 4 ขั้นคือ

1. ระยะการแก้ปัญหาด้วยการกระทำ (Sensorimotor Stage) ตั้งแต่แรกเกิด ถึง 2 ปี เด็กจะรู้เฉพาะสิ่ง ที่เป็นรูปธรรม มีความเจริญอย่างรวดเร็วในด้านความคิดความเข้าใจ การ

ประสานงานระหว่างกล้ามเนื้อและสายตา และการใช้ประสาทสัมผัสต่างๆ ต่อสภาพจริงรอบตัว เด็กในวัยนี้ชอบทำอะไรบ่อยๆ ซ้ำๆ เป็นการเลียนแบบ พยายามแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูกความสามารถในการคิดวางแผนของเด็กยังอยู่ในขีดจำกัด

2. ระยะเวลาแก้ปัญหาด้วยการรับรู้และยังไม่รู้จักใช้เหตุผล (Preperational Stage) อยู่ในช่วงอายุ 2 - 7 ปี เพียเจต์ ได้แบ่งขั้นนี้ออกเป็นขั้นย่อยๆ 2 ขั้นคือ

2.1 Preoperational Thought เด็กวัยนี้อยู่ในช่วง 2 - 4 ปี เด็กวัยนี้มีความคิดรวบยอดในเรื่องต่างๆ แล้วเพียงแต่ยังไม่สมบูรณ์ และยังไม่มีความคิดที่ใช้ภาษาและเข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ แต่การใช้ภาษานั้น ยังเกี่ยวข้องกับตนเองเป็นส่วนใหญ่ ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับความรู้เป็นส่วนใหญ่ เด็กยังไม่สามารถใช้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลเด็กยังไม่เข้าใจเรื่องความคงที่ของปริมาณ

2.2 Intuitive Thought อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 4 - 7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้แม้ว่าจะเริ่มมีเหตุผลมากขึ้นแต่การคิดและการตัดสินใจยังขึ้นอยู่กับความรู้มากกว่าความเข้าใจเด็กเริ่มมีปฏิกริยาต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้นมีความสนใจอยากรู้อยากเห็นและมีการซักถามมากขึ้นมีการเลียนแบบพฤติกรรมของผู้ใหญ่ที่อยู่รอบข้าง ใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการคิดอย่างไรก็ตามความเข้าใจของเด็กวัยนี้ก็ยังขึ้นอยู่กับสิ่งที่รับรู้จากภายนอกนั่นเอง

3. ระยะเวลาแก้ปัญหาด้วยเหตุผลกับสิ่ง ที่เป็นรูปธรรม (Concrete Operation Stage) อยู่ในช่วงอายุ ระหว่าง 7 - 11 ปี เด็กวัยนี้สามารถใช้สมองในการคิดอย่างมีเหตุผล แต่กระบวนการคิดและการใช้เหตุผลในการแก้ไขปัญหาต้องอาศัยสิ่ง ที่เป็นรูปธรรม จุดเด่นของเด็กวัยนี้ คือเริ่มมีเหตุผล สามารถคิดกลับไปกลับมาได้ เด็กเริ่ม มองเห็นเหตุการณ์และสิ่งต่าง ๆ ได้หลายแง่หลายมุมมากขึ้นสามารถตั้งกฎเกณฑ์นำมาใช้ในการแบ่งแยกสิ่งต่าง ๆ เป็นหมวดหมู่ได้

4. ระยะเวลาแก้ปัญหาด้วยเหตุผลกับสิ่ง ที่เป็นนามธรรม (Formal Operation Stage) อยู่ในช่วงอายุ 11 - 15 ปี ในขั้นนี้โครงสร้างทางความคิดของเด็กได้พัฒนามาถึงขั้นสูงสุด เด็กจะเริ่มเข้าใจกฎเกณฑ์ทางสังคมได้ดีขึ้น สามารถเรียนรู้โดยใช้เหตุผลมาอธิบายและแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ เด็กรู้จักคิดตัดสินใจปัญหา มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น สนใจในสิ่งที่เป็นนามธรรม และสามารถเข้าใจสิ่ง ที่เป็นนามธรรมได้ดีขึ้น

จะเห็นได้ว่าทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) มีประโยชน์กับการแก้ปัญหา นอกจากนั้น สวีดเนอร์ นิชมค้ำ (2531: 424 - 425) กล่าวว่าสิ่งแวดล้อมเป็นตัวการสำคัญในการพัฒนาความคิด (การขยายกรอบโครงสร้างความรู้- ความคิดเดิม) ผู้สอนต้องจัดสิ่งแวดล้อมให้เด็กได้มีปฏิสัมพันธ์โดยตรง จึงจะเกิดการเรียนรู้ได้

1.3.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์

บรูเนอร์ (Bruner. 1965) เป็นนักจิตวิทยาที่สนใจและศึกษาเรื่องของการพัฒนาการทางสติปัญญาต่อเนื่องจากเพียเจต์ เชื่อว่า มนุษย์เลือกที่จะรับรู้สิ่งที่ตนสนใจ และการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (ทิสนา แชมมณี. 2544: 66-68) แนวคิดของบรูเนอร์เกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาคล้ายกับทฤษฎีของเพียเจต์ แต่บรูเนอร์เน้นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับพัฒนาการทางสติปัญญาซึ่งเพียเจต์มองข้ามสิ่งแวดล้อมไป บรูเนอร์ได้เสนอว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของคนโดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 Enactive Stage เป็นระยะการแก้ปัญหาด้วยการกระทำตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี ซึ่งตรงกับขั้น Sensorimotor Stage ของเพียเจต์ เป็นขั้นที่เด็กเรียนรู้ด้วยการกระทำหรือประสบการณ์มากที่สุด

ขั้นตอนที่ 2 Iconic Stage เป็นขั้นที่เด็กมีระยะการแก้ปัญหาด้วยการรับรู้ แต่ยังไม่รู้จักใช้เหตุผลซึ่งตรงกับขั้น Concrete Operational Stage ของเพียเจต์ เด็กวัยนี้เกี่ยวข้องกับความเป็นจริงมากขึ้นจะเกิดความคิดจากการรับรู้ เป็นส่วนใหญ่ และภาพแทนในใจ อาจจะมีจินตนาการบ้างแต่ไม่ลึกซึ้ง

ขั้นตอนที่ 3 Symbolic Stage เป็นขั้นพัฒนาการสูงสุดทางด้านความรู้และความเข้าใจ เปรียบได้กับขั้นระยะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลกับสิ่ง ที่เป็นนามธรรม (Formal Operational Stage) เด็กสามารถถ่ายทอดประสบการณ์โดยการใช้สัญลักษณ์หรือภาพ สามารถคิดหาเหตุผลและเข้าใจสิ่ง ที่เป็นนามธรรม ตลอดจนสามารถคิดแก้ไขปัญหาได้

จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา สามารถสรุปได้ว่านักเรียนในช่วงขั้นที่ 3 อายุ ระหว่าง 11 - 15 ปีขึ้นไป ซึ่งเป็นช่วงอายุของกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ มีความสามารถในการคิดเชิงนามธรรม ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์และสอดคล้องกับขั้น Symbolic Stage ของทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ ซึ่งนักเรียนสามารถคิดตัดสินใจปัญหาที่มีจินตนาการสร้างสรรค์ มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่ง ต่างๆ ที่เป็นนามธรรม สามารถคิดหาเหตุผลและทางเลือกที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา โดยงานวิจัย ครั้งนี้ได้ทดลองใช้กับนักเรียนที่อยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นช่วงที่ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดหาเหตุผล สามารถเรียนรู้สิ่งที่เป็นนามธรรมและสามารถคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อนได้

1.4 ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์

ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ เป็นวิธีการที่ทำให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาการศึกษา ขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้น มีผู้นเสนอแนวความคิดการแก้ปัญหาไว้หลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยขอเสนอแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ตามแนวคิดนักฟิสิกส์ศึกษา ดังนี้

ราคินต์และบรากเกต (Larkin; & Brackett. 1976: 212-217) ได้เสนอกฤษฎีในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ไว้ 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 อธิบายปัญหา (Description) เป็นขั้นทำความเข้าใจกับปัญหาและหาสิ่งที่ เป็นปัญหาจริงๆ ซึ่งโจทย์ต้องการคำตอบซึ่งคำตอบอาจทำให้เราเกิดความสับสนได้ ดังนั้น เราต้องพยายาม แปลความหมายโจทย์ออกมาให้อยู่ในรูปของสัญลักษณ์

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผน (Planning) เป็นขั้นที่ทำการเลือกหลักการที่เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์โจทย์ปัญหา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบ (Checking) เป็นขั้นการตรวจคำตอบที่ได้ว่ามีความถูกต้อง เหมาะสมกับสถานการณ์โจทย์

เฮสเทนต์ (Hestenes. 1987: 440-454) ได้พัฒนาทฤษฎีในการแก้ปัญหาสำหรับปัญหา ฟิสิกส์กลศาสตร์ โดยมีขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน

1. อธิบายปัญหา (Description) โดยในขั้นนี้มีส่วนประกอบของการอธิบายบรรยายบอก ลักษณะที่สำคัญในการหาโจทย์อยู่ 3 ประการ คือ การบรรยายออกมาในรูปของวัตถุที่แทนตัวโจทย์ ปัญหา บรรยายลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุ และเขียนอันตรกิริยาที่กระทำต่อกันรวมไปถึงการเขียน แผนภาพวัตถุอิสระ(Free Body Diagram)

2. วางแผนกำหนดสูตรที่ใช้ (Formulation) เป็นขั้นที่เกี่ยวกับการนำสูตรต่าง ๆ ทาง ฟิสิกส์มาใช้ รวมถึงการกำหนดสมการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ อาทิเช่น สมการการ เคลื่อนที่แนวตรง สมการโมเมนตัมและการชน เพื่อที่จะได้ทำการหาคำตอบ

3. การหาผลลัพธ์ (Ramification) เป็นขั้นถัดมาที่ทำการใช้สูตรทางฟิสิกส์เพื่อหาคำตอบ ออกมา

4. การตรวจสอบ(Validation) เป็นการประเมินตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความเป็นไปได้ สมเหตุสมผลหรือไม่

ซาเวดและวิลเลียม (Savage; & Williams. 1990: 36) กล่าวถึงลำดับขั้นตอนของการ แก้ปัญหาทางฟิสิกส์โดยการสร้างรูปแบบการแก้ปัญหา ที่มีการใช้ปัญหาที่สามารถพบเห็นได้ใน ชีวิตประจำวันโดยรูปแบบการปัญหานี้ออกแบบมาเพื่อแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ที่ใช้ในฟิสิกส์หัวข้อ กลศาสตร์ และ จลน์ศาสตร์ โดยลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. เตรียมวิธีการแก้ปัญหา
2. วิเคราะห์ปัญหา
3. การแปลความและยืนยันการใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

เชอคูรี (Chekuri. 1996: 45-51) ได้พัฒนากลยุทธ์ในการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ ไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับปัญหา (Understanding the Problem) ในขั้นทำความเข้าใจกับปัญหาว่าโจทย์ให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง มีเงื่อนไขอะไรบ้าง สิ่ง ที่โจทย์ถามหา สิ่ง ที่โจทย์กำหนดมา

2. สร้างและวางแผนแก้ปัญหา(Reconstructing and Planning) เป็นขั้นในการสร้างภาพแทนปัญหาโจทย์ และเขียนองค์ประกอบทางฟิสิกส์ที่จำเป็น เช่น ตัวแปร ทิศทางของการเคลื่อนที่ของวัตถุแผนภาพองค์ประกอบของแรง และวางแผนในการแก้ปัญหาโดยอยู่บนฐานของหลักการของฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง

3. จำแนกวิธีการที่หลากหลาย (Identifying Multiple Methods) เป็นขั้นตอนในการระบุกฎเกณฑ์ หลักการ สูตรต่างๆที่มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ เช่น กฎการอนุรักษ์พลังงาน กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม เป็นต้น

4. คัดเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด(Selecting the Best Method and Solving) เป็นขั้นตอนที่เลือกสมการที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ทำการระบุสมการที่นำมาใช้และทำการแก้สมการเพื่อหาคำตอบ

5. ตรวจสอบคำตอบ (Checking the Results) เป็นขั้นของการตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบ โดยอาจจะนำเทคนิคการตรวจสอบหน่วยของปริมาณทางฟิสิกส์ การวิเคราะห์มิติ

6. การอธิบายคำตอบ เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญที่เป็นการให้ความหมายของคำตอบที่เกิดจากการคำนวณออกมาในรูปของการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางฟิสิกส์

บิวซิการ์ (Burciaga. 2002: 17-18) ได้เสนอแนะยุทธวิธีสำหรับการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ไว้ 4 ขั้นตอน

1. แปลปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจโดยใช้การวิเคราะห์โจทย์
2. ตรวจสอบความรู้ทางฟิสิกส์ที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ
3. ประยุกต์ใช้เพื่อการแก้ปัญหา
4. ตรวจสอบคำตอบที่ได้

ดิงค์และฮาร์แคมป์ (Ding; & Harskamp. 2007: 331-343) กล่าวถึงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนอ่านปัญหาโจทย์ ตีความว่าสิ่งใดบ้างรู้ สิ่งใดบ้างที่ไม่รู้ของปัญหา และกำหนดวิธีการ หลักการ ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาและมีประโยชน์สำหรับในการแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนสามารถวาดแผนภาพประกอบในการแก้ปัญหา เช่น แผนภาพแสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ขั้นตอนที่ 2 ประมวลผลความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนแปลความจากสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ ไปสู่การอธิบายด้วยวิธีการสร้างไดอะแกรม โดยในไดอะแกรมผู้เรียนสามารถกำหนดตัวแปรและปริมาณต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ และเขียนสูตรทางพีสิกส์ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาและสามารถนำมาช่วยในการแก้ปัญหาได้ การเลือกใช้สูตรต่างๆอาจเกิดจากการอธิบายในกลุ่มผู้เรียนในการเลือกตัดสินใจได้

ขั้นตอนที่ 3 วางแผนในการแก้ปัญหา หลักจากที่นักเรียนมีคำอธิบาย วิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา แล้วนักเรียนทุกคนจะต้องวางแผนในการแก้ปัญหา โดยแผนนี้ควรจะเกี่ยวข้องกับขั้นตอนในสมการและการประมาณค่าอย่างคร่าวๆของผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นหลังจากนั้นนักเรียนแลกเปลี่ยนพูดคุยในแผนที่วางไว้ เปรียบเทียบแผนในการแก้ปัญหาร่วมกัน ซึ่งการเปรียบเทียบการวางแผนการแก้ปัญหาก็จะทำให้นักเรียนทราบว่า มีวิธีการแก้ปัญหาเดียวกันนั้น ได้หลากหลายวิธี

ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่นักเรียนปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยการคำนวณตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2 จนกระทั่งได้คำตอบ

