ภาคผนวก ค
แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWL Plus และเทคนิค Gallery Walk และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รหัสวิชา ว30202 รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โมเมนตัมและการชน เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

ภาคเรียนที่ 1 เวลา 3 ชั่วโมง

---

1. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

โมเมนตัม (momentum : P) คือ ผลคูณระหว่างระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ ซึ่งเป็นปริมาณหนึ่งที่บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน กล่าวได้อีกแบบหนึ่งว่า แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุทั้งขนาดและทิศทาง

2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. บอกความหมายของโมเมนตัมได้
2. บอกได้ว่าแรงที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้โมเมนตัมเปลี่ยนไป
3. บอกความหมายของแรงว่ามีความสัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมตามสมการ

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$$

3. สาระการเรียนรู้

- โมเมนตัม
- แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

4. ทักษะการคิด

1. คิดแก้ปัญหา
2. คิดวิเคราะห์
3. คิดริเริ่มสร้างสรรค์

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

5.1 ความสามารถในการคิด
- การวิเคราะห์ปัญหา
- การสำรวจค้นหา
- การสรุปความเห็น

5.2 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- การทำงานเป็นกลุ่ม

5.3 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี
- การนำความรู้ไปใช้

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ความซื่อสัตย์
- ความมีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ / กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ทดสอบก่อนเรียนเรื่องโมเมนตัมและการชน

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

KWL Plus

1. แจกกระดาษโพสต์อิท (POST IT) ให้นักเรียนแต่ละคน เขียนในหัวข้อแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัมโดยมีเวลาให้เขียนประมาณ 5 นาที ให้นักเรียนแบ่งเป็น 3 ช่อง คือ K W L โดยที่กำหนดให้

K เขียนสิ่งที่นักเรียนรู้แล้ว

W เขียนสิ่งที่นักเรียนอยากรู้

L เขียนสิ่งที่นักเรียนอยากรู้

จากนั้นให้นักเรียนนำกระดาษโพสต์อิท(POST IT) มาติดไว้ที่ครูกำหนดให้ (ครูดูสิ่งที่นักเรียนเขียนลงในกระดาษโพสต์อิท(POST IT) ของแต่ละคน เพื่อประเมินความรู้เดิมของนักเรียน)

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

1. ครูสนทนากับนักเรียนถึงประสบการณ์การเล่นกีฬาของนักเรียนบางชนิดเช่น บาสเกตบอลวอลเลย์บอลห่วงยางแล้วถามนักเรียนเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยใช้คำถามกับนักเรียนดังนี้

- วัตถุที่มีมวลและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมีพลังงานกลเกิดขึ้นหรือไม่พลังงานที่เกิดขึ้นเป็นพลังงานชนิดใด (มีพลังงานกลเกิดขึ้นคือพลังงานจลน์)
- พลังงานจลน์ที่เกิดขึ้นมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณใด (มวลและความเร็วของวัตถุ)

2. ครูตั้งปัญหาเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรมรับถุงทรายว่า นักเรียนทราบหรือไม่ว่าการที่ออกแรงต่างกันเพื่อรับวัตถุนั้น ขึ้นกับปริมาณใดบ้าง ให้นักเรียนลองทำกิจกรรมการรับถุงทราย

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 5 คนโดยใช้เกณฑ์ 1 : 2 : 1 (เก่ง : ปานกลาง : อ่อน)

2. ครูสุ่มนักเรียนประมาณ 10 คน ทำกิจกรรมการรับถุงทราย โดยให้ใช้มือขวาถือถุงทรายถุงหนึ่งอยู่เหนือมือซ้ายประมาณ 20 เซนติเมตร ปล่อยถุงทรายตกลงบนมือซ้าย โดยใช้มือ

ซ้ายรับถุงทรายที่ตกลงมาให้หยุดนิ่งในมือโดยพยายามไม่ให้เคลื่อนที่ ทำการทดลองซ้ำโดยมือขวาอยู่เหนือมือซ้ายประมาณ 50 เซนติเมตร แล้วปล่อยถุงทรายถุงเดิม ให้นักเรียนเปรียบเทียบแรงที่มือซ้ายรับถุงทรายเพื่อไม่ให้ถุงทรายเคลื่อนที่ในแต่ละครั้ง

3. ครูนำนักเรียนอภิปรายผลจากการทำกิจกรรม โดยตั้งปัญหาถามนักเรียนว่า

- ในการออกแรงของมือซ้ายที่รับถุงทรายทั้งสองกรณีแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร *(แรงที่ใช้รับถุงทรายจากระดับที่สูงกว่าจะมีค่ามากกว่าถุงทรายระดับต่ำ)*
- ความเร็วของถุงทรายขณะที่ตกถึงมือซ้ายทั้งสองกรณีแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร *(ถุงทรายที่ปล่อยจากระดับสูงจะมีความเร็วมากกว่าถุงทรายที่ปล่อยจากระดับต่ำขณะกระทบมือ)*
- ความเร็วของถุงทรายทั้งสองกรณีเกี่ยวข้องกับการออกแรงรับถุงทรายหรือไม่อย่างไร *(ถุงทรายที่มีความเร็วมากกว่าจะต้องออกแรงรับมากกว่าถุงทรายที่มีความเร็วน้อย)*

4. ครูให้นักเรียนทำการทดลองใหม่ โดยใช้มือขวารับถุงทราย 1 ถุง จากระดับที่อยู่เหนือมือซ้ายประมาณ 30 เซนติเมตร และใช้มือซ้ายรับถุงทรายให้หยุดนิ่งในมือโดยพยายามไม่ให้ถุงทรายเคลื่อนที่ แล้วทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง แต่เปลี่ยนเป็นถุงทราย 2 ถุงมัดติดกัน โดยปล่อยถุงทรายที่ระยะความสูง 30 เซนติเมตร เปรียบเทียบแรงที่มือซ้ายต้านถุงทรายเพื่อไม่ให้ถุงทรายเคลื่อนที่ในแต่ละครั้ง

5. ครูนำนักเรียนอภิปรายผลจากการทำกิจกรรม ว่า

- แรงที่มือซ้ายใช้รับถุงทรายทั้งสองกรณีแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร *(แรงที่ใช้รับถุงทรายที่มีมวลมากจะมีค่ามากกว่าแรงที่ใช้รับถุงทรายที่มีมวลน้อย)*
- ความเร็วของถุงทรายขณะที่ตกถึงมือซ้ายทั้งสองกรณีแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร *(ความเร็วของถุงทรายทั้งสองกรณีมีค่าเท่ากัน)*
- มวลของถุงทรายทั้งสองกรณีเกี่ยวข้องกับการออกแรงรับถุงทรายหรือไม่อย่างไร *(ถุงทรายที่มีมวลมาก จะต้ออกแรงรับมากกว่าถุงทรายที่มีมวลน้อย)*

6. ครูให้นักเรียนสรุปว่า จากการทำกิจกรรมทั้ง 2 ตอน เราจะสรุปได้ว่าอย่างไร *(แรงที่ใช้หยุดการเคลื่อนที่ของวัตถุใดๆขึ้นอยู่กับมวลและความเร็วของวัตถุนั้น)*

7. ครูให้ความรู้นักเรียนเรื่องโมเมนตัมว่า ผลคูณระหว่างมวลกับความเร็วของวัตถุเรียกว่า โมเมนตัม ซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศเดียวกับทิศของความเร็ว มีหน่วยเป็น กิโลกรัมเมตร/วินาที หรือ นิวตัน/วินาที

8. ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า โมเมนตัมของวัตถุเป็นปริมาณที่มีอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ใช้บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ

9. ครูถามนักเรียนว่า ถ้าจะทำให้วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ให้หยุดนิ่ง แรงต้านที่กระทำต่อวัตถุที่มีโมเมนตัมมากกับโมเมนตัมน้อยจะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร *(แตกต่างกัน คือ วัตถุที่มีโมเมนตัมมากจะต้องออกแรงต้านมากกว่าวัตถุที่มีโมเมนตัมน้อย)*

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)

1. ครูอธิบายเพิ่มเติมและให้ความรู้ตามรายละเอียดในใบความรู้ว่าผลคูณระหว่างมวลกับความเร็วเรียกว่าโมเมนตัมซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์มีทิศเดียวกับทิศของความเร็วและมีหน่วยเป็นกิโลกรัมเมตร/วินาที

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปว่าโมเมนตัมของวัตถุเป็นปริมาณที่มีอยู่ในวัตถุที่กาลังเคลื่อนที่ใช้บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ

3. ครูนำนักเรียนอภิปรายเรื่องแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม โดยใช้สถานการณ์ว่า

- ในการเตะลูกฟุตบอลที่หยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ออกไปด้วยความเร็วต่างกัน จะต้องออกแรงต่างกันหรือไม่ อย่างไร (เตะลูกฟุตบอลให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากต้องออกแรงมากกว่าเตะฟุตบอลให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วน้อย)
- แรงที่กระทำต่อลูกฟุตบอล มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของลูกฟุตบอลหรือไม่ อย่างไร (แรงที่กระทำต่อลูกฟุตบอลมากจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลงมาก)
- จากกรณีนี้เราจะสรุปได้ว่าอย่างไร *(แรงที่กระทำต่อวัตถุมีผลต่อการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ)*

4. ครูทบทวนกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน และการนำกฎนี้ไปหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงและโมเมนตัมของวัตถุ จนได้สมการว่า $\vec{F} = \frac{m\vec{v} - m\vec{u}}{\Delta t}$

5. ครูเน้นให้นักเรียนทราบว่า กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน อาจกล่าวอีกแบบหนึ่งว่า แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุใดๆ จะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุนั้นทั้งขนาดและทิศทาง

6. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัมว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase)

Gallery walk

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองเขียนลงในกระดาษบู๊ฟที่แจกให้ตามรูปแบบหัวข้อการทดลองให้เวลา 10 นาที

2. นักเรียนส่งตัวแทนนำข้อมูลของกลุ่มตัวเองมาติดไว้บริเวณที่ครูกำหนดให้

3. นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำปากกาเคมีที่แจกให้ในแต่ละกลุ่ม เดินเวียนกลุ่มตามเข็มนาฬิกาโดยมีเวลากลุ่มละ 5 นาที โดยให้นักเรียนใส่เครื่องหมายถูกหลังข้อความที่นักเรียนเห็นด้วย ใส่เครื่องหมายผิดหลังข้อความที่นักเรียนไม่เห็นด้วย และใส่เครื่องหมายคำถามหลังข้อความที่นักเรียนสงสัย

4. เมื่อหมดเวลานักเรียนเดินกลับมายังกลุ่มของตนเองเพื่อดูสิ่งที่เพื่อนในแต่ละกลุ่มเขียนไว้ แล้วตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง

5. ครูนำผลงานของกลุ่มที่มีเครื่องหมายถูกมากที่สุดมาหน้าชั้นเรียนให้นักเรียนกลุ่มอื่นได้ดู และถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้เกิดความรู้ใหม่ๆ และถูกต้องมากขึ้น

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

1. นักเรียนตรวจผลงานของกลุ่มพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องความเข้าใจของกิจกรรม

2. นักเรียนตรวจสอบคำตอบจากการอภิปรายหน้าชั้นเรียน

3. ครูสังเกตความสนใจความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้ดาวกับกลุ่มที่มีเครื่องหมายถูกมากที่สุด และทำการทดลองได้ถูกต้อง

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

1. ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนนาความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในเหตุการณ์ประจำวัน เช่น

- เหตุการณ์ที่รถยนต์วิ่งไปชนกาแพงทาให้คนในรถยนต์ถึงกลับเสียชีวิตเพราะคอหัก นักเรียนคิดว่าเรื่องนี้เกี่ยวข้องกับโมเมนตัมหรือไม่
- นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ได้อย่างไร (เปิดโอกาสให้นักเรียนตอบได้หลากหลายเช่นนักเรียนอาจตอบว่าขับให้ช้าลงเพื่อลดโมเมนตัมของวัตถุหรือติดตั้งถุงลมนิรภัยเป็นต้น

2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความหมายของโมเมนตัมของวัตถุสมการการคำนวณและสรุปได้ว่าโมเมนตัมเป็นปริมาณที่บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุและเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศตามทิศของความเร็วในการที่จะทำให้วัตถุหยุดนิ่งนั้นวัตถุที่มีโมเมนตัมมากจะทำให้หยุดการเคลื่อนที่ยากกว่าวัตถุที่มีโมเมนตัมน้อย

3. อภิปราย สรุปเนื้อหา ด้วยคำถามต่อไปนี้

- โมเมนตัมของวัตถุ คืออะไร (โมเมนตัม(momentum : P) คือ ผลคูณระหว่างระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ ซึ่งเป็นปริมาณหนึ่งที่บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุมีค่า $\vec{p} = m\vec{v}$)
- โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์หรือสเกลาร์ และมีหน่วยเป็นอะไร (โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศตามทิศของความเร็ว มีหน่วยเป็นกิโลกรัมเมตรต่อวินาที)
- แรงลัพธ์สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมอย่างไร (แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุทั้งขนาดและทิศทาง)

4. ครูยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม 2 ข้อ จากแบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์ แสดงวิธีทำบนกระดาน

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์
2. เอกสารประกอบการสอน/ใบความรู้/แบบฝึกเสริมฯ เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม
3. กระดาษโพสต์อิท(POST IT)
4. กระดาษบู๊ฟ
5. ถุงทราย

9. การวัดและประเมินผล

9.1 วิธีการวัดและประเมินผล

1. วัดความเข้าใจของนักเรียน โดยการตอบคำถามของนักเรียน
2. วัดความสนใจของนักเรียน โดยดูจากการตั้งใจฟังครูบรรยาย และการพยายามตอบคำถามครู และมีความสนใจที่จะถามข้อสงสัย และการให้ความร่วมมือในการเรียน
3. การทำแบบฝึกหัดจากใบงานที่แจกให้นักเรียน/การส่งการบ้าน
4. สังเกตจากการร่วมอภิปรายโดยการสุ่มนักเรียน 4 คน

9.2 เครื่องมือวัดและประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

9.3 เกณฑ์การวัดและประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล นักเรียนต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

2. ตรวจแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการสอน

รหัสวิชา ว30202 รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โมเมนตัมและการชน เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม
ภาคเรียนที่ 1 เวลา 3 ชั่วโมง

---

1. จำนวนนักเรียนที่ใช้สอน.....

2. ผลการสอน

2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.5) พฤติกรรม/การมีส่วนร่วมของนักเรียน

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.6) ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบกิจกรรม การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

……

……

3. ปัญหาและอุปสรรค

……

……

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

……

……

ลงชื่อ…… ผู้สอน/ผู้บันทึก

(นางสุธาสินี รัมมะญาณ)

ตำแหน่งครู

……/……/……

ใบความรู้ที่ 1
เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

โมเมนตัม คือ อะไร (Momentum ; $\vec{P}$)

เราทราบกันแล้วว่า วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่จะมีพลังงานจลน์ วัตถุใดมีพลังงานจลน์มาก จะมีความเร็วหรือมวลมาก วัตถุใดมีพลังงานจลน์น้อย จะมีความเร็วหรือมวลน้อย และวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่จะมีคุณสมบัติข้อหนึ่ง คือ พยายามเคลื่อนที่ไปข้างหน้าตลอดเวลา วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุเป็นศูนย์ แต่ถ้าจะให้วัตถุที่เคลื่อนที่หยุดลง เราจะต้องออกแรงกระทำกับวัตถุ และแรงนั้นจะต้องเป็นแรงต้านคือมีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุ ถ้าเราใช้มือต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุก้อนหนึ่งซึ่งมีความเร็วมาก และวัตถุอีกก้อนหนึ่งซึ่งมีมวลเท่ากันแต่มีความเร็วน้อย เราจะรู้สึกออกแรงต้านไม่เท่ากัน วัตถุที่มีความเร็วมากจะต้องใช้แรงต้านมากกว่า และถ้าเราใช้มือต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุสองก้อนซึ่งมีความเร็วเท่ากัน แต่วัตถุก้อนหนึ่งมีมวลมากกว่าวัตถุอีกก้อนหนึ่ง วัตถุที่มีมวลมากต้องใช้แรงต้านมากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย ฉะนั้นเราสามารถบอกได้ว่าในการเคลื่อนที่ของวัตถุจะใช้แรงมากหรือน้อย ขึ้นกับมวลและความเร็วของวัตถุ ถ้าเรานำ **มวลคูณกับความเร็วของวัตถุ** เราเรียกค่าที่ได้ว่า **โมเมนตัมของวัตถุ**

โมเมนตัม เป็นปริมาณหนึ่งซึ่งบอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ และเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศตามทิศของความเร็วในการที่จะทำให้วัตถุหยุดนิ่งนั้น วัตถุที่มีโมเมนตัมมากจะทำให้หยุดการเคลื่อนที่ยากกว่าวัตถุที่มีโมเมนตัมน้อย

เมื่อ $\vec{P}$ = โมเมนตัมของวัตถุ

m = มวลของวัตถุ

$\vec{v}$ = ความเร็วของวัตถุ

เขียนเป็นสมการได้ว่า $\vec{P} = m\vec{v}$

โมเมนตัม มีหน่วยเป็น กิโลกรัม.เมตร / วินาที (kg.m/s)

ตัวอย่างที่ 1

จงหาโมเมนตัมของรถยนต์มวล 2×10^3 กิโลกรัม ซึ่งกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 72 กิโลเมตร/ชั่วโมง

วิธีทำ กำหนดให้ $m = 2 \times 10^3$ kg , $v = 72$ km/hr $= 20$ m/s

จาก $\vec{P} = m\vec{v}$

แทนค่า $\vec{P} = (2 \times 10^3)(20)$

$= 4 \times 10^4$ kg.m/s

ตอบ ขนาดโมเมนตัมของรถยนต์เท่ากับ 4×10^4 กิโลกรัม.เมตร / วินาที

ตัวอย่างที่ 2

ปล่อยลูกเทนนิสมวล 0.5 กิโลกรัม จากจุดซึ่งสูงจากพื้น 5 เมตร เมื่อลูกเทนนิสกระทบพื้น จะมีโมเมนตัมเท่าใด

วิธีทำ กำหนดให้ $m = 0.5$ kg ,$v =$? m/s, $h = 5$ m หา v ก่อน แล้วหา $\vec{P}$

จากหลักทรงพลังงาน จะได้ $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$

$v = \sqrt{2gh}$

$v = \sqrt{2 \times 10 \times 5} = 10$ m/s

หาโมเมนตัม จาก $\vec{P} = m\vec{v}$

แทนค่า $\vec{P} = (0.5)(10) = 5$ kg.m/s

ตอบ ลูกเทนนิสมีขนาดโมเมนตัมเท่ากับ 5 กิโลกรัม.เมตร / วินาที

ตัวอย่างที่ 3

วัตถุมีมวล 8 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 5 เมตร/วินาที^{2}ได้ระยะทาง 10 เมตร จะมีโมเมนตัมเท่าไร

วิธีทำ กำหนดให้ $m = 8$ kg , $v =$? m/s, $S = 10$ m , $a = 5$ m/s^{2}หา v ก่อนแล้วหา $\vec{P}$

จาก $v^2 = u^2 + 2aS$, ($u = 0$)

จะได้ $v = \sqrt{2aS}$

$v = \sqrt{2 \times 5 \times 10} = 10$ m/s

หาโมเมนตัม จาก $\vec{P} = m\vec{v}$

แทนค่า $\vec{P} = (8)(10) = 80$ kg.m/s

ตอบ วัตถุนี้มีขนาดโมเมนตัมเท่ากับ 80 กิโลกรัม.เมตร / วินาที

ตัวอย่างที่ 4

ลูกบอลวิ่งเข้ากระทบกำแพงด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที มีโมเมนตัมของลูกบอลขณะกระทบกำแพงเท่ากับ 10 กิโลกรัม.เมตร/วินาที ลูกบอลมีมวลเท่าใด

วิธีทำ กำหนดให้ $\vec{P}$ = 10 kg.m/s , v = 20 m/s , หา m = ?

จาก $\vec{P} = m\vec{v}$

จะได้ $m = \frac{\vec{P}}{\vec{v}} = \frac{10}{20} = 0.5$ kg

ตอบ ลูกบอลมีมวลเท่ากับ 0.5 กิโลกรัม

ตัวอย่างที่ 5

วัตถุมีมวล 6 กิโลกรัม เคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร่ง 2 เมตร/วินาที^{2} หลังจากเวลาผ่านไป 3 วินาที จะมีโมเมนตัมเท่าใด

วิธีทำ กำหนดให้ m = 6 kg , v = ? m/s, t = 3 s , a = 2 m/s^2 หา v ก่อน แล้วหา $\vec{P}$

จาก $v = u + at$, (u = 0)

จะได้ $v = at = (2)(3) = 6$ m/s

หาโมเมนตัม จาก $\vec{P} = m\vec{v}$

แทนค่า $\vec{P} = (6)(6) = 36$ kg.m/s

ตอบ วัตถุนี้มีขนาดโมเมนตัมเท่ากับ 36 กิโลกรัม.เมตร / วินาที

ตัวอย่างที่ 6

ก้อนหินมวล 2 กิโลกรัม ตกจากที่สูง 200 เมตร เหนือพื้นดิน จงหาโมเมนตัมของก้อนหินนี้เมื่อเวลาผ่านไป 4 วินาที

วิธีทำ กำหนดให้ m = 6 kg , v = ? m/s, t = 4 s, h = 200 m หา v ก่อนแล้วหา $\vec{P}$

จาก $v = u + gt$, (u = 0)

จะได้ $v = gt = (10)(4) = 40$ m/s

หาโมเมนตัม จาก $\vec{P} = m\vec{v}$

แทนค่า $\vec{P} = (2)(40) = 80$kg.m/s

ตอบ ก้อนหินมีขนาดโมเมนตัมเท่ากับ 80 กิโลกรัม.เมตร / วินาที

ตัวอย่างที่ 7

วัตถุชิ้นหนึ่งมีความเร็ว 4 เมตร/วินาที มีพลังงานจลน์ 8 จูล จะมีโมเมนตัมเท่าใด

วิธีทำ กำหนดให้ m = ? kg , v = 4 m/s , E_k = 8 J หา m ก่อน แล้ว หา $\vec{P}$

จาก $E_k = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow m = \frac{2E_k}{v}$ $\Rightarrow$ $m = \frac{2(8)}{4} = 4$ kg

หาโมเมนตัม จาก $\vec{P} = m\vec{v}$ = (4)(4) = 16 kg.m/s

ตอบ วัตถุนี้มีขนาดโมเมนตัมเท่ากับ 16 กิโลกรัม.เมตร / วินาที

การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ($\Delta\vec{P}$)

เมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่เปลี่ยนไปจากเดิม ขนาดของความเร็วเปลี่ยนแปลงไปโดยไม่เปลี่ยนทิศทาง หรือ ขนาดของความเร็วไม่เปลี่ยนแต่ทิศของความเร็วเปลี่ยน ก็เป็นผลให้สภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเปลี่ยนไปด้วย ซึ่งเรียกว่า มีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ทิศของการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมจะมีทิศเดียวกับการเปลี่ยนแปลงความเร็ว

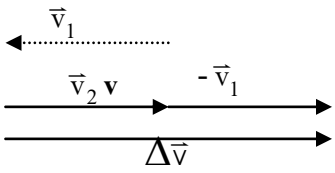
หาขนาดของการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมได้ดังนี้

$$\Delta\vec{P} = \vec{P}_2 - \vec{P}_1$$

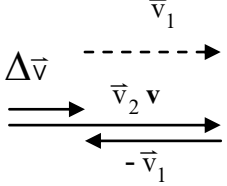
หรือ $$\Delta\vec{P} = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$$

หรือ $$\Delta\vec{P} = \mathbf{m(\vec{v}_2 - \vec{v}_1)}$$

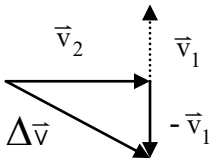
หรือ $$\Delta\vec{P} = \mathbf{m\Delta\vec{v}}$$



รูป ก.



รูป ข.



รูป ค.

จากรูป ก. ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไป เมื่อ ขนาดของความเร็วไม่เปลี่ยน แต่ทิศของความเร็วเปลี่ยน

จากรูป ข. ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไป เมื่อขนาดของความเร็วเปลี่ยน แต่ทิศของความเร็วไม่เปลี่ยน

จากรูป ค. ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไป เมื่อขนาดของความเร็วเปลี่ยน และทิศของความเร็วเปลี่ยน

ผลจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุ และทิศของโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป จะมีทิศเดียวกับทิศของความเร็วที่เปลี่ยนไป

ตัวอย่างที่ 1

ชายคนหนึ่งมีมวล 40 กิโลกรัม ขับรถยนต์ด้วยความเร็วคงที่ 72 กิโลเมตร/ชั่วโมง บนถนนตรงสายหนึ่ง ถ้าเขาบังคับให้รถหยุดภายในเวลาขณะหนึ่ง จงหาโมเมนตัมที่เปลี่ยนไปที่เกิดขึ้น

วิธีทำ จาก $\Delta P = mv - mu$, $u = 72\ (1000/3600) = 20$ m / s

แทนค่า $\Delta P = (40)(0) - (40)(20) = -80$ kg.m/s

ตอบ โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปเท่ากับ 80 กิโลกรัมเมตรต่อวินาที มีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่

แบบฝึกหัดที่ 1

เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

ชื่อ……ชั้น……เลขที่……..กลุ่มที่……

1. ลูกบอลวิ่งเข้ากระทบกำแพงด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที มีโมเมนตัมของลูกบอลขณะกระทบกำแพงเท่ากับ 10 กิโลกรัม.เมตร/วินาที ลูกบอลมีมวลเท่าใด

   ……
   ……...
   ……
   ……
   ……...
   ……

2. วัตถุมีมวล 6 กิโลกรัม เคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร่ง 2 เมตร/วินาที^{2} หลังจากเวลาผ่านไป 3 วินาที จะมีโมเมนตัมเท่าใด

   ……
   ……...
   ……
   ……
   ……...
   ……

3. ก้อนหินมวล 2 กิโลกรัม ตกจากที่สูง 200 เมตร เหนือพื้นดิน จงหาการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของ ก้อนหินนี้ เมื่อเวลาผ่านไป 4 วินาที

   ……
   ……...
   ……
   ……
   ……...
   ……
   ……

แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

ที่	พฤติกรรม / ชื่อ - สกุล	ความสนใจ			การแสดงความคิดเห็น			การตอบคำถาม			การยอมรับฟังผู้อื่น			ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย			รวมคะแนน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

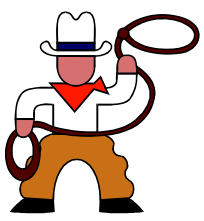
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน = ดี

2 คะแนน = ปานกลาง

1 คะแนน = ปรับปรุง



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รหัสวิชา ว30202 รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โมเมนตัมและการชน เรื่อง การดลและแรงดล

ภาคเรียนที่ 1 เวลา 3 ชั่วโมง

---

1. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การดล (Impulse) คือ การเปลี่ยนโมเมนตัม เป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศเดียวกับทิศของความเร็วที่เปลี่ยนไป มีหน่วยเป็น kg. m/s หรือ N.s

แรงดล (Impulse Force) คือ อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัม หรือ แรงลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนโมเมนตัมในช่วงเวลาสั้นๆ