ขั้นตอนที่ 5 การตรวจสอบคำตอบ เป็นขั้นตอนตรวจสอบผลลัพธ์ของคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ โดยคำตอบของนักเรียนที่ได้อาจจะตรงกันหรือแตกต่างกันได้ ถ้าคำตอบตรงกัน ก็จะมีการให้นักเรียนอธิบายและตรวจสอบ ว่าวิธีการได้มาของคำตอบนั้น ถูกต้อง แต่ถ้าหากคำตอบที่ได้ของนักเรียนมีความแตกต่างกัน ก็ควรจะตรวจสอบว่าวิธีการใดถูกต้องและสมบูรณ์

โรจาร์ (Rojas. 2010: 22-28) กล่าวถึงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจกับปัญหา ในขั้นตอนนี้จะเป็นการพิจารณาสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคำถามหรือปัญหา ว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่ไม่ทราบค่าและโจทย์ต้องการรู้ ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องใช้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์ปัญหาและคาดคะเนคำตอบพิจารณาแยกปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย แล้วคิดอย่างเป็นระบบ โดยนำความรู้ความเข้าใจ ข้อมูลและประสบการณ์เดิมที่เคยศึกษามาแล้วมาคิดแก้ปัญหา คาดคะเนคำตอบ

ขั้นตอนที่ 2 จัดเตรียมปริมาณที่ใช้ในการอธิบายปัญหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องคิดและเขียนในส่วนของกฎ หลักการ แนวคิดหรือสูตรต่างๆที่เกี่ยวข้องที่สามารถจะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือสร้างกรอบแนวความคิด แผนภาพ ไดอะแกรมลงไปเพื่อที่นักเรียนจะสามารถอธิบายและสามารถวิเคราะห์ปัญหาในทางพีสิกส์

ขั้นตอนที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา ในขั้นตอนในการวางแผนแก้ปัญหาเกี่ยวข้องกับการพิจารณาว่าปัญหากับสิ่ง ที่โจทย์ต้องการหาเกี่ยวข้อง สัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร นักเรียนจะต้องวางแผน กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา หรือหลาย ๆ ยุทธวิธีร่วมกันเพื่อเตรียมนำมาใช้ในการแก้ปัญหา อาจจะกำหนดแผนไว้หลายแผน หากแผนใดไม่ประสบความสำเร็จก็จะสามารถใช้แผนอื่นมาทดแทนได้ เช่นการนำสมการที่เกี่ยวข้องมาใช้ และคิดพิจารณาว่าสมการนั้น จะสามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องหรือไม่

ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่ได้กำหนดไว้ เพื่อให้ได้คำตอบหรือแก้ปัญหาให้ได้ตามแผน

ขั้นตอนที่ 5 พิสูจน์ความสอดคล้องของสมการ เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนพิสูจน์ตรวจสอบสมการที่เกี่ยวข้องจากการคำนวณว่ามีความถูกต้องหรือผิดพลาดในส่วนใดบ้างและถ้าตรวจสอบแล้วไม่พบข้อผิดพลาดนักเรียนก็สามารถจะประเมินคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 6 ตรวจสอบและประเมินคำตอบ หลังจากตรวจพิสูจน์ความสอดคล้องของสมการ และได้มาเป็นผลลัพธ์นักเรียนทำการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้รับว่าสอดคล้องตรงตามโจทย์ต้องการหรือไม่ และจากผลลัพธ์นำไปสู่คำตอบอย่างสมเหตุสมผลเพียงใดหรือไม่ และส่งเสริมให้นักเรียนลองหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่แตกต่างในการแก้ปัญหาเดิมเพื่อเพิ่มความเข้าใจที่ดียิ่งขึ้น

จากแนวความคิดการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจกับปัญหา

ขั้นที่ 2 จัดเตรียมหลักการ

ขั้นที่ 3 การหาผลลัพธ์

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบคำตอบ

โดยจะใช้เป็นแนวทางในการกำหนดและออกแบบพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นแนวทฤษฎีที่นำทฤษฎีจิตวิทยาและปรัชญาการศึกษาที่หลากหลายมาปรับประยุกต์โดยมีเป้าหมายที่จะอธิบายและค้นหาว่ามนุษย์เกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้ได้อย่างไร ทฤษฎีนี้มีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ (สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. 2542: 332) โดยทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองมีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) ที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่รับมาจากการได้รับประสบการณ์ตรงผ่านการลงมือปฏิบัติโดยผู้เรียนจะมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทาง

ปัญญา(Cognitive Structure) จากภาวะความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) ซึ่งเป็นภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ที่ผู้เรียนได้รับนั้น เกิดความไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมที่นักเรียนมีอยู่ ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา(Cognitive Conflict) ซึ่งก่อให้เกิดแรงกระตุ้นทำให้ผู้เรียนจะพยายามค้นหาคำตอบโดยนำแนวคิด ทฤษฎี จากประสบการณ์เดิมของตน มาสร้างสมมติฐานเพื่อดำเนินการทดลอง หาคำตอบด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งเมื่อหลังจากค้นพบคำตอบแล้ว ประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับจะทำให้ผู้เรียนจะเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) ให้กลับสู่ภาวะสมดุล (Equilibrium) และถ้าประสบการณ์ใหม่นั้นตรงกันกับประสบการณ์เดิม ข้อมูลนั้น ก็จะมีการดูดซึม (Assimilation) เข้าสู่ความเข้าใจใหม่แก่ผู้เรียน (Llewellyn. 2001: 31; ทิศนา แคมมณี. 2553: 90-94) ซึ่งเซลเลย์ (Selley. 1999: 3-6) ได้อธิบายในทานองเดียวกันว่า การสร้างความรู้ของผู้เรียนเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียนโดยจะมีการตีความสิ่งที่รับรู้ใหม่ตามประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล หรืออาจสร้างความรู้จากประสบการณ์ตรงที่ได้รับการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง หรือจากการสื่อสารกับผู้อื่น

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาและนักจิตวิทยาต่างๆเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองแตกต่างกัน ดังนี้

บรูคส์และบรูคส์ (Brooks; & Brooks. 1993 : Vii) กล่าวถึงความรู้และการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ สามารถสรุปได้ว่า ความรู้เป็นสิ่งชั่วคราวที่ถูกสร้างขึ้นโดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม ไม่มีความเป็นปรนัย ส่วนการเรียนรู้เป็นกระบวนการกำกับตนเองที่บุคคลใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากความขัดแย้งทางความคิด โดยใช้ประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม การสนทนาในขณะทำงานและการสะท้อนความคิดเห็นให้แกกันและกัน นอกจากนี้เซลเลย์ (Selley. 1999: 3-6) ได้อธิบายเกี่ยวกับการสร้างความรู้ของบุคคล สรุปได้ว่า ความรู้ไม่ใช่สิ่งที่อยู่ภายนอกตัวของบุคคล ความรู้ถูกสร้างขึ้นในขณะที่บุคคลพยายามให้ความหมายกับประสบการณ์ของตนเอง ความรู้เป็นข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากข้อมูลที่มีอยู่ในขณะนั้น ส่วนการเรียนรู้ ซาฮอร์ริค (Zahoric. 1995: 1112) มองว่าเป็นกระบวนการที่มุ่งหยุดนิ่ง การที่บุคคลได้รับประสบการณ์ใหม่ ๆ อยู่ตลอดเวลา ทำให้ความรู้ของบุคคลเปลี่ยนแปลงไป การเปลี่ยนแปลงความรู้ของบุคคลเกิดจากกระบวนการที่สำคัญ 2 อย่าง คือ กระบวนการดูดซับ (Assimilation) และการปรับให้เหมาะสม (Accommodation) กระบวนการดูดซับเกิดขึ้นเมื่อสิ่งที่คุณรับรู้ใหม่ที่มีโครงสร้างสอดคล้องกับโครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่ กระบวนการปรับให้เหมาะสมเกิดขึ้นเมื่อสิ่งที่คุณรับรู้ใหม่มีโครงสร้างแตกต่างจากโครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่ ทำให้มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างความรู้เดิมให้เหมาะสมกับโครงสร้างความรู้ที่รับเข้ามาใหม่ จากแนวคิดของนักศึกษาดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าความรู้เป็นสิ่ง ที่มีอยู่ในตัวบุคคล บุคคลสร้างความรู้หรือความหมายของสิ่งที่รับรู้ขึ้นมาด้วยตนเองโดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม ในขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว ความรู้จึงมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละคน ส่วนการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่บุคคลสร้างความหมายหรือความเข้าใจ

เกี่ยวกับสิ่งที่รับรู้ใหม่และแตกต่างกันตามประสบการณ์ นักการศึกษาและนักจิตวิทยาในกลุ่มสรรคนิยมถึงแม้จะมีความเห็นแตกต่างกัน เนื่องจากอาจมีรากฐานมาจากแนวคิดของเพียเจต์ (Piaget. 1972) ซึ่งเน้นเรื่องการใช้สติปัญญาของผู้เรียนเอง (Cognitive Constructivism) หรือแนวคิดของ ไว กอตสกี (Vygotsky. 1962) ซึ่งเน้นการมีปฏิสัมพันธ์ของกลุ่มผู้เรียน (Social Constructivism) แต่ก็มี ความเห็นร่วมกันในประเด็นการสร้างความรู้ของผู้เรียน (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2552: 210-211) โดยมี หลักร่วมกันกล่าวคือ (1) ผู้เรียนสร้างความเข้าใจในสิ่งที่ เรียนรู้ด้วยตนเอง (2) การเรียนรู้สิ่งใหม่ขึ้น อยู่กับความรู้เดิมและความเข้าใจที่มีอยู่ในปัจจุบัน (3) การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีความสำคัญต่อการ เรียนรู้มากและ (4) การจัดสิ่งแวดล้อม กิจกรรมที่คล้ายคลึงกับสภาพในชีวิตจริงทำให้ผู้เรียนเกิดการ เรียนรู้ที่มีความหมาย ในแวดวงการศึกษา นั้น นักการศึกษาหลายท่านได้นำแนวคิดการเรียนรู้ตาม แนวสรรคนิยมไปใช้อย่างแพร่หลายโดยเฉพาะทางด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Murphy.1997: 912) และจากการศึกษา พบว่านักศึกษานำแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ตาม แนวคิดสรรคนิยมไปใช้ในประเด็นที่สำคัญ สรุปได้ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสรรคนิยมเน้นให้นักเรียนมีการตรวจสอบความหมาย ที่นักเรียนสร้างขึ้นในขณะที่ผู้สอนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ถ้าพบนักเรียนมีโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผู้สอนในฐานะผู้อำนวยความสะดวก(Facilitator) ในการเรียนของนักเรียนจะต้องจัดกิจกรรมที่ทำให้ นักเรียนมีโอกาสได้พิจารณาและตรวจสอบโมทัศน์ของตนเองอีกครั้ง ครูอาจจะต้องจัดกิจกรรมใน ลักษณะเดียวกันนี้หลายครั้ง จึงจะแก้ไขโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ สอดคล้องกับแนวคิด ของออสบอร์น เบลและกิลเบิร์ต(Osborne; Bell; & Gilbert. 1983: 489-508) ที่สรุปได้ว่า นักเรียน ต้องรับผิดชอบในการตรวจสอบความรู้ที่ตนเองสร้างขึ้นว่าคลาดเคลื่อนจากความรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญใน สาขานั้น ๆ ยอมรับอย่างไร

2. การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคม ดังเช่น เคอร์รี่ (Curry. 2003) กล่าวถึงไว้ว่า การ เรียนรู้เป็นความร่วมมือร่วมใจระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับบุคคลที่ แวดล้อมผู้เรียนเกี่ยวกับความหมายที่สร้างขึ้น

3. การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนแก้ปัญหาหรือสืบสอบเพื่อลดความขัดแย้งทาง ความคิดของตนเอง นักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายถึงการเรียนรู้ ดังเช่น ซอนเดอร์ (Saunders 1992: 59-61) ที่ได้เสนอแนะแนวทางการจัดการเรียนการสอนไว้สรุปได้ว่า ควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ ลงมือปฏิบัติและทำการสืบสอบด้วยตนเอง เครื่องมือสำคัญ ที่ผู้เรียนนำมาใช้ในการสืบสอบ คือทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดระดับสูง ดังที่ วรรณทิพา รอดแรงคำ (2541: 51) ได้ แสดงความคิดเห็นกับเรื่องนี้ไว้ สรุปได้ว่า การเรียนแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง นักเรียน จะได้รับประสบการณ์ในการตั้งสมมติฐาน การทำนาย การจัดกระทำกับวัสดุอุปกรณ์ การแสวงหา คำตอบ การนำเสนอปัญหา การสืบเสาะหาความรู้ การคิดประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ นักเรียนอาจจะเรียน ด้วยวิธีการสอน ที่เรียกว่า วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) ที่ต้องอาศัยกระบวนการสำรวจการ

นำเสนอโมโนทัศน์และการนำความรู้ไปใช้และสามารถอธิบายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมโนทัศน์เหล่านั้น

4. การเรียนรู้ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียน มาร์ติน (Matrin. 1994: 11-30) กล่าวถึงในประเด็นนี้ไว้ สรุปได้ว่าความรู้ที่ติดมากับนักเรียนจะมีอิทธิพลต่อการที่นักเรียนจะเลือกเรียนอะไรและใช้วิธีการเรียนรู้อย่างไร การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้จึงเน้นความสำคัญเกี่ยวกับความรู้เดิมของนักเรียน ดังที่ไคโรเวอร์และโอล์ดแฮม (Driver; & Oldham . 1986: 105-122) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนสอนที่เริ่มจากการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนที่จะให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใหม่

จากแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองไปใช้ในความหมายตามที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองของผู้เรียน โดยผู้เรียนจะอาศัยประสบการณ์เดิมและแรงจูงใจภายในตนเองเป็นจุดเริ่มต้นในการเรียนรู้การสร้างความรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในบุคคล ความรู้อาจได้มาจกประสบการณ์ตรงของตนเองและบางเรื่องได้มาจากการแลกเปลี่ยนกับผู้อื่นเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการสร้างความด้วยตนเอง เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นเสาะหา สืบเสาะตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีต่างๆจนทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้อย่างมีความหมาย จึงจะเป็นองค์ความรู้ของผู้เรียนเองได้ โดยการเรียนรู้นั้น เกี่ยวข้องกับพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน ดังนั้น ประสบการณ์เดิมเป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนรู้เพื่อที่จะใช้ในการสร้างความรู้ใหม่ อีกทั้ง สภาพแวดล้อมหรือบริบทของการเรียนรู้ก็เป็นสิ่ง สำคัญของการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอนำเสนองานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ ดังต่อไปนี้

งานวิจัยในประเทศ

พนารัตน์ วัดไทยสง (2544: 48) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะและหาความรู้และการแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยา ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้น การแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 โดยการเน้นการแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยาที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องโลก ดวงดาวและอวกาศ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 นอกจากนี้ ออร์พินท์ ชื่นชอบ (2549) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ก่อนและหลังเรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยาสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

งานวิจัย ในต่างประเทศ

เต๋า(Tao. 1999: 365-368) ได้ทำการศึกษาวิจัยการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ระหว่าง Peer Collaborative แบบคู่ (Dyads) เปรียบเทียบกับเดี่ยว (Individual) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษา 12 โดยความสามารถของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกัน แบบทดสอบที่ใช้เป็นปัญหาฟิสิกส์เชิงคุณภาพ ผลการวิจัย พบว่า Dyads มีความสามารถในการแก้ปัญหาบางข้อได้ดีกว่า individual นอกจากนั้น การศึกษายังพบอีกว่า ความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความสามารถ ของนักเรียนมากนักหากแต่ขึ้นอยู่กับวิธีการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องและยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา

วิลเลียมส์ (Williams. 2003 : 185-187) ได้ศึกษาถึงการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาว่าสามารถช่วยส่งเสริมการทำงานแก้ปัญหาได้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่กำลังเริ่มต้นเรียนฟิสิกส์จำนวน 42 คน แบ่งกลุ่มทดลอง 22 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การเขียนตามขั้นตอนของกระบวนการการแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้การแก้ปัญหาตามขั้นตอนแต่ไม่ต้องฝึกเขียน มีการทดสอบทั้งก่อนและหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองสามารถทำงานแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม การเขียนตามขั้นตอนกระบวนการการแก้ปัญหาช่วยให้นักเรียนในกลุ่มทดลองเรียนรู้การใช้ขั้นตอนตามกระบวนการการแก้ปัญหาได้เร็วกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม และนักเรียนจำนวน 80% บอกว่ากิจกรรมการเขียนจะช่วยให้เขาเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีขึ้นได้

โพล (Pol. 2005: 466) ได้ทำการศึกษาผลของการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์โดยสร้างแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ในหัวข้อเรื่องแรง (Force) และพัฒนาโปรแกรมการสอนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ที่เรียกว่า Program Nat Hint ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนมัธยมศึกษา 10 ซึ่งในการศึกษาได้ดำเนินการโดยได้

แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งในกลุ่มทดลอง ($n = 11$) ใช้หนังสือเรียนและโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และกลุ่มควบคุม ($n = 25$) ใช้ในหนังสือเรียนเรียนเพียงอย่างเดียว ผลการศึกษาวิจัย พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองที่ใช้หนังสือเรียนร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าในกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้เพียงหนังสือแบบเรียนเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญ

ไกเกอร์และคนอื่นๆ (Gaigher; et.al. 2007: 1106-1108) ทำการศึกษาผลของโครงสร้าง กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและความเข้าใจโมทัศน์ในวิชาฟิสิกส์ กับนักเรียนจำนวน 189 คน ใน 16 โรงเรียนของประเทศแอฟริกาใต้ โดยในงานวิจัยนี้เน้นที่จะพัฒนาความเข้าใจโมทัศน์โดยมีการใช้แผนภาพคำตอบ (Solution map) ในการประเมินความเข้าใจโมทัศน์ของนักเรียนจาก การเขียนคำตอบในแบบทดสอบอัตโนมัติที่ใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ขั้นตอนการพัฒนาความเข้าใจโมทัศน์ได้อาศัยกรอบการคิดของ Greeno's Model ในการอธิบายถึงทักษะการแก้ปัญหาและการใช้เหตุผล จากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับโครงสร้างกลยุทธ์ในการแก้ปัญหามีผลต่อการทำให้เกิดความเข้าใจเชิงโมทัศน์และมีแนวโน้มการนำโมทัศน์มาใช้ในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และแสดงให้เห็นว่าการเรียนโดยใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนสามารถทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาระบวนการคิดในวิชาฟิสิกส์ได้

โกะ และไซเลย์ (Gök; & Silay. 2008: 15-16) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการสอนเทคนิคและแรงจูงใจในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยได้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนเกรด 10 ในประเทศตุรกี โดยในกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือและใช้เครื่องมือในการวิจัยเป็นแบบทดสอบและแบบสำรวจในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ และกลุ่มควบคุมดำเนินการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาฟิสิกส์ในกลุ่มทดลองที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และยังพบว่าการเรียนแบบมีส่วนร่วมมีประสิทธิภาพกว่าการเรียนแบบปกติ

เซลคูร์และคณะ (Selcuk; et al. 2008: 1089-1110) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนสาขาการศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 37 คนกลุ่มทดลองจะได้รับการเสริมกระบวนการแก้ปัญหามาตามเทคนิคของโพลยา ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และแบบประเมินทักษะการดำเนินการในการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ ความเข้าใจปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาและการตรวจสอบผลลัพธ์ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและทักษะในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอนหลังได้รับการสอนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามขั้นตอนของกระบวนการวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. แบบแผนการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างเครื่องมือวิจัย
5. วิธีดำเนินการวิจัย และการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Pre-Experimental Design) ดำเนินการทดลองแบบกลุ่มที่ศึกษาเพียงกลุ่มเดียว และมีการทดสอบก่อนการทดลองและหลังการทดลอง (One Group Pretest – Posttest Design) ซึ่งมีลักษณะการทดลองดังนี้

ตารางที่ 3.1 แผนการวิจัย แบบ Pre-Experimental Design

แบบ One Group Pretest – Posttest Design

	Pretest	Treatment	Posttest
	T1	X	T2

โดยที่ T1 คือ การสอบก่อนที่จะจัดกระทำการทดลอง

X คือ การจัดกระทำ (Treatment)

T2 คือ การสอบหลังจากกระทำการทดลอง

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเพื่อพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นนักเรียนโรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม โดยการสุ่มแบบเจาะจง ได้นักเรียนลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ เพิ่มเติม 2 จำนวน 103 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้เครื่องมือต่างๆ ในการวิจัยดังนี้

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการใช้แบบฝึกทักษะ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.2 แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน

4. การสร้างเครื่องมือวิจัย

4.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการใช้แบบฝึกทักษะ เรื่อง โมเมนตัมและการชนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การจัดการทำแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1.1 วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา เพื่อประโยชน์ในการกำหนดหน่วยการเรียนรู้และรายละเอียดของแต่ละหัวข้อของแผนการจัดการเรียนรู้

4.1.2 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวบ่งชี้ และผลการเรียนรู้ เพื่อนำมาเขียนเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้ครอบคลุมพฤติกรรมทั้งด้านความรู้ ทักษะ / กระบวนการ เจตคติและค่านิยม

4.1.3 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ โดยเลือกและขยายสาระที่เรียนรู้ให้สอดคล้องกับผู้เรียน ชุมชน และท้องถิ่น รวมทั้งวิทยาการและเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่จะประโยชน์ต่อผู้เรียน

4.1.4 วิเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ (กิจกรรมการเรียนรู้)

4.1.5 วิเคราะห์กระบวนการประเมินผล โดยเลือกใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

4.1.6 วิเคราะห์แหล่งการเรียนรู้ โดยคัดเลือกสื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ ทั้งในและนอกห้องเรียนให้เหมาะสมสอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ ในที่นี้คือสื่อสังคมที่พัฒนาตามแนวโซเซียลคอนสตรัคติวิสต์

4.1.7 กำหนดหน่วยการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้ผลการเรียนรู้ ในคำอธิบายรายวิชา เขียนแผนการเรียนรู้ ซึ่งในแต่ละกิจกรรมประกอบด้วย

4.1.7.1 สารสำคัญ

4.1.7.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1.7.3 สารการเรียนรู้

4.1.7.4 กิจกรรมการเรียนรู้

4.1.7.5 สื่อ / อุปกรณ์ / แหล่งการเรียนรู้

4.1.7.6 การวัดและประเมินผล

4.1.8 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 16 ชั่วโมง เรื่อง โมเมนตัมและการชน

4.1.9 นำเสนอก่อนการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ต่อฝ่ายวิชาการของโรงเรียนผ่านหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และผู้ที่ได้รับมอบหมาย

4.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

4.2 การสร้างแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งประกอบด้วยกำหนดยุทธศาสตร์ต่างๆ ที่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนฝึกทักษะการแก้ปัญหามาตามแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจกับปัญหา

ขั้นที่ 2 จัดเตรียมหลักการ

ขั้นที่ 3 การหาผลลัพธ์

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบคำตอบ

ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจกับปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนอ่านปัญหาโจทย์ ตีความว่า พิจารณาสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคำถามหรือปัญหา ว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่ไม่ทราบค่าและโจทย์ต้องการรู้ และกำหนดวิธีการหลักการ ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหามีประโยชน์สำหรับการแก้ปัญห ในขั้นตอนนี้ นักเรียนสามารถวาดแผนภาพประกอบในการแก้ปัญห เช่น แผนภาพ Free body diagram

ขั้นที่ 2 จัดเตรียมหลักการ เป็นการจัดเตรียมปริมาณที่ใช้ในการอธิบายปัญหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องคิดและเขียนในส่วนของกฎ หลักการ แนวคิดหรือสูตรต่างๆที่เกี่ยวข้องทั้งหลักการทาง

ฟิสิกส์ และคณิตศาสตร์ ที่สามารถจะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือการกำหนดตัวแปรและปริมาณต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ และเขียนสูตรทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาและสามารถนำมาช่วยในการแก้ปัญหา เช่นกฎการอนุรักษ์พลังงาน กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม ฯลฯ

ขั้นที่ 3 การหาผลลัพธ์ คือ การแทนค่าเพื่อการแก้โจทย์ปัญหาเป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนพิสูจน์ตรวจสอบสมการที่เกี่ยวข้องจากการคำนวณว่ามีความถูกต้องหรือผิดพลาดในส่วนใดบ้างและถ้าตรวจสอบแล้วไม่พบข้อผิดพลาดนักเรียนก็สามารถจะประเมินคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบคำตอบ หลังจากตรวจพิสูจน์ความสอดคล้องของสมการและได้มาเป็นผลลัพธ์นักเรียนทำการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้รับว่าสอดคล้องตรงตามโจทย์ต้องการหรือไม่ และจากผลลัพธ์นำไปสู่คำตอบอย่างสมเหตุสมผลเพียงใดหรือไม่ และส่งเสริมให้นักเรียนลองหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่แตกต่างในการแก้ปัญหาเดิมเพื่อเพิ่มความเข้าใจที่ดียิ่งขึ้น

4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนสำหรับการพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบดังนี้

4.3.1 กำหนดน้ำหนักและจำนวนข้อสอบ โดยนำผลการเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้ มาใช้ในการกำหนดน้ำหนักคะแนนเพื่อหาจำนวนข้อสอบโดยจัดทำในรูปของตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

4.3.2 กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ ผู้วิจัยเลือกสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) ชนิด 4 ตัวเลือก หลักในการคิดคะแนน คือ ผู้เรียนตอบถูก 1 ข้อ ได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด ได้ 0 คะแนน

4.3.3 เขียนแบบทดสอบ ผู้วิจัยดำเนินการเขียนแบบทดสอบตามผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ในการเขียนยึดหลักการเขียนแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ในขั้นนี้ ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบ จำนวน 20 ข้อ

4.3.4 การตรวจทานข้อสอบ โดยการนำข้อสอบที่เขียนไว้แล้วมาพิจารณาหรือทบทวนอีกครั้งโดยพิจารณาความถูกต้อง สามารถวัดผลการเรียนรู้ตามที่ต้องการหรือไม่ ภาษาที่ใช้มีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ ตัวถูก ตัวลวง เหมาะสมเข้าเกณฑ์หรือไม่ ทำการแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสมมากขึ้น

5. วิธีดำเนินงานวิจัย และการเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (Pre Experimental Research) แบบ การทดลองแบบกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest – Posttest Design) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน เทียบกับเกณฑ์ 60% ภายหลังจากใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนในระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 มีรายละเอียดในการดำเนินงานดังนี้

5.1 ก่อนการเรียนการสอน (ขั้นแนะนำ) เป็นขั้นที่นักเรียนรับรู้ถึงวัตถุประสงค์ของ การจัดการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อน เริ่มการเรียน รวมทั้งปฏิบัติกิจกรรมต่างๆที่เข้าร่วมกัน

5.2 การจัดการเรียนการสอน แบ่งเป็นขั้นตอน ดังนี้

5.2.1 สร้างความสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามจากเหตุการณ์ จากสถานการณ์ จากรูปภาพ หรือจากสิ่งๆที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นักเรียนสนใจ แล้วครูกับนักเรียนร่วมกันกำหนด ขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของประเด็นที่ต้องการศึกษาให้ชัดเจน

5.2.2 สำรวจและค้นหา ให้นักเรียนได้ร่วมกันวางแผนด้วยการ อภิปราย กำหนด แนวทางในการสำรวจตรวจสอบ ค้นหา คาคะเนคำตอบ กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ และลงมือ ปฏิบัติการสำรวจ ตรวจสอบ ค้นหา เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

5.2.3 อธิบายและลงข้อสรุป ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบ ค้นหา มาอภิปรายร่วมกัน แล้ววิเคราะห์ แปรผล สรุปผลเป็นความรู้ และนำเสนอ

5.2.4 ขยายความรู้ ให้นักเรียนร่วมกันนำความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้ เดิม โดยการทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้ให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และนำสิ่งที่เชื่อมโยงแล้วไปอธิบายหรือยกตัวอย่างสถานการณ์หรือปรากฏการณ์อื่นๆ หรือการนำไป ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

5.2.5 ประเมินผล ให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของ ตนเองด้วยการวิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน

5.3 หลังการเรียน ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

5.4 ขั้นวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

5.4.1 เมื่อศึกษากิจกรรมต่างๆ ตามขั้นตอนแต่ละเนื้อหาเรียบร้อยแล้ว นำผลของ การทดสอบมาวิเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์ 60%

5.4.2 สรุปผลการศึกษา การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการศึกษา

การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มประชากรที่ทำแบบทดสอบ โดยการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และพัฒนาทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อเป็นการหาค่าประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นจากการเรียน และการทดสอบค่าที (t-test) เทียบกับเกณฑ์ 60%

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม มีวัตถุประสงค์ คือ

1) เพื่อพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชนกับเกณฑ์ 60 %

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 1 ผลการสร้างแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.1 ผลการสร้างแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยสถานการณ์ของการเคลื่อนที่ และการชนในรูปแบบต่างๆ โดยความเข้มของสถานการณ์กำหนดจากง่ายไปยาก ให้นักเรียนฝึกคิดตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจกับปัญหา

ขั้นที่ 2 จัดเตรียมหลักการ

ขั้นที่ 3 การหาผลลัพธ์

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบคำตอบ

แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 16 ชั่วโมง

โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีรายละเอียดดัง ต่อไปนี้

1.1.1 ก่อนการเรียนการสอน (ขั้นแนะนำ) เป็นขั้นที่นักเรียนรับรู้ถึงวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนเริ่มการเรียน รวมกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นสำหรับการดำเนินกิจกรรมต่างๆที่ต้องทำร่วมกัน ครูผู้สอนชี้แจงภาระงานของนักเรียนที่ต้องดำเนินการ ดำเนินการแบ่งกลุ่มผู้เรียน เป็นกลุ่มละ 5 - 6 คน โดยการสุ่มจับฉลาก

1.1.2 การจัดการเรียนการสอน แบ่งเป็นขั้นตอน ดังนี้

1.1.2.1 **ขั้นสร้างความสนใจ (engagement)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งครูจะกำหนดสถานการณ์ที่สอดคล้องกับบทเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย ในขั้นตอนนี้ครูจะมอบหมายภาระงาน และให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมประจำหน่วยการเรียนรู้