2. ผลการเรียนรู้

1. บอกได้ว่าแรงดลเป็นแรงที่กระทำในช่วงเวลาสั้นๆ
2. วิเคราะห์ความหมายของการดลว่าเท่ากับผลคูณของแรงดลกับช่วงเวลาการชน
3. คำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดลและแรงดลได้

3. สาระการเรียนรู้

- การดลและแรงดล

4. ทักษะการคิด

1. คิดแก้ปัญหา
2. คิดวิเคราะห์
3. คิดริเริ่มสร้างสรรค์

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

5.1 ความสามารถในการคิด

- การวิเคราะห์ปัญหา
- การสำรวจค้นหา
- การสรุปความเห็น

5.2 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

- การทำงานเป็นกลุ่ม

5.3 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

- การนำความรู้ไปใช้

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ความซื่อสัตย์
- ความมีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

1. แจกกระดาษโพสต์อิท (POST IT) ให้นักเรียนแต่ละคน เขียนในหัวข้อการดลและแรงดล โดยมีเวลาให้เขียนประมาณ 5 นาที ให้นักเรียนแบ่งเป็น 3 ช่อง คือ K W L โดยที่กำหนดให้

K เขียนสิ่งที่นักเรียนรู้แล้ว

W เขียนสิ่งที่นักเรียนอยากรู้

L เขียนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้อะไรไปบ้างแล้ว

โดยนักเรียนเขียนเพียง 2 ช่อง คือ K กับ W จากนั้นให้นักเรียนนำกระดาษโพสต์อิท (POST IT) มาติดไว้ที่ครูกำหนดให้ (ครูดูสิ่งที่นักเรียนเขียนลงในกระดาษโพสต์อิทของแต่ละคน เพื่อประเมินความรู้เดิมของนักเรียน)

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

ครูทบทวนว่า เมื่อมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำกับวัตถุจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไป ครูตั้งปัญหาเพื่อนำเข้าสู่การพิจารณาสถานการณ์การปล่อยไข่มวลเท่ากันให้ตกลงบนฟองน้ำหนาๆ และปล่อยให้ตกบนพื้นแข็ง จากที่ระดับความสูง 1 เมตร เท่ากันถ้าต้องการให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลงค่าหนึ่ง ขนาดของแรงกระทำจะเกี่ยวข้องกับช่วงเวลาที่ออกแรงกระทำกับวัตถุหรือไม่ อย่างไร

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

1. ครูยกสถานการณ์การปล่อยไข่ 2 ใบที่มีมวลเท่ากัน ตกจากระดับความสูงเดียวกัน ใบหนึ่งให้ตกลงบนพื้นแข็งอีกใบหนึ่งให้ตกลงบนฟองน้ำนุ่มๆ จากสถานการณ์การปล่อยไข่ ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้คำถาม

1.1 ความเร็วของไข่ ขณะตกกระทบฟองน้ำกับพื้นแข็งต่างกันหรือไม่ อย่างไร (เท่ากัน เนื่องจาก ปล่อยที่ระดับความสูงเดียวกัน)

1.2 ผลที่เกิดขึ้นเมื่อไข่ตกกระทบกับฟองน้ำกับตกกระทบพื้นแข็งต่างกันหรือไม่อย่างไร(ไข่ที่ตกลงบนพื้นแข็งจะแตก ส่วนไข่ที่ตกลงบนฟองน้ำจะไม่แตก)

1.3 โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปของไข่ทั้งสองเมื่อตกลงบนฟองน้ำกับตกลงบนพื้นแข็งแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร ถ้ามวลของไข่เท่ากัน (เท่ากัน)

1.4 แรงที่ฟองน้ำกระทำกับไข่และแรงพื้นกระทำกับไข่แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (แรงที่ฟองน้ำกระทำกับไข่น้อยกว่าแรงพื้นกระทำกับไข่)

1.5 ช่วงเวลาที่ไข่ใช้ในการเปลี่ยนโมเมนตัมขณะกระทบฟองน้ำจนหยุดนิ่งต่างกับช่วงเวลาที่ไข่กระทบพื้นแข็งแล้วหยุดนิ่งหรือไม่ อย่างไร (ช่วงเวลาที่ไข่เปลี่ยนโมเมนตัมขณะกระทบฟองน้ำจนหยุดนิ่งมากกว่าช่วงเวลาที่ไข่กระทบพื้นแข็ง)

2. ครูชี้ให้เห็นว่าจากสถานการณ์การปล่อยไข่ แรงที่กระทำต่อวัตถุนอกจากจะขึ้นอยู่กับค่าของการเปลี่ยนโมเมนตัมแล้วยังขึ้นกับช่วงเวลาที่แรงกระทำกับวัตถุเพื่อเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ

3. ครูใช้สมการ $\vec{F}\Delta t = m\vec{v} - m\vec{u}$ อธิบายผลของสถานการณ์ปล่อยไข่ ว่า เมื่อพิจารณา $m\vec{v} - m\vec{u}$ เป็นค่าคงตัว Δt คือ ช่วงเวลาที่ไข่กระทบฟองน้ำและกระทบพื้นแข็ง จะเห็นว่าเวลาที่ไข่กระทบฟองน้ำมากกว่า ดังนั้นแรงต้าน $\vec{F}$ ที่กระทำกับไข่จึงน้อยกว่า เป็นผลทำให้ไข่อาจไม่แตก สำหรับไข่ที่ตกลงบนพื้นราบแข็งนั้นเวลาในการตกกระทบน้อย แรงที่พื้นกระทำกับไข่มีค่ามาก ดังนั้นไข่จึงอาจแตกได้

4. ครูให้ความรู้ว่า ผลคูณของแรงกับช่วงเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุ เรียกว่า การดล เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศเดียวกับทิศของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น นิวตัน.วินาที หรือ กิโลกรัม.เมตร /วินาที ครูเน้นว่าในกรณีที่การดลทำให้วัตถุเปลี่ยนโมเมนตัมในแนวตรง คือ การดลกับโมเมนตัมเดิมอยู่ในแนวเดียวกัน โดยอาจมีทิศเดียวกัน หรืออาจทิศตรงข้ามก็ได้ ดังนั้นการใช้สูตร $\vec{F}\Delta t = m\vec{v} - m\vec{u}$ จึงใช้เครื่องหมายบวก (+) และลบ (-) กำหนดทิศทางของปริมาณเวกเตอร์

5. ครูยกตัวอย่างการกระทบกันของวัตถุ 2 สิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น ลูกบอลกระทบกำแพง ลูกเทนนิสกระทบไม้เทนนิส ค้อนกระทบตะปู รถยนต์ชนกัน เป็นต้น แล้วชี้ให้เห็นว่า แรงที่วัตถุกระทำต่อกันในช่วงเวลาของการกระทบมีขนาดไม่คงตัว ตัวอย่างของจริงคือ ลูกเทนนิสกระทบไม้ตีเทนนิส

6. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเรื่องนี้ได้ดีขึ้น ครูทบทวนเกี่ยวกับแรงที่ทำให้สปริงยืดออกหรือหดเข้าที่เคยศึกษามาในเรื่องพลังงานศักย์ยืดหยุ่นว่า เมื่อวัตถุออกแรงกระทำต่อสปริง ขนาดของแรงที่สปริงทำกับวัตถุแปรตามระยะที่สปริงยืดออก หรือหดจากตำแหน่งสมดุล จากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติมจากสถานการณ์ลูกเทนนิสกระทบไม้ตีเทนนิส ลูกเทนนิสจะออกแรงดันเอ็นไนลอนให้ยุบเข้าไป เอ็นไนลอนจะออกแรงกระทำกับลูกเทนนิสในทิศทางตรงข้ามด้วยขนาดที่ไม่คงที่ เนื่องจากขนาดของแรงนี้แปรตามระยะทาง เมื่อบันทึกแรงกับเวลา นำมาเขียนกราฟ

7. ครูยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์จากแบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์แสดงวิธีทำบนกระดาน

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)

1. ให้นักเรียนพิจารณากราฟรูปที่ 2 ก. และ ข. แล้วอภิปรายเกี่ยวกับขนาดของแรงที่กระทำต่อลูกเทนนิสในช่วงเวลาต่างกัน จนได้ข้อสรุปว่า

- ขนาดของแรงกระทำ ขณะที่ลูกเทนนิสกระทบไม้ตีเทนนิสไม่คงตัว

- ขณะที่วัตถุสองสิ่งกระทบกัน แรงที่เกิดขึ้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ค่าแรงสูงสุดอ่านได้ตรงจุดยอดของเส้นกราฟ

- พื้นที่ใต้กราฟ คือขนาดการดล

- ถ้าขนาดของการดลเท่าเดิม แต่เวลาในการกระทบของวัตถุมากขึ้น ค่าของแรงสูงสุดจะลดลง

2. ชี้ให้นักเรียนเห็นว่า ถ้าจะทำให้วัตถุมีการดลค่าหนึ่งอาจออกแรงมากกระทำกับวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ หรืออกแรงน้อยๆกระทำต่อวัตถุในช่วงเวลายาวก็ได้