1.1.2.2 **ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration)** ให้นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้อิสระ โดยแบ่งหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม จัดเรียงลำดับการทำงาน บอกแนวทาง และอธิบายวิธีการหาคำตอบ โดยวิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม เช่นกิจกรรม ออกแบบร่มพุงไข่ หรือศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอ สำหรับการตอบคำถามประกอบกิจกรรม

1.1.2.3 **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)** ให้นักเรียนทุกกลุ่มนำข้อมูลข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ ของกลุ่มตนเองว่า ความรู้ที่ค้นคว้ามามีความเหมาะสม

1.1.2.4 **ขั้นขยายความรู้ (elaboration)** เป็นการเพิ่มเติมกิจกรรมจากข้อสรุปที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบ โดยที่นักเรียนจะต้องนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์จากสถานการณ์หรือปัญหาของกลุ่ม โดยทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.1.2.5 **ขั้นประเมิน (evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้ อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ขั้นตอนนี้จัดกิจกรรมให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความคิดและประสบการณ์ร่วมกัน และทำแบบทดสอบวัดผลหลังเรียน

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การทดลองเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดำเนินการโดยนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการเรียนเรื่อง โมเมนตัมและการชน จำนวน 103 คน และทำการ

เปรียบเทียบผลของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน และเทียบกับเกณฑ์ 60% ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน

ผลการทดสอบที่ได้จาก	จำนวนผู้เรียน	\bar{x}	SD	t
แบบทดสอบหลังเรียน	103	14.24	1.739	42.885**
แบบทดสอบก่อนเรียน	103	5.57	1.795	

** นัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากตารางที่ 4.1 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียน เท่ากับ 14.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.739 และ ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนเท่ากับ 5.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.795 และ เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเทียบกับก่อนเรียน โดยการทดสอบค่าที พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงว่า แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พัฒนาขึ้นช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น ดังรายละเอียดแสดงในภาคผนวก

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนกับเกณฑ์ 60%

การทดสอบ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	\bar{x}	SD	μ (60%)	t
หลังเรียน	103	20	14.24	1.739	12	11.158*

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ผลการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนอยู่ที่ 14.24 คิดเป็นร้อยละ 71.2

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยกึ่งทดลอง (Pre-Experimental Design) โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โมเมนตัมและการชนกับเกณฑ์ 60 % ซึ่งดำเนินการทดลองแบบกลุ่มที่ศึกษาเพียงกลุ่มเดียว และมีการทดสอบก่อนการทดลองและหลังการทดลอง (One Group Pretest – Posttest Design) โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม โดยการสุ่มแบบเจาะจง ได้นักเรียนลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ เพิ่มเติม 2 จำนวน 103 คน ซึ่งสามารถสรุปและอภิปรายผลได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการสร้างแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยสถานการณ์ของการเคลื่อนที่ และการชนในรูปแบบต่างๆ โดยความเข้มของสถานการณ์กำหนดจากง่ายไปยาก ให้นักเรียนฝึกคิดตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจกับปัญหา ขั้นที่ 2 จัดเตรียมหลักการ ขั้นที่ 3 การหาผลลัพธ์ และขั้นที่ 4 การ

ตรวจสอบคำตอบ โดยใช้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 16 ชั่วโมง

2. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดย ค่าเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียน (\bar{X} = 14.24 , SD = 1.739) สูงกว่าค่าเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียน (\bar{X} = 5.57, SD = 1.795) สรุปว่า แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพและทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนอยู่ที่ 14.24 คิดเป็นร้อยละ 71.2

อภิปรายผล

1. ผลการสร้างแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยสถานการณ์ของการเคลื่อนที่ และการชนแบบต่างๆ โดยความเข้มของสถานการณ์กำหนดจากง่ายไปยาก ให้นักเรียนฝึกคิดตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจกับปัญหา ขั้นที่ 2 จัดเตรียมหลักการ ขั้นที่ 3 การหาผลลัพธ์ และขั้นที่ 4 การตรวจสอบคำตอบ โดยใช้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เต๋า(Tao. 1999: 365-368) ได้ทำการศึกษาวิจัยการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ระหว่าง Peer Collaborative แบบคู่ (Dyads) เปรียบเทียบกับเดี่ยว (Individual) ผลการวิจัย พบว่า Dyads มีความสามารถในการแก้ปัญหาบางข้อได้ดีกว่า individual นอกจากนั้น การศึกษายังพบอีกว่า ความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความสามารถ ของนักเรียนมากนักหากแต่ขึ้นอยู่กับวิธีการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องและยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา อีกทั้ง วิลเลียมส์ (Williams. 2003 : 185-187) ได้ศึกษาถึงการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาว่า สามารถช่วยส่งเสริมการทำงานแก้ปัญหาได้ โดยจากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนจำนวน 75% มีความพอใจในกิจกรรมการเขียน และนักเรียนจำนวน 80% บอกว่ากิจกรรมการเขียนจะช่วยให้เขาเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีขึ้นได้ อีกทั้ง การศึกษาผลของการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์

โดยสร้างแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ในหัวข้อเรื่องแรง (Force) และพัฒนาโปรแกรมการสอนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ที่เรียกว่า Program Nat Hint ของโพล (Pol. 2005: 466) พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองที่ใช้หนังสือเรียนร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าในกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้เพียงหนังสือแบบเรียนเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาผลของโครงสร้าง กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและความเข้าใจแนวคิดในวิชาฟิสิกส์ กับนักเรียนจำนวน 189 คน ใน 16 โรงเรียนของประเทศแอฟริกาใต้ ของไกเซอร์และคนอื่นๆ (Gaigher; et.al. 2007: 1106-1108) ซึ่งงานวิจัยนี้เน้นที่จะพัฒนาความเข้าใจแนวคิดโดยมีการใช้แผนภาพคำตอบ (Solution map) ในการประเมินความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนจาก การเขียนคำตอบในแบบทดสอบอัตโนมัติที่ใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ขั้นตอนการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดได้อาศัยกรอบการคิดของ Greeno's Model ในการอธิบายถึงทักษะการแก้ปัญหาและการใช้เหตุผล จากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับโครงสร้างกลยุทธ์ในการแก้ปัญหามีผลต่อการทำให้เกิดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์และมีแนวโน้มการนำมโนทัศน์มาใช้ในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ และแสดงให้เห็นว่าการเรียนโดยใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนสามารถทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาระบวนการคิดในวิชาฟิสิกส์ได้ และจากงานวิจัยของโกะ และไซเลย์ (Gök; & Silay. 2008: 15-16) ทำการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการสอนเทคนิคและแรงจูงใจในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยได้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนเกรด 10 ในประเทศตุรกี โดยในกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือและใช้เครื่องมือในการวิจัยเป็นแบบทดสอบและแบบสำรวจในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ และกลุ่มควบคุมดำเนินการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาฟิสิกส์ในกลุ่มทดลองที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดย ค่าเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียน (\bar{X} = 14.24 , SD = 1.739) สูงกว่าค่าเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียน (\bar{X} = 5.57, SD = 1.795) และสอดคล้องกับสมมติฐานที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 60% แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพและทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของพนารัตน์ วัดไทยสง (2544: 48) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะและหาความรู้และการแก้โจทย์ตามเทคนิคของโพลยา ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้น การแก้โจทย์ตามเทคนิคของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 อีกทั้งยังพบว่า

การศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ อรพินท์ ชื่นชอบ (2549) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยาสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ เซลคูก์และคณะ (Selcuk.; et al. 2008: 1089–1110) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนสาขาการศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 37 คน กลุ่มทดลองจะได้รับการเสริมกระบวนการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและแบบประเมินทักษะการดำเนินการในการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ ความเข้าใจปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาและการตรวจสอบผลลัพธ์ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและทักษะในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอนหลังได้รับการสอนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

- 1.1 ครูผู้สอนควรวางแผนและเตรียมการ รวมทั้งเทคนิคต่างๆ ที่ส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนรู้
- 1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูผู้สอนต้องพิจารณาความรู้เดิมของนักเรียน เพราะเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้
- 1.3 ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น แสดงความรู้สึกและการตั้งคำถามอย่างสม่ำเสมอ เพราะจะทำให้ทราบถึงความรู้ และความเข้าใจของนักเรียน
- 1.4 การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ให้แก่ นักเรียนครูผู้สอนควรคำนึงถึงการให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในเวลาที่กำหนดไว้ อย่างสม่ำเสมอและควรเลือกใช้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับกิจกรรมการเรียนการสอน หรือปัญหาที่พบได้ในชีวิตประจำวัน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรพัฒนาแบบฝึกทักษะที่เน้นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ให้ครอบคลุมทั้งระดับในรายวิชา เพื่อให้ก่อให้เกิดความต่อเนื่องและเกิดกระบวนการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงในรายวิชาฟิสิกส์

2.2 ข้อค้นพบประการหนึ่งจากการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนบางคนไม่สามารถตรวจสอบคำตอบได้เท่าที่ควร พิจารณาได้จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในด้านความสามารถในการตรวจสอบคำตอบของนักเรียนจากแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ผู้สอนควรมีการสร้างความตระหนักให้นักเรียนได้เห็นถึงความสำคัญของขั้นตอนนี้ เพื่อนำไปสู่การหาแนวทางช่วยเหลือนักเรียนต่อไป

2.3 ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นๆ ที่นอกเหนือจากผลสัมฤทธิ์ เช่น มโนทัศน์ฟิสิกส์ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์และความคงทนในการเรียนรู้

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551. กรุงเทพฯ:
กระทรวงศึกษาธิการ.
- ทิตนา เขมมณี. (2553). ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อ การจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.
พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา เขมมณี และคนอื่นๆ. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจ
मेंท์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2541). ทฤษฎีการสร้างความรู้กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. ในสาระ
การศึกษา ESSENCE OF EDUCATION “ การเรียนการสอน ”. กรุงเทพฯ:กองทุน
ศาสตราจารย์ ดร.อุบล เรียงสุวรรณ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ(สทศ.) [องค์การมหาชน]. (2554). สรุปผลงานประจำปี2552.
สืบค้นเมื่อ17 ธันวาคม 2554, จาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
(2544). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: คุรุสภา
ลาดพร้าว.
- _____. (2546). การจัดการเรียนรู้อุ้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้น
พื้นฐาน.กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์
- _____. (2548). เอกสารประกอบการเผยแพร่ ขยายผล และอบรมรูปแบบการเรียนการสอนแบบ
สืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2555). การศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นานาชาติ. สืบค้นเมื่อ 17
ธันวาคม 2554, จาก [Http://www3.ipst.ac.th/files/TIMSS2077](http://www3.ipst.ac.th/files/TIMSS2077)
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). สร้างสรรค์นักคิด : คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับ
ผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านทักษะความคิดระดับสูง. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2545). แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ.2545-2559). กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิก.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2553). การเปรียบเทียบสมรรถนะของประเทศไทยกับ
นานาชาติ. สืบค้นเมื่อ15 ธันวาคม 2554, จาก [Http://www.onec.go.th/](http://www.onec.go.th/)

- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2540). การเสริมสร้างศักยภาพนักเรียนกรุงเทพมหานครด้านวิทยาศาสตร์และ
 มิติสัมพันธ์. กรุงเทพฯ: ภาคหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนคริน
 ทรวิโรฒ.
- _____. (2542). ทฤษฎีสรรคานิยม สารานุกรมศึกษาศาสตร์ฉบับเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว
 ในวโรกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 6 รอบ 5 ธันวาคม 2542.
 กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- _____. (2544). “ วัฏจักรการเรียนรู้ ” ในสารานุกรมศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ:คณะศึกษาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2552). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์
 มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). 21 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด .
 กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). ยุทธศาสตร์การคิดแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เล่ม 2.
 กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊กส์ เซนเตอร์.
- อรพิน ชื่นชอบ. (2548). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหา
 ตามเทคนิคของโพลยา. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). ชลบุรี บัณฑิตวิทยาลัย
 มหาวิทยาลัยบูรพา. ถ่ายเอกสาร.
- Brooks; & Jacqueline Grennon.; & Brooks, Martin G. (1993). In Search of Understanding
 : The Case for Constructivist Classrooms. Virginia: ASCD.
- Bruner, J.S.; & Austin, G.A. (1965). A Study of Thinking. New York: John Willy and Sons.
- Burciaga, J.R. (2002). How do You Solve Problems?. Retrieved April 18, 2012, from
[Http:// www.brynmawr.edu/Acads/Physics/study/problems.html](http://www.brynmawr.edu/Acads/Physics/study/problems.html)
- Curry, J. (2003). The Dialectic of Knowledge-in-Production: Value Creation in Late
 Capitalism and the Rise of Knowledge-Centered Production. Retrieved

- Ding, N.; & Harskamp, E. (2007). Structured Collaboration Versus Individual learning in Solving Physics Problems. *International Journal of Science Education*. 28(14): 1669-1688.
- Driver, R.; & Oldham, V. (1986). A constructivist Approach to Curriculum Development in Science. *Studies in Science Education*. 13: 105-122.
- Foong, P.Y. (2007). Problem Solving in Mathematics. In *Teaching Primary School Mathematics: A Resource Book*. Lee Peng Yee. Singapore: McGraw-Hill Education (Asia).
- Gaighera, E.; Roganb, J. M; & Brauna, M.W. (2007). Exploring the Development of Conceptual Understanding through Structured Problem-Solving in Physics. *International Journal of Science Education*. 29(9) : 1089–1110.
- Gök, T.; & Silay. (2010). The Effects of Problem Solving Strategies on Students' Achievement, Attitude and Motivation. *Latin-*
- Hestenes, H. (1987) . Toward a modeling theory of physics instruction . *American Journal of Physics*. 55(5): 440-454.
- Larkin, J. H.; & Brackett, G. C. (1976). Teaching General Learning and Problem-Solving Skills. *American Journal of Physics* . 44(3): 212-217
- Leighton, Jacqueline P.; & Sternberg, Robert J. (2003). Reasoning and Problem Solving in *Handbook of Psychology: Experimental Psychology*. Editors Healy.
- Llewellyn, D. (2001). *Inquire within: Implementing Inquiry-Based Science Standards*. Thousand Oaks, Calif. Corwin Press.
- Martin, D.J. (1994). “ Concept Mapping as an Aid to Lesson Planning: A Longitudinal Study.” *Journal of Elementary Science Education*. 6(2): 11-30.
- Murphy, E. (1997). *Constructivism: from Philosophy to Practice*. Retrieved December 25, 2011, from [Http://www.stemnet.nf.ca](http://www.stemnet.nf.ca)
- Osborne, R. J.; Bell B. F.; & Gilbert J. K. (1983). “ Science Teaching and Children's Viewsof the World. ” *European Journal of Science Education*. 5(1): 1-14.

- Piaget, J. (1972). *The psychology of the child*. New York: Basic Books.
- Polya, G. (1957). *How to Solve it*. 2nd ed. New York: Doubleday Anchor Books.
- _____. (1980). On Solving Mathematical Problems in High School. In *Problem Solving in School Mathematics: 1980 Yearbook*. Virginia : NCTM.
- Pol, H. (2005). Solving Physics Problems with the Help of Computer-Assisted Instruction. *International Journal of Science Education*. 27: 451-469.
- Portoles, J.S. & Lopez, V.S. (2008). Types of Knowledge and their Relation to Problem Solving in Science: Direction for Practice. *Education Science Journal* . 6: 105112.
- Redish, E.F. (2003). Implication of Cognitive Studies for Teaching Physics. *American Journal of Physics*. 62(9) :135.
- Saunders, W. (1992). “The Constructivist Perspective: Implication and Teaching Strategies for Science.” *School Science and Mathematics* . 3(1): 136-141.
- Rojas, S. (2010). On the Teaching and Learning of Physics Problem Solving. *Rev. Mex. Fis.* 56(1): 22–28.
- Savage, M.; & Williams, J. (1990). *Mechanics in Action-Modeling and Practical Investigations*. Cambridge: Cambridge University
- Tao, P.K. (1999). Peer Collaborative in Solving Qualitative Physics Problem :The Role of Collaborative Talk. *Research of*
- Tsui, Lisa. (2002). Fostering Critical Thinking Through Effective Pedagogy. *The Journal of Higher Education*. 73(6): 740 – 763.
- Vygotsky, L.S. (1962). *Thought and Language*. Cambridge ,MA : MIT Press.
- William, K, M. (2003). *Writing About the Problem-*
- Zahoric, J. A. (1995). *Constructivist Teaching (Fastback 390)*. Bloomington, Indiana : Phi Delta Kappa Educational Foundation.

ภาคผนวก

- แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการใช้แบบฝึกทักษะ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- ใบงาน แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

เรื่อง โมเมนตัมและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม	เวลา 6 ชั่วโมง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โมเมนตัมและการชน	
รหัสวิชา ว32201	รายวิชาฟิสิกส์ 2 2.0 หน่วยกิต
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ครูผู้สอน นางสาววิจิตตา อำไพจิตรต์

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

5.อธิบายโมเมนตัม และความสัมพันธ์ระหว่างแรงและโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป

1. สาระสำคัญ

โมเมนตัมหมายถึงปริมาณความพยายามของวัตถุที่จะเคลื่อนที่ โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศทางเดียวกับความเร็ว อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุกับเวลา หมายถึง การที่แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุที่ขณะใด ๆ จะมีค่าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุที่ขณะนั้นทั้งขนาดและทิศทาง

2. สาระการเรียนรู้/เนื้อหา

ด้านความรู้ (Knowledge)

1. สืบค้น อภิปราย สำรองตรวจสอบ และทดลองเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงานกล
2. หาความสัมพันธ์ของมวลกับแรง
3. นำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโมเมนตัมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ด้านทักษะ/กระบวนการ (Process)

4. ทดลองเกี่ยวกับโมเมนตัม
5. ออกแบบเครื่องมือเครื่องใช้หรือของเล่นจากหลักการของโมเมนตัม

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)

- อยู่อย่างพอเพียง
- ซื่อสัตย์สุจริต
- มุ่งมั่นในการทำงาน
- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้

4. ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร
- ความสามารถในการคิด
- ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

5. ด้านคุณลักษณะของผู้เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานสากล

เป็นเลิศวิชาการ

6. บูรณาการตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

1. หลักความพอประมาณ

1.1 นักเรียนเข้าใจความหมายของโมเมนตัม การดล และแรงดล

1.2 นักเรียนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโมเมนตัม การดล และแรงดลไปใช้ประโยชน์ใน

ชีวิตประจำวัน

2. หลักความมีเหตุผล

2.1 รู้จักใช้เหตุผลในการวางแผนและออกแบบวิธีการหาคำตอบในแบบฝึกหัดเรื่อง โมเมนตัม การดล และแรงดล

2.2 นักเรียนมีความรู้เรื่อง โมเมนตัม การดล และแรงดล

3. หลักภูมิคุ้มกัน

3.1 ตระหนักถึงความเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

3.2 เรียนรู้ปริมาณที่ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับโมเมนตัม การดล และแรงดล

4. เจาะใจความรู้

4.1 รอบรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับกฎของนิวตัน การเกิดงาน เชื่อมโยงความรู้เรื่องงานไปสู่เรื่องของโมเมนตัม การดล และแรงดล

4.2 รอบคอบในการใช้ทรัพยากรต่างๆอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น สมุด ใบงาน เครื่องเขียน

5. เจาะใจคุณธรรม

ใช้หลักคุณธรรม 8 ประการ ดังนี้

5.1 มีความขยัน ตั้งใจศึกษาหาความรู้ในเรื่องเรียน

5.2 ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างประหยัด เช่น เอกสารใบงาน อุปกรณ์เครื่องเขียน

5.3 ซื่อสัตย์ทั้งต่อตนเองและผู้อื่นในการทำใบงาน แบบฝึกหัดและการบ้านด้วยตนเอง

5.4 มีวินัยในการปฏิบัติตามคำแนะนำในการทดลองอย่างเคร่งครัด

5.5 มีความสุภาพในการซักถามคำถาม และการแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นกับเพื่อนและครู

5.6 รักษาความสะอาดของตนเอง ห้องเรียน และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

5.7 มีความสามัคคีในหมู่คณะที่ร่วมมือกันปฏิบัติการทดลองตามกิจกรรมที่ได้รับ

5.8 มีน้ำใจช่วยเหลือกันภายในกลุ่มในการให้ความปรึกษา ช่วยกันทำกิจกรรม ทำความสะอาดโต๊ะ และพื้นที่จัดกิจกรรม

7. ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. สืบค้นข้อมูลจากใบความรู้ สื่อ และแหล่งเรียนรู้

2. บันทึกและทำแบบฝึกหัดในใบงาน

8. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้**กิจกรรมนำสู่การเรียนรู้****1. ขั้นสร้างความสนใจ (15 นาที)**

- 1.1 ให้นักเรียนคนหนึ่งผลิกรถทดลองแล้วอีกคนหนึ่งใช้มือกันให้รถหยุด
- 1.2 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันยกตัวอย่างการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ ร่วมกันอภิปรายถึงความพยายามที่จะทำให้วัตถุหยุดเคลื่อนที่ รวมทั้งผลที่จะเกิดขึ้นจากการกระทำ
- 1.3 ให้นักเรียนร่วมกันกำหนดขอบเขตและเป้าหมายของการเรียนรู้ จากเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องโมเมนตัม

กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้**2. ขั้นสำรวจและค้นหา (105 นาที)**

- 2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 4 คน
- 2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาแรงกับการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (90 นาที)

- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการศึกษาร่วมกับการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่
- 3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการศึกษเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
- 3.3 ครูตั้งคำถามว่า
 - ความยากง่ายของการหยุดขบวนน้ำเป็นอย่างไร เมื่อใช้เวลาเท่ากันแต่ปล่อยที่ระดับความสูงต่างกัน
 - ความยากง่ายของการหยุดขบวนน้ำเป็นอย่างไร เมื่อปล่อยที่ระดับความสูงเท่ากันแต่ใช้เวลาต่างกัน
 - โมเมนตัมหมายถึงอะไร
 - อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุต่อเวลาแปลความได้ว่าอย่างไร
- 3.4 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการศึกษาโมเมนตัม

กิจกรรมรวบยอด**4. ขั้นขยายความรู้ (120 นาที)**

- 4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องโมเมนตัม (คิดออกเสียง) (พูดถ่ายทอด)
 - ถ้าวางรถไฟ BTS มีผู้โดยสารเต็ม มีมวล 96 ตัน วิ่งด้วยความเร็ว 108 km/hr จะมีโมเมนตัมเท่าใด และเป็นกี่เท่าของรถบรรทุกที่มีมวล 16 ตัน ที่วิ่งอยู่ด้วยความเร็ว 54 km/hr
 - เครื่องยนต์ของรถที่มีมวล 1.5 ตัน ต้องใช้แรงผลักดันที่พื้นใดเพื่อเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งจนมีความเร็ว 72 km/hr ในเวลา 10 วินาที
- 4.2 ให้นักเรียนเสนอแนวคิดในการนำความเข้าใจเรื่องโมเมนตัมไปใช้ประโยชน์
- 4.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับโมเมนตัม (เชื่อมโยงความคิดหลัก)

5. ขั้นประเมินผล (30 นาที)

- 5.1 ให้นักเรียนแต่ละคนย้อนกลับไปอ่านบันทึกประสบการณ์เดิม สิ่งที่ต้องการรู้ และขอบเขตเป้าหมาย แล้วพูดและบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ และตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามที่ตั้งเป้าหมายครบถ้วนหรือไม่เพียงใด ถ้ายังไม่ครบถ้วนจะอย่างไรต่อไป (อาจสอบถามให้ครูอธิบายเพิ่มเติม สอบถามให้เพื่อนอธิบาย หรือวางแผนสืบค้นเพิ่มเติม)
- 5.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความรู้เรื่อง งาน ผ่านแอปพลิเคชัน Plickers โดยครูเฉลยและอธิบายคำตอบเพิ่มเติม และนำข้อมูลไปปรับปรุงและพัฒนาแนวการสอนและสื่อเพื่อการเรียนรู้ต่อไป
- 5.3 ให้นักเรียนบันทึกหลังเรียน
- 5.4 ครูให้คะแนนจิตวิทยาศาสตร์ จากเกณฑ์การให้คะแนน สมุดบันทึก หากข้อมูลไม่เพียงพอใช้วิธีสัมภาษณ์เพิ่มเติม

ใบงานที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ โมเมนตัมและการชน
เรื่อง โมเมนตัมและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

1. ขอบเขตและเป้าหมายของประเด็นที่จะเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนทั้งหมดกำหนดร่วมกัน

.....

.....

.....

2. ผลการทดลองแรงกับการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ ตอนที่ 1

ปัญหา.....

สมมติฐาน.....

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

วิธีทดลอง.....

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

3. แต่ละกลุ่มได้ผลการศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

4. ผลการทดลองแรงกับการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ ตอนที่ 1

ปัญหา.....

สมมติฐาน.....

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

วิธีทดลอง.....

.....

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

5. แต่ละกลุ่มได้ผลการทดลองเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

6. ความยากง่ายของการหยุดขวดน้ำเป็นอย่างไร เมื่อใช้เวลาเท่ากันแต่ปล่อยที่ระดับความสูงต่างกัน

.....

.....

7. ความยากง่ายของการหยุดขวดน้ำเป็นอย่างไร เมื่อปล่อยที่ระดับความสูงเท่ากันแต่ใช้เวลาต่างกัน

.....

.....

8. สรุปผลการทดลองแรงกับการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่

.....

.....

9. โมเมนตัมหมายถึงอะไร

.....

.....

10. อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุต่อเวลา แปรความได้ว่าอย่างไร

.....

.....

11. ถ้ารถไฟฟ้า BTS มีผู้โดยสารเต็ม มีมวล 96 ตัน วิ่งด้วยความเร็ว 108 km/hr จะมีโมเมนตัมเท่าใด และเป็นกี่เท่าของรถบรรทุกที่มีมวล 16 ตัน ที่วิ่งอยู่ด้วยความเร็ว 54 km/hr

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

เรื่อง การดลและแรงดล	เรื่อง โมเมนตัมและการชน	เวลา 4 ชั่วโมง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	รายวิชาฟิสิกส์ 2	2.0 หน่วยกิต
รหัสวิชา ว32201	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ครูผู้สอน นางสาววิจิตตา อ้าไพจิตรต์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5		

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

5.อธิบายโมเมนตัม และความสัมพันธ์ระหว่างแรงและโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป

1. สาระสำคัญ

แรงที่กระทำต่อวัตถุในขณะที่กระทบกันในช่วงเวลาสั้น ๆ เรียกว่าแรงดล ปริมาณแรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ หรือปริมาณของแรงดลในช่วงเวลาสั้น ๆ เรียกว่าการดล หรือ การดลหมายถึงอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมในช่วงเวลาสั้น ๆ หรือ $Ft = P = mv - mu$

2. สาระการเรียนรู้/เนื้อหา

ด้านความรู้ (Knowledge)

1. สืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับการดลและแรงดล
2. หาความสัมพันธ์ของแรงกับเวลา
3. นำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการดลและแรงดลไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ด้านทักษะ/กระบวนการ (Process)

4. ออกแบบเครื่องมือเครื่องใช้หรือของเล่นจากหลักการของการดลและแรงดลลงงาน

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)

- อยู่อย่างพอเพียง
- ซื่อสัตย์สุจริต
- มุ่งมั่นในการทำงาน
- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้

4. ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร
- ความสามารถในการคิด
- ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

5. ด้านคุณลักษณะของผู้เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานสากล

เป็นเลิศวิชาการ

6. บูรณาการตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

1. หลักความพอประมาณ

- 1.1 นักเรียนเข้าใจความหมายของโมเมนตัม การดล และแรงดล
- 1.2 นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโมเมนตัม การดล และแรงดลไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ชีวิตประจำวัน

2. หลักความมีเหตุผล

2.1 รู้จักใช้เหตุผลในการวางแผนและออกแบบวิธีการหาคำตอบในแบบฝึกหัดเรื่อง โมเมนตัม การดล และแรงดล

2.2 นักเรียนมีความรู้เรื่อง โมเมนตัม การดล และแรงดล คำนวณหาการดล และแรงดลเฉลี่ยที่กระทำต่อวัตถุได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องให้

3. หลักภูมิคุ้มกัน

- 3.1 ตระหนักถึงความเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน
- 3.2 เรียนรู้ปริมาณที่ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับโมเมนตัม การดล และแรงดล

4. เจือนไขความรู้

4.1 รอบรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับกฎของนิวตัน การเกิดงาน เชื่อมโยงความรู้เรื่องงานไปสู่เรื่องของโมเมนตัม การดล และแรงดล แปลความหมายจากกราฟระหว่างขนาดของแรงและเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุ

4.2 รอบคอบในการใช้ทรัพยากรต่างๆอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น สมุด ใบงาน เครื่องเขียน

5. เจือนไขคุณธรรม

ใช้หลักคุณธรรม 8 ประการ ดังนี้

- 5.1 มีความขยัน ตั้งใจศึกษาหาความรู้ในเรื่องเรียน
- 5.2 ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างประหยัด เช่น เอกสารใบงาน อุปกรณ์เครื่องเขียน
- 5.3 ซื่อสัตย์ทั้งต่อตนเองและผู้อื่นในการทำใบงาน แบบฝึกหัดและการบ้านด้วยตนเอง
- 5.4 มีวินัยในการปฏิบัติตามคำแนะนำในการทดลองอย่างเคร่งครัด
- 5.5 มีความสุภาพในการซักถามคำถาม และการแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นกับเพื่อนและครู
- 5.6 รักษาความสะอาดของตนเอง ห้องเรียน และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
- 5.7 มีความสามัคคีในหมู่คณะที่ร่วมมือกันปฏิบัติการทดลองตามกิจกรรมที่ได้รับ
- 5.8 มีน้ำใจช่วยเหลือกันภายในกลุ่มในการให้ความปรึกษา ช่วยกันทำกิจกรรม ทำความสะอาดโต๊ะและพื้นที่จัดกิจกรรม

7. ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. สืบค้นข้อมูลจากใบความรู้ สื่อ และแหล่งเรียนรู้
2. บันทึกและทำแบบฝึกหัดในใบงาน

8. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้**กิจกรรมนำสู่การเรียนรู้****1. ขั้นสร้างความสนใจ (15 นาที)**

- 1.1 ให้นักเรียนปล่อยไขลงบนฟองน้ำ
- 1.2 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันยกตัวอย่างการเคลื่อนที่ของวัตถุไปกระทบกับสิ่งอื่นจนหยุด ร่วมกันอภิปรายถึงแรงที่กระทำต่อวัตถุเมื่อกระทบสิ่งอื่น รวมทั้งผลที่เกิดขึ้นจากการกระทำ
- 1.3 ให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้ จากเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องการดลและแรงดล

กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้**2. ขั้นสำรวจและค้นหา (60 นาที)**

- 2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 4 คน
 - 2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนสืบค้นการดลและแรงดล
 - 2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นการดลและแรงดล
- 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (45 นาที)**
- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นการดลและแรงดล
 - 3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการสืบค้นเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
 - 3.3 ครูตั้งคำถามว่า
 - การดลหมายถึงอะไร
 - 3.4 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการสืบค้นการดลและแรงดล

กิจกรรมรวบยอด**4. ขั้นขยายความรู้ (90 นาที)**

- 4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องการดลและแรงดล
 - 4.2 ให้นักเรียนเสนอแนวคิดในการนำความเข้าใจเรื่องการดลและแรงดลไปใช้ประโยชน์
 - 4.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการดลและแรงดล
- 5. ขั้นประเมินผล (30 นาที)**
- 5.1 ให้นักเรียนแต่ละคนย้อนกลับไปอ่านบันทึกประสบการณ์เดิม สิ่งที่ต้องการรู้ และขอบเขตเป้าหมาย แล้วพูดและบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ และตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามที่ตั้งเป้าหมายครบถ้วนหรือไม่เพียงใด ถ้ายังไม่ครบถ้วนจะอย่างไรต่อไป (อาจสอบถามให้ครูอธิบายเพิ่มเติม สอบถามให้เพื่อนอธิบาย หรือวางแผนสืบค้นเพิ่มเติม)
 - 5.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความรู้เรื่อง งาน ผ่านแอปพลิเคชัน Plickers โดยครูเฉลยและอธิบายคำตอบเพิ่มเติม และนำข้อมูลไปปรับปรุงและพัฒนาแนวการสอนและสื่อเพื่อการเรียนรู้ต่อไป
 - 5.3 ให้นักเรียนบันทึกหลังเรียน
 - 5.4 ครูให้คะแนนจิตวิทยาศาสตร์ จากเกณฑ์การให้คะแนน สมุดบันทึก หากข้อมูลไม่เพียงพอใช้วิธีสัมภาษณ์เพิ่มเติม

9. สื่อ/วัสดุอุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้**สื่อ/วัสดุอุปกรณ์**

1. ป้ายไค้ดคำตอบแบบตัวเลือกสำหรับสแกนด้วยกล้องมือถือผ่านโปรแกรม Plickers
2. คอมพิวเตอร์พร้อมฐานข้อมูลโปรแกรม Plickers
3. โทรศัพท์มือถือที่ลงแอปพลิเคชัน Plickers

ใบงานที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ โมเมนตัมและการชน
เรื่อง การดลและแรงดล

1. ขอบเขตและเป้าหมายของประเด็นที่จะเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนทั้งหมดกำหนดร่วมกัน
.....
.....
.....
2. แต่ละกลุ่มได้ผลการสืบค้นเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
.....
.....
.....
3. การดลหมายถึงอะไร
.....
.....
.....
4. หากใช้แรงขนาดคงตัว 2 นิวตัน กระทำต่อรถทดลองมวล 0.5 kg ที่กำลังเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร็ว 4 m/s ในกรณี ก และ ข ดังรูป เป็นเวลานาน 2 วินาที การดลและความเร็วของรถทดลองเป็นเท่าใด เมื่อสิ้นสุดเวลา 2 วินาที ที่แรงกระทำ
.....
.....
.....
5. ใช้ก้อนยางมวลรวม 0.5 กิโลกรัมตอกลิ้ม ขณะที่ก้อนกระทบลิ้มมีความเร็ว 10.0 m/s แล้วสะท้อนกลับด้วยความเร็วเท่าเดิม ถ้าช่วงเวลาที่ก้อนกระทบลิ้มเป็น 10 มิลลิวินาที แรงดลเฉลี่ยที่ก้อนกระทำต่อลิ้มและการดลที่ก้อนกระทำต่อลิ้มเป็นเท่าใด
.....
.....
.....
6. แรงดึงของเชือกทำให้วัตถุมวล 0.5 kg ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบระดับ ด้วยอัตราเร็วคงที่ 10 m/s ในช่วงเวลา 4 วินาที ที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ $\frac{1}{4}$ รอบ จาก ก ไป ข ดังรูป แรงเฉลี่ยที่กระทำต่อวัตถุมีขนาดเท่าใด และมีทิศใด
.....
.....
.....
.....
.....
.....

7. ใช้ก้อนยางมวลรวม 0.5 กิโลกรัมตอกลิ้ม ขณะที่ค้อนกระทบลิ้มมีความเร็ว 10.0 m/s แล้วสะท้อนกลับด้วยความเร็วเท่าเดิม ถ้าช่วงเวลาที่ยึดค้อนกระทบลิ้มเป็น 10 มิลลิวินาที แรงเฉลี่ยที่ยึดค้อนกระทบลิ้มและการดลที่ค้อนกระทบทำต่อลิ้มเป็นเท่าใด

.....

.....

.....

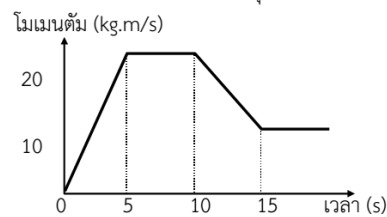
8. จากรูป เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างโมเมนตัม กับเวลาของวัตถุหนึ่ง จงหา
ก. ขนาดของการดลที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 5 วินาทีแรก

.....

.....

.....

ข. ขนาดของแรงรับที่กระทำต่อวัตถุในวินาทีแรก



.....

.....

.....

9. ลูกกลมลูกหนึ่งมวล 2 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 1 เมตรต่อวินาที ไปกระทบฝาผนัง และกระดอนกลับด้วยอัตราเร็ว 1 เมตรต่อวินาที ถ้าแรงเฉลี่ยที่กระทำต่อผนังในช่วงเวลาที่มีการชน เป็น 4 นิวตัน เวลาดังกล่าวมีค่าเท่าใด

.....

.....

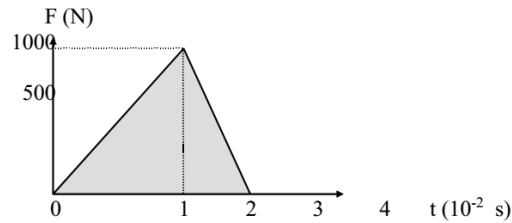
10. ลูกฟุตบอลมวล 0.5 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที ถ้าผู้รักษาประตูใช้มือรับลูกบอลให้หยุดนิ่งภายในเวลา 0.04 วินาที แรงเฉลี่ยที่มีมือกระทำต่อลูกบอลมีขนาดเท่าใด

.....

.....

.....

11. ลูกบอล 0.4 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ในแนวระดับ ถูกตีสวนด้วยไม้ กราฟระหว่างแรงกับเวลาในขณะกระทบกันแสดงดังรูป อัตราเร็วหลังถูกตีของลูกบอลเป็นกี่เมตรต่อวินาที



.....

12. นักกีฬาเตะลูกบอลมวล 200 กรัม อัดกำแพง แล้วลูกบอลสะท้อนสวนกลับออกมาด้วยอัตราเร็ว 5 เมตรต่อวินาที ซึ่งเท่ากับอัตราเดิม ถ้าแรงที่กำแพงกระทำต่อลูกบอลเป็น 40 นิวตัน ลูกบอลกระทบกำแพงอยู่นานเท่าใด

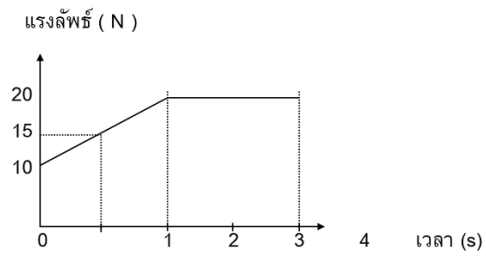
.....

13. กล้องบรรจุของมีมวล 4.0 กิโลกรัม มีแรงลัพธ์ที่มีขนาดเปลี่ยนแปลงตามเวลากระทำ ดังกราฟที่แสดงในรูป ทำให้กล้องเคลื่อนที่ไปโดยมีความเร่งไม่คงที่ เมื่อเวลา $t = 0$ กล้องนี้มีความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ในทิศทางของแรงลัพธ์ จงหา

ก. อัตราเร็วของกล้อง เมื่อเวลา $t = 4$ วินาที

.....

ข. ขนาดของความเร่ง เมื่อเวลา $t = 1$ วินาที



14. แนวคิดในการนำความเข้าใจเรื่องการดลและแรงดลไปใช้ประโยชน์

15. สรุปเกี่ยวกับการดลและแรงดล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

เรื่อง การชน		เวลา 6 ชั่วโมง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	เรื่อง โมเมนตัมและการชน	
รหัสวิชา ว32201	รายวิชาฟิสิกส์ 2	2.0 หน่วยกิต
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ครูผู้สอน นางสาววิจิตตา อำไพจิตต์

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

6.อธิบายการชนของวัตถุ กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

1. สาระสำคัญ

การชนคือการที่วัตถุเคลื่อนที่เข้ากระทบกัน จำแนกเป็น การชนแบบยืดหยุ่น เป็นการชนที่หลังชนกันแล้วผลรวมของพลังงานในวัตถุที่มาชนกันจะคงเดิม และผลรวมโมเมนตัมคงเดิม และการชนแบบไม่ยืดหยุ่น เป็นการชนที่หลังชนกันแล้วผลรวมของพลังงานในวัตถุที่มา

ชนกันจะไม่คงเดิม แต่ผลรวมโมเมนตัมยังคงเดิม

การชน จำแนกได้เป็น

1. การชนแบบยืดหยุ่น เป็นการชนที่หลังชนกันแล้วผลรวมของพลังงานในวัตถุที่มาชนกันจะคงเดิม และผลรวมโมเมนตัมคงเดิม เช่น การชนกันของรถทดลองที่หลังชนแล้วจะเคลื่อนที่แยกกันไป
2. การชนแบบไม่ยืดหยุ่น เป็นการชนที่หลังชนกันแล้วผลรวมของพลังงานในวัตถุที่มาชนกันจะไม่คงเดิม แต่ผลรวมโมเมนตัมยังคงเดิม เช่น การชนของรถทดลองที่หลังจากชนกันแล้วรถจะเคลื่อนที่ติดกันไป

2. สาระการเรียนรู้/เนื้อหา

ด้านความรู้ (Knowledge)

1. สืบค้น อภิปราย สืบตรวจตรวจสอบ และทดลองเกี่ยวกับการชน
2. หาความสัมพันธ์เกี่ยวกับพลังงานก่อนชนและหลังชน
3. นำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับงานการชนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ด้านทักษะ/กระบวนการ (Process)

4. ออกแบบเครื่องมือเครื่องใช้หรือของเล่นจากหลักการของการชน

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)

- อยู่อย่างพอเพียง
- ซื่อสัตย์สุจริต
- มุ่งมั่นในการทำงาน
- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้

4. ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร
- ความสามารถในการคิด
- ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

5. ด้านคุณลักษณะของผู้เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานสากล

- เป็นเลิศวิชาการ

6. บูรณาการตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง**1. หลักความพอประมาณ**

- 1.1 นักเรียนเข้าใจความหมายของการชน และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม
- 1.2 นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ การชนแบบยืดหยุ่น การชนแบบไม่ยืดหยุ่น การชนของวัตถุในสองมิติ กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม ใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อสามของนิวตัน แสดงกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

2. หลักความมีเหตุผล

- 2.1 รู้จักใช้เหตุผลในการวางแผนและออกแบบวิธีการหาคำตอบในแบบฝึกหัดเรื่อง การทดลองการชนของวัตถุในแนวตรง และการติดตัวแยกจากกันของวัตถุในแนวตรง ใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อสามของนิวตัน แสดงกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม
- 2.2 นักเรียนมีความรู้เรื่อง โมเมนตัม การดล และแรงดล คำนวณหาแรง ความเร็ว ความเร่ง มวล ระยะทาง เวลา และปริมาณอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ในการเคลื่อนที่ของวัตถุมีการชนหรือการติดตัวออกจากกันได้ โดยใช้กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

3. หลักภูมิคุ้มกัน

- 3.1 ตระหนักถึงความเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน
- 3.2 เรียนรู้ปริมาณที่ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับโมเมนตัม การดล และแรงดล เชื่อมโยงกับการชนและ กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

4. เจื้อนไขความรู้

- 4.1 รอบรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับกฎของนิวตัน ของโมเมนตัม การดล และแรงดล เชื่อมโยงความรู้เรื่องงานไปสู่เรื่อง การชนและ กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม
- 4.2 รอบคอบในการใช้ทรัพยากรต่างๆอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น สมุด ใบงาน เครื่องเขียน

5. เจื้อนไขคุณธรรม

ใช้หลักคุณธรรม 8 ประการ ดังนี้

- 5.1 มีความขยัน ตั้งใจศึกษาหาความรู้ในเรื่องเรียน
- 5.2 ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างประหยัด เช่น เอกสารใบงาน อุปกรณ์เครื่องเขียน
- 5.3 ซื่อสัตย์ทั้งต่อตนเองและผู้อื่นในการทำใบงาน แบบฝึกหัดและการบ้านด้วยตนเอง
- 5.4 มีวินัยในการปฏิบัติตามคำแนะนำในการทดลองอย่างเคร่งครัด
- 5.5 มีความสุภาพในการซักถามคำถาม และการแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นกับเพื่อนและครู
- 5.6 รักษาความสะอาดของตนเอง ห้องเรียน และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- 5.7 มีความสามัคคีในหมู่คณะที่ร่วมมือกันปฏิบัติการทดลองตามกิจกรรมที่ได้รับ
- 5.8 มีน้ำใจช่วยเหลือกันภายในกลุ่มในการให้ความปรึกษา ช่วยกันทำกิจกรรม ทำความสะอาดโต๊ะ และพื้นที่จัดกิจกรรม

7. ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. สืบค้นข้อมูลจากใบความรู้ สื่อ และแหล่งเรียนรู้
2. บันทึกและทำแบบฝึกหัดในใบงาน

8. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

กิจกรรมนำสู่การเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (15 นาที)