3. อธิบายเพิ่มเติมว่า ในกรณีหาค่าการดลจากผลคูณของแรง $\vec{F}$ กับช่วงเวลา Δt นั้น แรงที่ใช้ต้องคงตัว แต่ในการกระทบกันของวัตถุทั่วไป แรงมีขนาดไม่คงตัว ดังนั้นจึงต้องใช้แรงเฉลี่ยในการคำนวณจากนั้นครูอธิบายวิธีการหาแรงเฉลี่ยและการหาการดลจากพื้นที่ใต้กราฟ F-t ซึ่งจะได้ว่า พื้นที่ใต้กราฟหรือการดลเฉลี่ยในช่วงเวลา Δt จะต้องเท่ากับพื้นที่ใต้กราฟหรือการดลของแรงขนาดไม่คงตัวซึ่งกระทำกับวัตถุในช่วงเวลา Δt ดังรูปที่ 3

4. อธิบายเพิ่มเติมและให้นักเรียนอ่านความรู้ตามรายละเอียดในใบความรู้

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการอ่านเรื่องการดลและแรงดลเขียนลงในกระดาษบู๊ฟที่แจกให้โดยนำเสนอในรูปแบบที่นักเรียนเข้าใจง่าย

2. นักเรียนส่งตัวแทนนำข้อมูลของกลุ่มตัวเองมาติดไว้บริเวณที่ครูกำหนดให้

3. นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำปากกาเคมีที่แจกให้ในแต่ละกลุ่ม เดินเวียนกลุ่มตามเข็มนาฬิกาโดยมีเวลากลุ่มละ 5 นาที โดยให้นักเรียนใส่เครื่องหมายถูกหลังข้อความที่นักเรียนเห็นด้วย ใส่เครื่องหมายผิดหลังข้อความที่นักเรียนไม่เห็นด้วย และใส่เครื่องหมายคำถามหลังข้อความที่นักเรียนสงสัย

4. เมื่อหมดเวลานักเรียนเดินกลับมายังกลุ่มของตนเองเพื่อดูสิ่งที่เพื่อนในแต่ละกลุ่มเขียนไว้ แล้วตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง

5. นำผลงานของกลุ่มที่มีเครื่องหมายถูกมากที่สุดมาหน้าชั้นเรียนให้นักเรียนกลุ่มอื่นได้ดู และถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ และถูกต้องมากขึ้น

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

1. นักเรียนตรวจผลงานของกลุ่มพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องความเข้าใจของกิจกรรม

2. นักเรียนตรวจสอบคำตอบจากการอภิปรายหน้าชั้นเรียน

3. ครูสังเกตความสนใจความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้ดาวกับกลุ่มที่มีเครื่องหมายถูกมากที่สุด และทำการทดลองได้ถูกต้อง

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

1. นำนักเรียนอภิปรายเรื่องการดลและแรงดล โดยใช้สถานการณ์ว่า

- ในการเตะลูกฟุตบอลที่หยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ออกไปด้วยความเร็วต่างกัน จะต้องออกแรงต่างกันหรือไม่ อย่างไร (เตะลูกฟุตบอลให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากต้องออกแรงมากกว่าเตะฟุตบอลให้เคลื่อนที่ ด้วยความเร็วน้อย)

- แรงที่กระทำต่อลูกฟุตบอล มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของลูกฟุตบอลหรือไม่อย่างไร (แรงที่กระทำต่อลูกฟุตบอลมากจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลงมาก)

- จากกรณีนี้เราจะสรุปได้ว่าอย่างไร (แรงที่กระทำต่อวัตถุมีผลต่อการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ)

2. ทบทวนกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สอง ของนิวตัน และการนำกฎนี้ไปหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงและโมเมนตัมของวัตถุ จนได้สมการว่า $\vec{F} = \frac{m\vec{v} - m\vec{u}}{\Delta t}$

3. เน้นให้นักเรียนทราบว่า กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน อาจกล่าวอีกแบบหนึ่งว่า แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุใดๆ จะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุนั้นทั้งขนาดและทิศทาง

4. เปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง การดลและแรงดลว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

5. ยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องการดลและแรงดล2 ข้อ จากแบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์ แสดงวิธีทำบนกระดาน

6. มอบหมายให้นักเรียนไป ศึกษาเนื้อหา เรื่อง การชนใน 1 มิติ ซึ่งจะเรียนในคาบเรียนต่อไปมาล่วงหน้า

7. นักเรียนเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปว่าได้อะไรบ้างลงในช่อง L แล้วนำไปติดไว้ที่ครูกำหนดก่อนออกจากห้องเรียน

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์

2. เอกสารประกอบการสอน/ใบความรู้/แบบฝึกเสริมฯ เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

3. กระดาษโพสต์อิท (POST IT)

4. กระดาษบู๊ฟ

9. การวัดและประเมินผล

9.1 วิธีการวัดและประเมินผล

1. วัดความเข้าใจของนักเรียน โดยการตอบคำถามของนักเรียน

2. วัดความสนใจของนักเรียน โดยดูจากการตั้งใจฟังครูบรรยาย และการพยายามตอบคำถามครู และมีความสนใจที่จะถามข้อสงสัย และการให้ความร่วมมือในการเรียน

3. การทำแบบฝึกหัดจากใบงานที่แจกให้นักเรียน/การส่งการบ้าน

4. สังเกตจากการร่วมอภิปรายโดยการสุ่มนักเรียน 4 คน

9.2 เครื่องมือวัดและประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. แบบประเมินผลงานกลุ่ม
3. แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่องการดลและแรงดล
4. สรุปผลงานกลุ่มเรื่องการดลและแรงดล

9.3 เกณฑ์การวัดและประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล นักเรียนต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

2. แบบประเมินผลงานกลุ่ม นักเรียนต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

3. ตรวจแบบฝึกหัดที่ 2เรื่องการดลและแรงดล นักเรียนต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

4. ตรวจสรุปผลงานกลุ่มเรื่องการดลและแรงดล นักเรียนต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการสอน

รหัสวิชา ว30202 รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โมเมนตัมและการชน เรื่อง การดลและแรงดล

ภาคเรียนที่ 1 เวลา 3 ชั่วโมง

---

1. จำนวนนักเรียนที่ใช้สอน.....

2. ผลการสอน

2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.5) พฤติกรรม/การมีส่วนร่วมของนักเรียน

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.6) ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบกิจกรรม การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

……

……

3. ปัญหาและอุปสรรค

……

……

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

……

……

ลงชื่อ…… ผู้สอน/ผู้บันทึก

(นางสุธาสินี รัมมะญาณ)

ตำแหน่งครู

……/…… /…….....

ใบความรู้ที่ 2
เรื่อง การดลและแรงดล

การดลและแรงดล (Impulse ; Impulsive Force)

$\vec{u}$ $\vec{v}$

$\vec{F}$ m $\vec{F}$ m

t = 0 t = t

วัตถุมวล m ได้รับแรงกระทำ $\vec{F}$ เคลื่อนที่บนพื้นราบจากความเร็วต้น $\vec{u}$ เป็นความเร็ว $\vec{v}$ ในเวลา t

จากกฎข้อ 2 ของนิวตัน $\vec{F} = m\vec{a} \quad \vec{a} = \dfrac{\vec{v}-\vec{u}}{\Delta t}$

จะได้ว่า... $\vec{F} = m\dfrac{\vec{v}-\vec{u}}{\Delta t}$

$$\vec{F} = \frac{m\vec{v}-m\vec{u}}{\Delta t}$$

- แรงที่กระทำกับวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ เรียกว่า **แรงดล** (Impulsive Force)

- แรงลัพธ์คูณกับเวลา ($\vec{F}\Delta t$) เรียกว่า**การดล** (Impulse)

$$I = \vec{F}\Delta t = m\vec{v} - m\vec{u}$$

การดล (I) แยกพิจารณาเป็น 2 แบบ

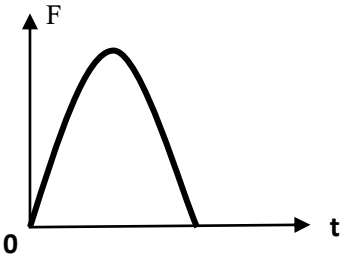
1. การดลเนื่องจากแรงคงที่ ถ้ามีแรงคงที่กระทำกับวัตถุจะได้การดลเท่ากับ ผลคูณของแรงลัพธ์กับเวลา มีหน่วยเป็น นิวตัน.วินาที

$$\mathbf{I = F\Delta t}$$

การดลของแรงที่มีขนาดคงที่ ถ้าขนาดของการดลของแรงมีค่าเป็นบวก แสดงว่า โมเมนตัมของวัตถุที่เรากำลังพิจารณามีค่าเพิ่มขึ้น ถ้าเป็นลบแสดงว่า โมเมนตัมของวัตถุจะมีค่าลดลง และถ้าการดลมีค่าเป็นศูนย์ ก็หมายถึงไม่มีการออกแรงกระทำกับวัตถุเลย

2. การดลเนื่องจากแรงไม่คงที่ถ้ามีแรงไม่คงที่กระทำกับวัตถุจะได้การดลมีค่าเท่ากับพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับเวลา

I = พื้นที่ใต้กราฟของ F และ t



การดลเนื่องจากแรงไม่คงที่ แยกการพิจารณาเป็น 2 แบบ คือ

2.1 ถ้ามีแรงไม่คงที่เพียงแรงเดียวกระทำกับวัตถุ จะได้การดลเท่ากับพื้นที่ใต้กราฟ F กับ Δt

2.2 ถ้ามีแรงคงที่และไม่คงที่กระทำกับวัตถุ จะได้การดลเท่ากับผลรวมของพื้นที่ใต้กราฟ โดยแรงที่มีทิศตามกัน การดลจะเท่ากับผลบวกของพื้นที่ใต้กราฟ แรงที่มีทิศตรงข้ามกัน การดลจะเท่ากับผลต่างของพื้นที่ใต้กราฟ

การดลที่เราพบบ่อยๆนั้นเป็นการดลที่แรงมีค่ามากมากระทำกับวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ เช่น รถยนต์ชนกัน การตีลูกเทนนิส การตีลูกปิงปอง การตอกตะปูด้วยค้อน ลูกบิลเลียดชนกัน เป็นต้น

แรงดล หมายถึง แรงที่กระทำกับวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ หาได้จากสมการ

$$\vec{F} = \frac{m\vec{v} \quad m\vec{u}}{\Delta t}$$ มีหน่วยเป็น นิวตัน

$$\vec{F} = \frac{I}{\Delta t} \left\lceil \text{แรงดล} = \frac{\text{การดล}}{\text{เวลา}} \right.$$

แรงดลไม่ใช่เป็นแรงใหม่อะไร ความจริงคือแรงภายนอกที่กระทำกับวัตถุดังกล่าวมาแล้ว มีข้อแตกต่างกันเพียงเวลาที่แรงกระทำกับวัตถุกับวัตถุต้องเป็นเวลาสั้นๆ จึงเรียกชื่อให้ต่างออกไปเสียใหม่ว่า " แรงดล " หน่วยที่ใช้ก็เป็นหน่วยเดียวกัน สูตรที่ใช้ก็เป็นสูตรเดียวกัน มีสิ่งที่ควรสังเกต ถ้า mv – mu (การเปลี่ยนแปลง โมเมนตัม) นั้นเท่าเดิม แต่ t มีค่าน้อย เราจะได้ค่า F มากขึ้น เช่น ถ้า mv – mu มีค่า 1 หน่วย และ t เท่ากับ 1 วินาที จะมีค่า 1 หน่วย แต่ถ้าเราใช้ t เท่ากับ $\frac{1}{100}$ วินาที F จะมีค่าเป็น 100 หน่วย มากขึ้นกว่าเดิมถึง 100 เท่า

ตัวอย่าง 1

วัตถุมวล 3 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 8 เมตร/วินาที เมื่อมีแรงคงที่กระทำกับวัตถุในทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุเดิมเป็นเวลานาน 0.02 วินาที และทำให้วัตถุมีความเร็วเป็น 4 เมตร/วินาที ในทิศของแรงกระทำ จงหาขนาดของ

ก. แรงดลที่กระทำกับวัตถุ ข. การดลที่กระทำกับวัตถุ

u = -8 m/s v = +4 m/s

วิธีทำ

ก. จากสูตร $\vec{F} = \frac{m\vec{v} - m\vec{u}}{\Delta t}$

แทนค่า... $F = \frac{(3)(+4) - -(3)(-8)}{0.02} = +1800$ N

ตอบ ∴ แรงดลที่กระทำกับวัตถุเป็น 1800 นิวตัน มีทิศทางไปทางขวามือ

ข. จากสูตร $F\Delta t = mv - mu$

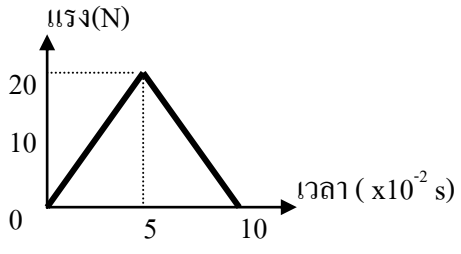
แทนค่า... $F\Delta t = (3)(+4) - (3)(-8)$

$= +36$ N.s

ตอบ ∴ การดลที่กระทำกับวัตถุมีค่าเท่ากับ +36 นิวตัน.วินาที มีทิศทางเดียวกับแรงดล

ตัวอย่าง 2

จากรูปเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับเวลาของวัตถุหนึ่ง



ก. ขนาดของการดลที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 10 x10^{-2} วินาทีแรก

ข. ขนาดของแรงดลที่กระทำต่อวัตถุใน 10 x10^{-2} วินาทีแรก

วิธีทำ ก. ขนาดของการดลที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 10×10^{-2} วินาทีแรก

I = พื้นที่ใต้กราฟ

$$I = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง} = \frac{1}{2} \times 10 \times 20$$

I = 100 N.s

ข. ขนาดของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุใน 10×10^{-2} วินาทีแรก

$$\vec{F} = \frac{I}{\Delta t}$$

แทนค่า... $$F = \frac{100}{10 \times 10^{-2}} = 1{,}000 \text{ N}$$

แบบฝึกหัดที่ 2

เรื่อง การดลและแรงดล

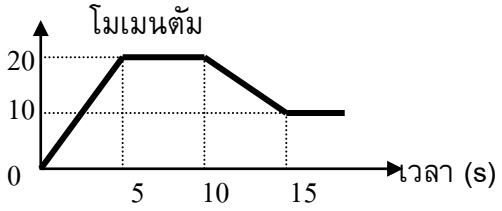
ชื่อ……ชั้น……เลขที่……..กลุ่มที่……

1. ลูกบอลมวล 0.4 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 35 เมตร/วินาที ในแนวระดับ เข้าหากำแพง เมื่อกระทบแล้วลูกบอลสะท้อนออกมาในแนวระดับด้วยความเร็ว 25 เมตร/วินาที จงหาการดลที่แรงกระทำต่อลูกบอล

2. ใช้ค้อนมวล 0.5 กิโลกรัม ตอกตะปู ในขณะที่ค้อนเริ่มกระทบหัวตะปู ค้อนมีขนาดความเร็ว 8 เมตร/วินาที หลังจากกระทบหัวตะปูแล้ว ค้อนสะท้อนกลับด้วยขนาดความเร็วเท่าเดิม ถ้าช่วงเวลาที่ค้อนกระทบหัวตะปูเป็น 1 มิลลิวินาที แรงดลเฉลี่ยที่ค้อนกระทำต่อตะปูเป็นเท่าใด และการดลที่ค้อนกระทำต่อตะปูเป็นเท่าใด

3. กระสุนปืนมวล 0.05 กิโลกรัม เคลื่อนที่เข้ากระทบแท่งไม้ที่ยึดแน่นกับผนัง ขณะเริ่มกระทบเนื้อไม้ กระสุนปืนมีอัตราเร็ว 400 เมตร/วินาที และสามารถทะลุเข้าไปในเนื้อไม้เป็นระยะ 0.1 เมตร ถ้าแรงต้านของเนื้อไม้ที่กระทำต่อกระสุนปืนมีค่าคงตัว จงหาการดลที่เนื้อไม้กระทำต่อกระสุนปืนเวลาที่กระสุนปืนเคลื่อนที่ในเนื้อไม้แรงต้านของเนื้อไม้ที่กระทำต่อกระสุนปืน

4. จากรูปเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับเวลาของวัตถุหนึ่ง



ก. ขนาดของการดลที่กระทำต่อวัตถุในช่วงวินาทีที่ 5 - 10

ข. ขนาดของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุใน ช่วงวินาทีที่ 10 - 15

แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

ที่	พฤติกรรม / ชื่อ - สกุล	ความสนใจ			การแสดงความคิดเห็น			การตอบคำถาม			การยอมรับฟังผู้อื่น			ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย			รวมคะแนน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

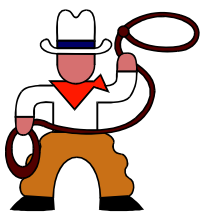
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน = ดี

2 คะแนน = ปานกลาง

1 คะแนน = ปรับปรุง



แบบประเมินผลงานกลุ่ม

ชื่อครูผู้ประเมิน.....

ประเมินกลุ่ม.....

เรื่อง.....