- 1.1 ให้นักเรียนผลิกรถทดลองชนกัน
- 1.2 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันยกตัวอย่างการชนกันของวัตถุ ร่วมกันอภิปรายถึงแรงที่กระทำต่อวัตถุเมื่ชนกัน รวมทั้งผลที่จะเกิดขึ้นจากการชน

- 1.3 ให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้ จากเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการชน

กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (105 นาที)

- 2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 4 คน
- 2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาการชนกันของรถทดลองแบบยึดหยุด
- 2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาการชนกันของรถทดลองแบบไม่ยึดหยุด
- 2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาการระเบิดออกจากกัน
- 2.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนศึกษาการชนกันของลูกทรงกลมโลหะในสองมิติ
- 2.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาการชนกันของลูกทรงกลมโลหะในสองมิติ

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (90 นาที)

- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการศึกษาการชนกันของรถทดลองแบบยึดหยุด
- 3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
- 3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการศึกษาการชนกันของรถทดลองแบบไม่ยึดหยุด
- 3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
- 3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการศึกษาการระเบิดออกจากกัน
- 3.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
- 3.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการศึกษาการชนกันของลูกทรงกลมโลหะในสองมิติ
- 3.8 นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
- 3.9 ครูตั้งคำถามว่า

- เหตุใดเมื่อมวลรถเท่ากันคันที่ชนจึงหยุดอยู่กับที่
- การติดสปริงทำให้ความเร็วของรถคงตัวได้อย่างไร
- การชนกันของรถที่ไม่ติดสปริงและติดดินน้ำมัน โม่เมนตัมรวมก่อนชนเท่ากันทุกกรณีหรือไม่อย่างไร
- การชนกันของรถที่ไม่ติดสปริงและติดดินน้ำมัน พลังงานจลน์ก่อนชนและหลังชนเท่ากันหรือไม่ หากไม่เท่าหายไปเท่าใด

- การชนกันของรถที่ไม่ติดสปริงและติดดินน้ำมัน โมเมนตัมคงตัวหรือไม่ อย่างไร
- การชนกันของรถที่ไม่ติดสปริงและติดดินน้ำมัน พลังงานจลน์หายไปน้อยกว่าหรือมากกว่ากรณีที่ชนแล้วติดกันไป
- ในกรณีที่มวลของรถเท่ากัน ความเร็วของรถทั้งสองที่แยกจากกันมีขนาดเท่ากันหรือไม่
- กรณีที่เพิ่มมวลคันใดคันหนึ่งเป็น 2 หรือ 3 เท่า ความเร็วรถทั้งสองเป็นอย่างไร และขนาดของโมเมนตัมเป็นอย่างไร
- โมเมนตัมก่อนชน (ก่อนระเบิด) เป็นศูนย์ โมเมนตัมรวมหลังชน (หลังระเบิด) เป็นเท่าไร
- กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเป็นอย่างไร ใช้กับกรณีนี้ได้หรือไม่
- การทดลองการชนสองมิติ พิสูจน์ว่าโมเมนตัมก่อนชนเท่ากับโมเมนตัมหลังชนได้หรือไม่
- ถ้า ความเร็วก่อนชนเปลี่ยนไป หรือ มวลของก้อนที่มาชนเปลี่ยนไป ใช้พิสูจน์ว่าโมเมนตัมก่อนชนเท่ากับโมเมนตัมหลังชนได้หรือไม่

3.10 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการศึกษาการชน

กิจกรรมรวบยอด

4. ชั้นขยายความรู้ (120 นาที)

- 4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องการชน
- 4.2 ให้นักเรียนเสนอแนวคิดในการนำความเข้าใจเรื่องการชนไปใช้ประโยชน์
- 4.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับการชน

5. ชั้นประเมินผล (30 นาที)

5.1 ให้นักเรียนแต่ละคนย้อนกลับไปอ่านบันทึกประสบการณ์เดิม สิ่งที่ต้องการรู้ และขอบเขตเป้าหมาย แล้วพูดและบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ และตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามที่ตั้งเป้าหมายครบถ้วนหรือไม่เพียงใด ถ้ายังไม่ครบถ้วนจะทำอย่างไรต่อไป (อาจสอบถามให้ครูอธิบายเพิ่มเติม สอบถามให้เพื่อนอธิบาย หรือวางแผนสืบค้นเพิ่มเติม)

5.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความรู้เรื่อง งาน ผ่านแอปพลิเคชัน Plickers โดยครูเฉลยและอธิบายคำตอบเพิ่มเติม และนำข้อมูลไปปรับปรุงและพัฒนาแนวการสอนและสื่อเพื่อการเรียนรู้ต่อไป

5.3 ให้นักเรียนบันทึกหลังเรียน

5.4 ครูให้คะแนนจิตวิทยาศาสตร์ จากเกณฑ์การให้คะแนน สมุดบันทึก หากข้อมูลไม่เพียงพอใช้วิธีสัมภาษณ์เพิ่มเติม

9. สื่อ/วัสดุอุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

สื่อ/วัสดุอุปกรณ์

1. ป้ายไต่คำตอบแบบตัวเลือกสำหรับสแกนด้วยกล้องมือถือผ่านโปรแกรม Plickers
2. คอมพิวเตอร์พร้อมฐานข้อมูลโปรแกรม Plickers
3. โทรศัพท์มือถือที่ลงแอปพลิเคชัน Plickers
4. ไฟล์นำเสนอเรื่อง โมเมนตัม MS Powerpoint
5. เครื่องฉายโปรเจกเตอร์
6. รถทดลอง หรือวัตถุสำหรับสถานการณ์นำเข้าสู่บทเรียน

ใบงานที่ 7 หน่วยการเรียนรู้ โมเมนตัมและการชน
เรื่อง การชน

1. ขอบเขตและเป้าหมายของประเด็นที่จะเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนทั้งหมดกำหนดร่วมกัน

.....

.....

.....

2. ผลการทดลองการชนกันของรถทดลองแบบยืดหยุ่น

ปัญหา.....

สมมติฐาน.....

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

วิธีทดลอง.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

3. แต่ละกลุ่มได้ผลการศึกษเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

4. เหตุใดเมื่อมวลรถเท่ากันคันที่ชนจึงหยุดอยู่กับที่

.....

.....

.....

5. การติดสปริงทำให้ความเร็วของรถคงตัวได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

6. สรุปผลการทดลองการชนกันของรถทดลองแบบยืดหยุ่น

.....

.....

.....

7. ผลการทดลองการชนกันของรถทดลองแบบไม่ยืดหยุ่น

ปัญหา.....

สมมติฐาน.....

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

วิธีทดลอง.....

.....

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

8. แต่ละกลุ่มได้ผลการศึกษเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

9. การชนกันของรถที่ไม่ติดสปริงและติดดินน้ำมัน โมเมนตัมรวมก่อนชนเท่ากับทุกกรณีหรือไม่ อย่างไร

.....

10. การชนกันของรถที่ไม่ติดสปริงและติดดินน้ำมัน พลังงานจลน์ก่อนชนและหลังชนเท่ากันหรือไม่ หากไม่เท่า
หายไปเท่าใด

.....

.....

.....

11. การชนกันของรถที่ไม่ติดสปริงและติดดินน้ำมัน โมเมนตัมคงตัวหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

12. การชนกันของรถที่ไม่ติดสปริงและติดดินน้ำมัน พลังงานจลน์หายไปน้อยกว่าหรือมากกว่า กรณีที่ชนแล้วติดกันไป

.....

.....

13. สรุปผลการทดลองการชนกันของรถทดลองแบบไม่ยืดหยุ่น

.....

.....

.....

14. ผลการทดลองการระเบิดออกจากกัน

ปัญหา.....

สมมติฐาน.....

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

วิธีทดลอง.....

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

15. แต่ละกลุ่มได้ผลการศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

16. ในกรณีที่มวลของรถเท่ากัน ความเร็วของรถทั้งสองที่แยกจากกันมีขนาดเท่ากันหรือไม่

.....

.....

17. กรณีที่เพิ่มมวลคันไต่คันหนึ่งเป็น 2 หรือ 3 เท่า ความเร็วรถทั้งสองเป็นอย่างไร และขนาดของโมเมนตัมเป็นอย่างไร

.....

18. โมเมนตัมก่อนชน (ก่อนระเบิด) เป็นศูนย์ โมเมนตัมรวมหลังชน (หลังระเบิด) เป็นเท่าไร กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเป็นอย่างไร ใช้กับกรณีนี้ได้หรือไม่

.....

19. ผลการทดลองการชนกันของลูกทรงกลมโลหะในสองมิติ

ปัญหา.....

สมมติฐาน.....

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

วิธีทดลอง.....

.....

ผลการทดลอง

20. แต่ละกลุ่มได้ผลการศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

21. การทดลองการชนสองมิติ พิสูจน์ว่าโมเมนตัมก่อนชนเท่ากับโมเมนตัมหลังชนได้หรือไม่

.....

22. ถ้าความเร็วก่อนชนเปลี่ยนไป หรือ มวลของก้อนที่มาชนเปลี่ยนไป ใช้พิสูจน์ว่าโมเมนตัมก่อนชนเท่ากับโมเมนตัมหลังชนได้หรือไม่

.....

.....

.....

23. วัตถุมวล 4 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงตัว 5 เมตรต่อวินาที ในแนวระดับไปชนกำแพงแนวตั้ง หลังจากชนแล้ว วัตถุกระดอนกลับในแนวเดิมด้วยอัตราเร็วคงเดิม แต่ทิศทางตรงกันข้าม จงหาโมเมนตัมที่เปลี่ยนไปภายหลังจากชน และถ้าเวลาที่วัตถุชนกำแพง 0.5 วินาที จงหาแรงเฉลี่ยที่วัตถุนั้นกระทำต่อกำแพง

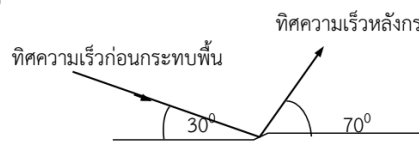
.....

.....

.....

.....

24. ลูกกลมโลหะมวล 0.5 กิโลกรัม วิ่งไปชนพื้นขอบโต๊ะด้วยความเร็ว 8 เมตรต่อวินาที และกระดอนออกด้วยความเร็ว 6 เมตรต่อวินาที (คิดการหมุน) ในทิศทำมุมกับพื้นตั้งรูป จงหาขนาดของโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป และถ้าเวลาที่ลูกกลมโลหะชนพื้นเท่ากับ 0.2 วินาที พื้นขอบโต๊ะออกแรงเฉลี่ยกระทำต่อลูกกลมโลหะเท่าใด



.....

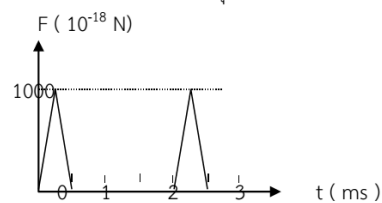
.....

.....

.....

25. ภาชนะรูปลูกบาศก์ มีพื้นที่แต่ละด้าน 100 ตารางเซนติเมตร ถ้าแก๊สบรรจุอยู่ N โมเลกุล ในรูปแสดงถึงกราฟของแรงที่โมเลกุลตัวหนึ่ง กระทำต่อผนังของภาชนะด้านที่เข้าชน โดยที่ F คือแรงในหน่วยนิวตัน (aN) หรือ 10^{-18} N และ t คือเวลาในหน่วยมิลิวินาที (ms)

26. จงหาว่าแรงเฉลี่ยในหน่วย aN ที่โมเลกุลตัวนี้กระทำต่อผนังของภาชนะมีค่าเท่าใด



.....

.....

.....

.....

27. สำหรับการทดลองเรื่องการชนของวัตถุในแนวตรง และเรื่องการบีบตัวแยกออกจากกันของวัตถุในแนวตรง จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่าคำกล่าวในข้อใดเป็นจริง

ก. การชนของรถทดลองที่ติดแผ่นเหล็กสปริงไว้ด้านที่ถูกชน พลังงานจลน์ของระบบก่อนชนกับหลังชน เท่ากันเสมอ ไม่ว่าจะเพิ่มมวลคันที่พุ่งเข้าชนเป็น 2 หรือ 3 เท่า

.....

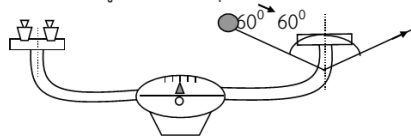
ข. การตีตัวแยกออกจากกันของรถทดลองสองคัน อัดแผ่นเหล็กสปริง โมเมนตัมของระบบไม่คงตัว เพราะก่อนตีตัวแยกออกจากกันโมเมนตัมของระบบเป็นศูนย์ แต่หลังตีตัวแยกออกจากกันโมเมนตัมของระบบไม่เป็นศูนย์

.....

ค. การตีตัวแยกออกจากกันของรถทดลองสองคันอัดแผ่นเหล็กสปริง พลังงานจลน์ของระบบไม่คงตัว มวล m_1 และ m_2 วิ่งตรงเข้าชนกันอย่างยืดหยุ่น หลังชนแล้วสะท้อนกลับทางเดิมความเร็วหลังชนของมวล m_1 และ m_2 เท่ากับ 4 เมตรต่อวินาที² และ 3 เมตรต่อวินาที² ตามลำดับ จงหาอัตราส่วนของ m_1/m_2

.....

28. ลูกทรงกลมโลหะ มีมวล 2.0 กรัมต่อลูก มีอัตราเร็ว 5.0 เมตรต่อวินาที พุ่งระดมใส่จานข้างหนึ่งของตาชั่งด้วยอัตรา 20 ลูกต่อวินาที ในแนวทำมุม 60° กับเส้นตั้งฉากของจานข้างและสะท้อนขึ้นจากจานตามกฎการสะท้อนด้วยอัตราเดียวกัน เพื่อให้ตาชั่งนี้อยู่ในสภาวะสมดุล จะต้องวางมวลลงอีกข้างของตาชั่งนี้ด้วยค่าเท่าไร



.....

29. ลูกกลม 2 ลูกชนกันและกระดอนออกจากกัน จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง

1. โมเมนตัมของระบบคงตัว
2. พลังงานจลน์ของระบบคงตัว
3. พลังงานรวมของระบบคงตัว

30. ในการทดลองเกี่ยวกับการชนของรถทดลอง 2 คัน A และ B บนพื้นราบไม่มีแรงเสียดทาน รถ A มีมวล 0.5 กิโลกรัม วิ่งเข้าชนรถ B ซึ่งอยู่กับที่ ภายหลังจากชนทั้งสองเคลื่อนที่ติดไปด้วยกัน โดยแถบกระดาษที่ติดไว้กับรถ A และผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาจะมีลักษณะดังแถบกระดาษนี้ รถ B ที่ใช้ในการทดลองนี้ มีมวลเท่าใด



.....

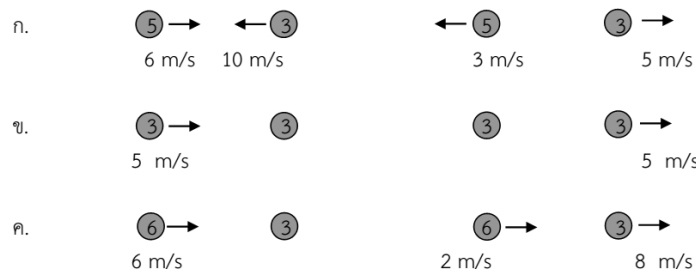
.....