รูปแบบผลงาน.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินใส่เครื่องหมาย 3 ลงในช่องว่างตามความเป็นจริง

4 หมายถึง ดีมาก 3 หมายถึง ดี 2 หมายถึง ปรับปรุง 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

รายการ	4	3	2	1	**ข้อเสนอแนะ**
เนื้อหา					
1. ความถูกต้องของเนื้อหา					
2. การลำดับความคิด					
3. การสรุปความคิดเห็น					
รูปแบบการนำเสนอ					
1. น่าสนใจ					
2. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์					
การทำงานกลุ่ม					
1. การเตรียมตัว					
2. การทำงานเป็นระบบ					
3. การมีส่วนร่วมของสมาชิก					
4. ความภูมิใจในผลงานของสมาชิก					
เกณฑ์การประเมิน ร้อยละ 80 ขึ้นไป ระดับ ดีมาก ร้อยละ 70 – 79 ระดับ ดี ร้อยละ 60 – 69 ระดับ พอใช้ ต่ำกว่าร้อยละ 60 ระดับ ปรับปรุง					**สรุปการประเมินผลงานกลุ่ม** ..... รวมได้คะแนน..... คิดเป็นร้อยละ..... อยู่ในเกณฑ์.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รหัสวิชา ว30202 รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โมเมนตัมและการชน เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ

ภาคเรียนที่ 1 เวลา 3 ชั่วโมง

---

1. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การชน (collision) คือ การที่วัตถุเคลื่อนที่กระทบกันในช่วงเวลาสั้นๆ

การชนกันของวัตถุใดๆ ถ้าแรงลัพธ์ภายนอกที่กระทำกับระบบมีค่าเป็นศูนย์ ($\sum \vec{F} = 0$) แล้ว ผลรวมของโมเมนตัมของระบบ จะมีค่าคงตัวเสมอ และผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนของระบบเท่ากับผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนของระบบเสมอ

การชนใน 1 มิติ(One Dimension Collision)คือ การชนที่แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งสองจะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันทั้งก่อนการชนและหลังการชน การชนในแนวเส้นตรงจะเกิดขึ้นได้เมื่อแนวการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางมวลของวัตถุที่จะเข้าชนจะต้องผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชนเท่านั้น

2. ผลการเรียนรู้

1. บอกความหมาย ลักษณะและประเภทของการชนใน 1 มิติได้

2. ทำการทดลองการชนของวัตถุในแนวตรง และสรุปได้ว่า โมเมนตัมรวมของระบบคงตัวเมื่อไม่มีแรงลัพธ์กระทำต่อระบบ

3. สาระการเรียนรู้

- การชนในหนึ่งมิติ

4. ทักษะการคิด

1. คิดแก้ปัญหา
2. คิดวิเคราะห์
3. คิดริเริ่มสร้างสรรค์

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

5.1 ความสามารถในการคิด

- การวิเคราะห์ปัญหา
- การสำรวจค้นหา
- การสรุปความเห็น

5.2 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

- การทำงานเป็นกลุ่ม

5.3 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

- การนำความรู้ไปใช้

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ความซื่อสัตย์
- ความมีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

แจกกระดาษโพสต์อิท(POST IT) ให้นักเรียนแต่ละคน เขียนในหัวข้อการดลและแรงดล โดยมีเวลาให้เขียนประมาณ 5 นาที ให้นักเรียนแบ่งเป็น 3 ช่อง คือ K W L โดยที่กำหนดให้

K เขียนสิ่งที่นักเรียนรู้แล้ว

W เขียนสิ่งที่นักเรียนอยากรู้

L เขียนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้อะไรไปบ้างแล้ว

โดยนักเรียนเขียนเพียง 2 ช่อง คือ K กับ W จากนั้นให้นักเรียนนำกระดาษโพสต์อิท (POST IT) มาติดไว้ที่ครูกำหนดให้ (ครูดูสิ่งที่นักเรียนเขียนลงในกระดาษโพสต์อิทของแต่ละคน เพื่อประเมินความรู้เดิมของนักเรียน)

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

1. ครูถามปัญหานักเรียนว่า เหตุใด ลูกบิลเลียดลูกหนึ่งวิ่งเข้าชนลูกบิลเลียดอีกลูกหนึ่ง แล้วเราจะเห็นว่าบางครั้งลูกบิลเลียดที่วิ่งเข้าชนหยุดการเคลื่อนที่ บางครั้งลูกบิลเลียดที่ถูกชนเคลื่อนที่ออกไป บางครั้งทั้งสองลูกเคลื่อนที่ไปด้วยกัน หรือเคลื่อนที่ไปคนละทิศทาง เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น วันนี้เราจะได้ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการชนกันของวัตถุ

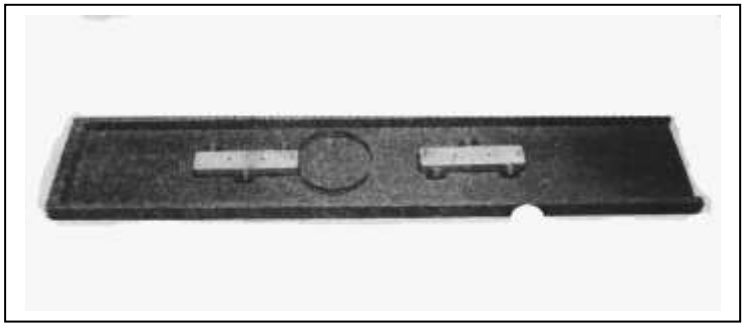
2. ครูใช้ชุดสาธิตการคงตัวของโมเมนตัม สาธิตการคงตัวของโมเมนตัมให้นักเรียนดู โดยครูตั้งปัญหาให้นักเรียนคาดคะเนก่อนว่า ถ้าปล่อยลูกกลมพลาสติกลูกที่หนึ่งลงมาชนลูกที่เหลือ ลูกกลมพลาสติกแต่ละลูกจะมีการเคลื่อนที่อย่างไร ต่อไปครูจึงปล่อยลูกกลมพลาสติดลูกที่หนึ่งให้มาชนลูกกลมพลาสติกที่เหลือ และให้นักเรียนสังเกตการเคลื่อนที่

3. จากผลการสังเกต ได้ว่าขณะที่เกิดการชน ลูกกลมลูกอื่นๆจะหยุดนิ่ง ส่วนลูกกลมลูกสุดท้ายจะกระเด็นขึ้นไปจนสูงประมาณระดับเดียวกันกับลูกกลมลูกที่หนึ่งเมื่อก่อนปล่อย ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า ลูกกลมพลาสติกซึ่งเคลื่อนที่เข้าชนจะถ่ายโอนโมเมนตัมให้กับลูกกลมพลาสติกที่ถูกชน และจะถ่ายโอนต่อกันไปจนถึงลูกสุดท้าย ทำให้ลูกสุดท้ายเคลื่อนที่ไปได้

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

1. จากการสาธิตการคงตัวของโมเมนตัม ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า เมื่อมีการชน ทั้งวัตถุที่ถูกชนและวัตถุที่เคลื่อนที่เข้าชนจะมีโมเมนตัมเปลี่ยนไปจากเดิม โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปของวัตถุดังกล่าว จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไรจะได้ศึกษาต่อไป

2. ครูสาธิตการชนกันของรถทดลอง โดยวางรางไม้ไว้บนโต๊ะหน้าห้องเรียน ใช้รถทดลอง 2 คันวางบนรางไม้ สมมติให้เป็นรถ A และรถ B ดังรูป โดยติดสปริงไว้ที่รถ B แล้วนำไปวางตรงกลางรางไม้ นำรถ A วางทางปลายรางด้านที่ไม่มีขอบกั้น



รูปที่ 1 การตั้งอุปกรณ์สาธิตการชน

ก่อนทำการสาธิต ครูตั้งปัญหาว่า เมื่อผลักรถ A ให้วิ่งไปในแนวเส้นตรงไปชนรถ B หลังจากการชนแล้วรถทั้งสองคันจะเคลื่อนที่อย่างไร ให้นักเรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้น

3. จากผลการสาธิต ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปผลการสาธิตว่า ภายหลังการชน รถคันที่วิ่งไปชนจะหยุดนิ่ง รถคันที่ถูกชนจะเคลื่อนที่ไปในแนวเดียวกับคันแรก ครูให้ความรู้ต่อไปว่า การชนของวัตถุที่ก่อนชนและหลังการชนมีแนวการเคลื่อนที่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน เรียกว่า การชนใน 1 มิติ หรือการชนในแนวตรง ซึ่งแนวการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางมวลของวัตถุที่เคลื่อนที่เข้าชนจะผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชน

4. ครูตั้งปัญหากับนักเรียนว่า การชนในแนวตรงนั้นโมเมนตัมและพลังงานจลน์ก่อนชนและภายหลังการชนของวัตถุจะเป็นอย่างไร เพื่อนำเข้าสู่การทดลองการชนของวัตถุในแนวตรง

5. ครูบอกจุดประสงค์การทดลอง แนะนำก่อนการทดลอง แจ้งเวลาที่ใช้ในการทดลอง และแจกอุปกรณ์ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทดลอง ขณะที่นักเรียนทำการทดลอง ครูเดินดูให้ทั่วทุกกลุ่ม และให้คำแนะนำตามความเหมาะสม

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)

1. ครูอธิบายเพิ่มเติมและให้นักเรียนอ่านความรู้ตามรายละเอียดในใบความรู้

2. การทดลองทั้งสองตอน ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชน และผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนไม่เท่ากัน แต่มีค่าใกล้เคียงกันมีสาเหตุที่สรุปได้ดังนี้

-การเลือกช่วงที่จะหาความเร็วก่อนการชน และหลังการชนผิดพลาดไป ความเร็วก่อนการชนจะต้องวัดจากช่วงจุดบนแถบกระดาษก่อนเกิดการชนเล็กน้อย และความเร็วหลังการชน

จะต้องวัดเมื่อแผ่นเหล็กสปริงคลายตัวออกเต็มที่แล้ว หรือเมื่อดินน้ำมันยุบตัวแล้วความเร็วก่อนการชน และความเร็วหลังการชนนั้น เป็นความเร็วตรงจุดที่เกิดการชน จากการทดลองจะหาความเร็วตรงจุดที่เกิดการชนโดยตรงไม่ได้ จึงต้องหาค่าความเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลาสั้นๆทั้งก่อนการชนและหลังการชน ความเร็วเฉลี่ยที่หาได้มีค่าไม่เท่ากับความเร็วตรงจุดที่เกิดการชน