.....

.....

.....

31. ในรูป ก ข และ ค แสดงการชนของมวล 2 มวล ซึ่งขนาดบอกด้วยตัวเลขในวงกลม และมีหน่วยเป็นกิโลกรัม รูปไหนจะเป็นการชนแบบยืดหยุ่นอย่างสมบูรณ์ เพราะเหตุใด



.....

.....

.....

32. มวล m วิ่งด้วยความเร็ว v เข้าชนมวล $5m$ ซึ่งหยุดอยู่กับที่ ถ้าในการชนไม่มีการเสียพลังงานจลน์ และหลังจากชนแล้วมวลทั้งสองต่างเคลื่อนที่ได้โดยอิสระ จงหาว่า

- ก. มวลที่ถูกชนจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าไร

.....

.....

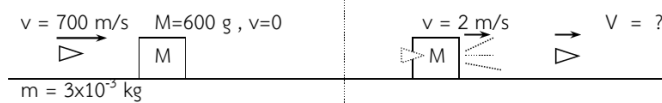
.....

.....

ข. โมเมนตัมของมวลอันแรกเปลี่ยนไปเท่าไร

33. รถทดลองมวล 1.0 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2 เมตร ต่อวินาที เข้าชนรถทดลองอีกคันหนึ่ง ซึ่งมีมวลเท่ากันและอยู่นิ่งหลังจากชนรถทดลองเคลื่อนที่ติดกันไป จงหาค่าพลังงานความร้อนที่เกิดจากการชน

34. ลูกปืนมวล 3 กรัม มีความเร็ว 700 เมตร ต่อวินาที วิ่งทะลุผ่านแท่งไม้ มวล 600 กรัม เกิดการดล ทำให้แท่งไม้มีความเร็ว 2 เมตร ต่อวินาที จงหาความเร็วของลูกปืนหลังทะลุผ่าน



35. ปล่อยลูกตุ้มเหล็กมวล 3,000 กิโลกรัม ของเครื่องตอกเสาเข็มจากที่สูง 5 เมตร เหนือเสาเข็ม มวล 1,000 กิโลกรัม โดยที่ลูกตุ้มเหล็กไม่กระทบจากหัวเสา ถ้าเสาเข็มจมลงไปในดินได้ 20 เซนติเมตร แรงต้านเฉลี่ยของดินเป็นกี่นิวตัน

36. รถยนต์คันหนึ่ง มวล 2,000 กิโลกรัม แล่นด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที แล้วชนกับรถยนต์อีกคันหนึ่งมวล 3,000 กิโลกรัม ซึ่งจอดอยู่นิ่งภายหลังการชนรถทั้งสองติดกัน และไกลไปได้ไกล 5 เมตร แล้วหยุด จงหาขนาดของแรงเสียดทานที่พื้นถนนกระทำต่อรถทั้งสองในหน่วยนิวตัน

41. มวล m วิ่งเข้าชน มวล M ที่ติดสปริงเบา มีค่าคงตัวของสปริง k ด้วยความเร็ว u ดังรูป พลังงานจลน์ของระบบเป็นเท่าใด เมื่อ m กับ M ไกลกันที่สุด



.....

.....

.....

.....

.....

42. ช่างไม้ใช้ค้อนมวล 200 กรัม ตีตะปูมวล 2 กรัม ในแนวราบ โดยความเร็วของค้อนก่อนกระทบตะปูเป็น 10 เมตร ต่อวินาที และค้อนไม่กระดอนจากหัวตะปู ถ้าเนื้อไม้มีแรงต้านทานเฉลี่ย 1,000 นิวตัน ตะปูจะลึกในเนื้อไม้กี่เซนติเมตร

.....

.....

.....

.....

.....

43. มวลขนาด 8 กิโลกรัม เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกด้วยความเร็ว 20 เมตร ต่อวินาที ไปชนกับมวลขนาด 2 กิโลกรัม ที่เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตกด้วยความเร็ว 10 เมตร ต่อวินาที พลังงานจลน์รวมเปลี่ยนไปกี่จูล

.....

.....

.....

.....

.....

44. ลูกปืนมวล 4 กรัม มีความเร็ว 1,000 เมตร ต่อวินาที ยิงทะลุแผ่นไม้หนัก 600 กรัม ที่ห้อยแขวนไว้ด้วยเชือกยาวหลังจากทะลุแผ่นไม้ ลูกปืนมีความเร็ว 400 เมตร ต่อวินาที จงหาว่าแท่งไม้จะแกว่งขึ้นไปสูงจากจุดหยุดนิ่งเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อสอบวิชา ฟิสิกส์ 2
เรื่อง โมเมนตัมและการชน

ข้อสอบปรนัยจำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน

คำสั่ง ให้ทำเครื่องหมาย × ด้วยดินสอลงใน ให้ตรงตามตัวเลือก ก, ข, ค และ ง ในกระดาษคำตอบ

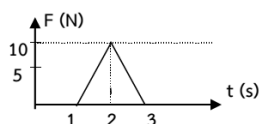
1. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับโมเมนตัม

1. โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศไปทางเดียวกับทิศความเร็ว
2. โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศไปทางเดียวกับทิศการเคลื่อนที่
3. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับความเร็ว ความชันกราฟมีหน่วยเช่นเดียวกับหน่วยของมวล
4. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับความเร็ว ความชันกราฟมีค่าเท่ากับมวลของวัตถุ

ก. 1 ข. 1, 2 ค. 1, 2, 3 ง. 1, 2, 3, 4

2. จากกราฟ มีแรงกระทำกับวัตถุ ในช่วงเวลาที่มีแรงกระทำนั้น (จากวินาทีที่ 1 – 3) จะทำให้วัตถุเปลี่ยนโมเมนตัมไปเท่าใด

- ก. 20 kg.m/s
ข. 15 kg.m/s
ค. 10 kg.m/s
ง. 5 kg.m/s



3. จากข้อ 2 แรงเฉลี่ยที่กระทำต่อวัตถุมีค่ากี่นิวตัน

ก. 10 N ข. 5.0 N ค. 2.5N ง. 0.5 N

4. การตกที่กระทำบนวัตถุหนึ่งจะมีค่าเท่ากับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณใดต่อไปนี้

ก. แรง ข. พลังงานจลน์ ค. โมเมนตัม ง. ความเร็ว

5. แรงที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง

1. มวล
2. ความเร็ว
3. เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนโมเมนตัม

คำตอบที่ถูกต้องคือ

ก. 1, 2, 3 ข. 2, 3 ค. 1, 3 ง. 1, 2

6. จงพิจารณาเหตุการณ์ต่อไปนี้ ข้อใดถูก

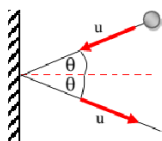
1. คนอยู่บนรถแล้ววิ่งไปข้างหน้า ทำให้รถถอยหลังไปบนพื้นฝืดเป็นผลให้โมเมนตัมของระบบคงที่
2. กระสุนปืนพุ่งชนแท่งไม้ซึ่งวางบนพื้น แล้วเคลื่อนที่ติดไปด้วยกัน ปรากฏว่าพลังงานจลน์ของระบบเปลี่ยนแปลงว่าเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น
3. วัตถุ ระเบิดเป็นสามส่วน แต่ละส่วนเคลื่อนที่คนละทิศ เหตุการณ์นี้โมเมนตัมของระบบคงที่

ก. ข้อ 1, 2 ข. ข้อ 1, 3 ค. ข้อ 2, 3 ง. ข้อ 1, 2 และ 3

7. ลูกบอลมวล 2.5 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2 เมตรต่อวินาที เข้าชนกล่องมวล 5 กิโลกรัมซึ่งอยู่นิ่ง ภายหลังชนบอลหยุดนิ่งแต่กล่องเคลื่อนที่ต่อไปในทิศเดิมด้วยความเร็วกี่เมตรต่อวินาที

ก. 2.5 ข. 2.0 ค. 1.5 ง. 1.0

8. ถ้าลูกบอลมวล m วิ่งเข้าชนกำแพงด้วยความเร็ว u โดยทำมุม θ กับเส้นตั้งฉาก ดังรูป ถ้าลูกบอลใช้เวลา t ในการกระทบ จงหาโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป



ก. $\frac{2mu \cos \theta}{t}$

ข. $2 mu \cos \theta \cdot t$

ค. $2 mu \cos \theta \cdot F$

ง. $2 mu \cos \theta$

9. เท็ดคัทตี้เตะลูกบอลมวล 0.5 kg ทำให้ลูกบอลเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 20 m/s เข้าชนฝาผนังในแนวตั้งฉาก แล้วสะท้อนกลับออกมาในแนวเดิมด้วยอัตราเร็ว 20 m/s เท่ากัน ถ้าลูกบอลกระทบฝาผนังนาน 0.05 วินาที จงหา การดลของลูกบอล และแรงเฉลี่ยที่ฝาผนังกระทำต่อลูกบอล

ก. การดล = $5 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ แรงเฉลี่ย = 100 N

ข. การดล = $10 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ แรงเฉลี่ย = 200 N

ค. การดล = $15 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ แรงเฉลี่ย = 300 N

ง. การดล = $20 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ แรงเฉลี่ย = 400 N

10. มวลสองก้อนเท่ากัน ก้อนหนึ่งหยุดนิ่ง เมื่อชนกันแล้วติดกันไป แสดงว่า

1. โมเมนตัมของระบบไม่เปลี่ยน

2. พลังงานจลน์ของระบบลดลง

3. ก้อนแรกที่มาหน้าจะมีความเร็วมากกว่า

ข้อความใดถูกต้อง

ก. ข้อ 1, 2 และ 3

ข. ข้อ 1, 3

ค. ข้อ 2, 3

ง. ข้อ 1, 2

11. การชนตามข้อใดมีการสูญเสียพลังงานจลน์มากที่สุด

ก. ภายหลังการชนเคลื่อนที่ติดฉากกัน

ข. ภายหลังการชนเคลื่อนที่สวนทางกัน

ค. ภายหลังการชนเคลื่อนที่ไปทางเดียวกัน

ง. ภายหลังการชนเคลื่อนที่ติดกันไป

12. มวล 1 กิโลกรัม มีความเร็ว 4 เมตรต่อวินาที พุ่งเข้าชนมวล 4 กิโลกรัม ซึ่งสวนมาด้วยความเร็ว 3 เมตรต่อวินาที ในแนวเส้นผ่านศูนย์กลางมวล ภายหลังการชนมวลทั้งสองติดกันไป จงหาพลังงานจลน์ที่หายไปเป็นจูล

ก. 22.5

ข. 19.6

ค. 14.4

ง. 4.8

13. ในการชนกันของวัตถุแบบไม่ยืดหยุ่น ข้อใดถูกต้อง

ก. พลังงานจลน์มีค่าคงตัว แต่โมเมนตัมไม่คงตัว

ข. โมเมนตัมมีค่าคงตัว แต่พลังงานจลน์มีค่าไม่คงตัว

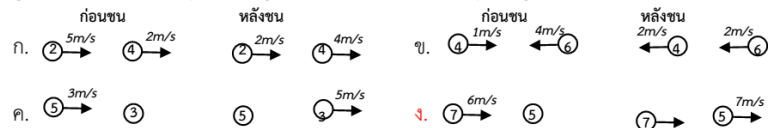
ค. ทั้งโมเมนตัม และพลังงานจลน์มีค่าไม่คงตัว

ง. ทั้งโมเมนตัม และพลังงานจลน์มีค่าคงตัว

14. มวลขนาด 4 กิโลกรัม และ 2 กิโลกรัม เคลื่อนที่ไปทางเดียวกันบนพื้นไม้ที่ไม่มีแรงเสียดทานด้วยความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที และ 10 เมตรต่อวินาที ตามลำดับหลังจากชนกันมวล 4 กิโลกรัม ยังคงเคลื่อนที่ในทิศเดิมด้วยความเร็ว 6 เมตรต่อวินาที และมวล 2 กิโลกรัม เคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกับมวล 4 กิโลกรัม ด้วยความเร็ว 18 เมตรต่อวินาที การชนนี้เป็นการชนแบบยืดหยุ่นหรือไม่ยืดหยุ่น

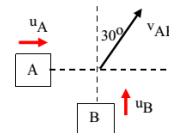
ก. ยืดหยุ่น
 ข. ไม่ยืดหยุ่น
 ค. ข้อมูลไม่เพียงพอ
 ง. เป็นได้ทั้งสองแบบ

15. จากรูปเป็นการชนของวัตถุ 2 ก้อน รูปใดเป็นการชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์



16. วัตถุ B มีมวลเป็น 2 เท่าของวัตถุ A วัตถุ A และ B วิ่งเข้าหากันเป็นมุมฉาก เข้าชนกันแล้วจะติดกันไป ด้วยความเร็ว v_{AB} ซึ่งมีทิศทาง ดังรูป ถ้า $u_A = 30$ เมตร/วินาที จงหาค่าของ u_B และ v_{AB} ตามลำดับ

ก. 15 m/s , 20 m/s
 ข. $15\sqrt{3}$ m/s , 20 m/s
 ค. 15 m/s , $20\sqrt{3}$ m/s
 ง. $15\sqrt{3}$ m/s , $20\sqrt{3}$ m/s



17. เวลาเรากระโดดลงจากที่สูง เมื่อเท้าถึงพื้น เรามักจะย่อเข่าเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอาการบาดเจ็บที่เท้า ข้อใดเป็นเหตุผลทางฟิสิกส์ที่ใช้อธิบายคำกล่าวนี้

ก. การย่อเข่าทำให้ความสูงที่กระโดดลงมาเพิ่มขึ้นทำให้เกิดแรงที่เท้าน้อยลง
 ข. การย่อเข่าทำให้โมเมนตัมลดลง จึงเกิดแรงที่เท้าน้อยลง
 ค. การย่อเข่าทำให้เวลาที่เท้ากระทำต่อพื้นสั้นลง ทำให้เกิดแรงที่เท้าน้อยลง
 ง. การย่อเข่าทำให้เวลาที่เท้ากระทำต่อพื้นนานขึ้น ทำให้เกิดแรงที่เท้าน้อยลง

18. ไข่ 2 ใบ ขนาดเท่ากัน ตกจากที่สูงเท่ากัน โดยไข่ A ตกลงบนฟองน้ำ แต่ไข่ B ตกลงบนพื้นไม้ ปรากฏว่าไข่ B แตก ไข่ A ไม่แตก ทั้งนี้เป็นเพราะอะไร

1. อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของ B มากกว่า A ขณะกระทบพื้น
 2. แรงที่พื้นกระทำต่อ B มากกว่าแรงที่พื้นกระทำต่อ A
 3. ขณะที่ตกถึงพื้น ไข่ B ถูกทำให้หยุดเร็วกว่าไข่ A
 4. ในขณะถึงพื้น โมเมนตัมของ B มากกว่าของ A
 5. แรงดลแปรผกผันกับเวลา ($F \propto \frac{1}{t}$)

ก. 2, 3, 4, 5 ข. 1, 2, 3, 5 ค. 1, 2, 3, 4 ง. 1, 2, 3