-สำหรับการทดลองตอนที่1 นั้น ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชนและหลังการชนอาจไม่เท่ากัน มีสาเหตุมาจาก ความเร็วที่วัดได้ทั้งก่อนการชนและหลังการชนผิดพลาดไป ซึ่งเกิดจากการเลือกช่วงจุดที่ใช้วัดความเร็วไม่ถูกต้อง และผลเกิดจากแรงเสียดทานของล้อรถทดลองด้วย

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองเขียนลงในกระดาษบู๊ฟที่แจกให้ตามรูปแบบหัวข้อการทดลองให้เวลา 10 นาที

2. นักเรียนส่งตัวแทนนำข้อมูลของกลุ่มตัวเองมาติดไว้บริเวณที่ครูกำหนดให้

3. นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำปากกาเคมีที่แจกให้ในแต่ละกลุ่ม เดินเวียนกลุ่มตามเข็มนาฬิกาโดยมีเวลากลุ่มละ 5 นาที โดยให้นักเรียนใส่เครื่องหมายถูกหลังข้อความที่นักเรียนเห็นด้วย ใส่เครื่องหมายผิดหลังข้อความที่นักเรียนไม่เห็นด้วย และใส่เครื่องหมายคำถามหลังข้อความที่นักเรียนสงสัย

4. เมื่อหมดเวลานักเรียนเดินกลับมายังกลุ่มของตนเองเพื่อดูสิ่งที่เพื่อนในแต่ละกลุ่มเขียนไว้ แล้วตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง

5. ครูนำผลงานของกลุ่มที่มีเครื่องหมายถูกมากที่สุดมาหน้าชั้นเรียนให้นักเรียนกลุ่มอื่นได้ดู และถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้เกิดความรู้ใหม่ๆ และถูกต้องมากขึ้น

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

1. นักเรียนตรวจผลงานของกลุ่มพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องความเข้าใจของกิจกรรม

2. นักเรียนตรวจสอบคำตอบจากการอภิปรายหน้าชั้นเรียน

3. ครูสังเกตความสนใจความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้ดาวกับกลุ่มที่มีเครื่องหมายถูกมากที่สุด และทำการทดลองได้ถูกต้อง

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง การชนในหนึ่งมิติว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

2. ครูยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องการชนในหนึ่งมิติ3 ข้อ จากแบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์ แสดงวิธีทำบนกระดาน

3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดลงในสมุด

4. ครูมอบหมายให้นักเรียนไป ศึกษาเนื้อหา เรื่อง การชนใน 2 มิติ ซึ่งจะเรียนในคาบเรียนต่อไปมาล่วงหน้า

5. นักเรียนเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปว่าได้อะไรบ้างลงในช่อง L แล้วนำไปติดไว้ที่ครูกำหนดก่อนออกจากห้องเรียน

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์
2. เอกสารประกอบการสอน/ใบความรู้/แบบฝึกเสริมฯ เรื่องการชนในหนึ่งมิติ
3. กระดาษโพสต์อิท (POST IT)
4. กระดาษบู๊ฟ

9. การวัดและประเมินผล

9.1 วิธีการวัดและประเมินผล

1. วัดความเข้าใจของนักเรียน โดยการตอบคำถามของนักเรียน
2. วัดความสนใจของนักเรียน โดยดูจากการตั้งใจฟังครูบรรยาย และการพยายามตอบคำถามครู และมีความสนใจที่จะถามข้อสงสัย และการให้ความร่วมมือในการเรียน
3. การทำแบบฝึกหัดจากใบงานที่แจกให้นักเรียน/การส่งการบ้าน
4. สังเกตจากการร่วมอภิปรายโดยการสุ่มนักเรียน

9.2 เครื่องมือวัดและประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. แบบประเมินผลงานกลุ่ม แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่องการชนในหนึ่งมิติ
3. รายงานผลการทดลองเรื่องการชนในหนึ่งมิติ

9.3 เกณฑ์การวัดและประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล นักเรียนต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

2. แบบประเมินผลงานกลุ่ม นักเรียนต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

3. ตรวจแบบฝึกหัดที่ 3เรื่องการชนในหนึ่งมิติ นักเรียนต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

4. ตรวจรายงานผลการทดลองเรื่องการชนในหนึ่งมิติ นักเรียนต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการสอน

รหัสวิชา ว30202 รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โมเมนตัมและการชน เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ
ภาคเรียนที่ 1 เวลา 3 ชั่วโมง

---

1. จำนวนนักเรียนที่ใช้สอน.....

2. ผลการสอน

2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.5) พฤติกรรม/การมีส่วนร่วมของนักเรียน

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.6) ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบกิจกรรม การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

……

……

3. ปัญหาและอุปสรรค

……

……

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

……

……

ลงชื่อ…… ผู้สอน/ผู้บันทึก

(นางสุธาสินี รัมมะญาณ)

ตำแหน่งครู

……/……/……

แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

ที่	ชื่อ - สกุล / พฤติกรรม	ความสนใจ			การแสดงความคิดเห็น			การตอบคำถาม			การยอมรับฟังผู้อื่น			ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย			รวมคะแนน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

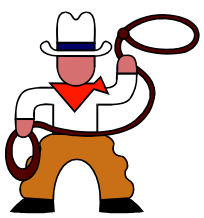
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน = ดี

2 คะแนน = ปานกลาง

1 คะแนน = ปรับปรุง



แบบประเมินผลงานกลุ่ม

ชื่อครูผู้ประเมิน.....

ประเมินกลุ่ม.....

เรื่อง.....

รูปแบบผลงาน.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินใส่เครื่องหมาย 3 ลงในช่องว่างตามความเป็นจริง

4 หมายถึง ดีมาก 3 หมายถึง ดี 2 หมายถึง ปรับปรุง 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

รายการ	4	3	2	1	**ข้อเสนอแนะ**
เนื้อหา					
1. ความถูกต้องของเนื้อหา					
2. การลำดับความคิด					
3. การสรุปความคิดเห็น					
รูปแบบการนำเสนอ					
1. น่าสนใจ					
2. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์					
การทำงานกลุ่ม					
1. การเตรียมตัว					
2. การทำงานเป็นระบบ					
3. การมีส่วนร่วมของสมาชิก					
4. ความภูมิใจในผลงานของสมาชิก					
เกณฑ์การประเมิน ร้อยละ 80 ขึ้นไป ระดับ ดีมาก ร้อยละ 70 – 79 ระดับ ดี ร้อยละ 60 – 69 ระดับ พอใช้ ต่ำกว่าร้อยละ 60 ระดับ ปรับปรุง	**สรุปการประเมินผลงานกลุ่ม** ..... รวมได้คะแนน..... คิดเป็นร้อยละ..... อยู่ในเกณฑ์.....				

แบบฝึกหัดที่ 3

เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ

1. วัตถุมวล 2 กิโลกรัม วิ่งด้วยความเร็ว 4 เมตร / วินาที เข้าชนวัตถุมวล 1 กิโลกรัมซึ่งกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2 เมตร / วินาที ไปในทิศทางเดียวกัน ถ้าการชนไม่มีการสูญเสียพลังงาน ความเร็วของมวลทั้งสองหลังชนเป็นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. มวล 2m วิ่งด้วยความเร็ว 10 เมตร / วินาที เข้าชนมวล 3m ซึ่งกำลังวิ่งด้วยความเร็ว 4 เมตร / วินาที ในทิศทางเดียวกัน ถ้าในการชนไม่มีการสูญเสียพลังงานจลน์ จงหาความเร็วของมวลทั้งสองหลังชนกัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. วัตถุ A มวล 4 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 6 เมตร / วินาที เข้าชนวัตถุ B มวล 2 กิโลกรัม ซึ่งอยู่นิ่งในแนวเส้นตรง ถ้าการชนเป็นแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์ จงหาความเร็วหลังชนของมวลทั้งสองและหาโมเมนตัมของวัตถุ A ที่เปลี่ยนไป

.....

.....

.....

.....

.....

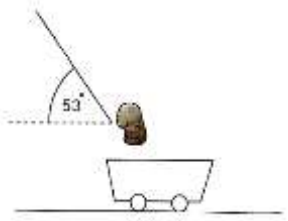
.....

.....

4. มวล m_1 เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว u_1 เข้าชนมวล m_2 ซึ่งวางอยู่นิ่งๆ ตรงๆ แล้วติดไปด้วยกัน จงแสดงว่าการชนแบบนี้มีการสูญเสียพลังงานจลน์

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. รถขนหินมวล 400 กิโลกรัม วิ่งด้วยความเร็ว 1 เมตร/วินาที เข้ารองรับก้อนหินมวล 100 กิโลกรัม ซึ่งมีความเร็ว 4 เมตร/วินาที ดังรูป จงหาความเร็วของรถขนหินเมื่อก้อนหินตกลงสู่รถ



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

การทดลอง
การชนในหนึ่งมิติ

จุดประสงค์

เมื่อทำการทดลองนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. คำนวณหาโมเมนตัมและพลังงานจลน์ของรถทดลองก่อนการชน และภายหลังการชนในกรณีรถทดลองชนกับรถทดลองอีกคันหนึ่งที่ติดสปริง และกรณีที่รถทดลองชนกับรถทดลองอีกคันหนึ่งที่ติดดินน้ำมัน

2. สรุปได้ว่า โมเมนตัมรวมก่อนการชน และโมเมนตัมรวมภายหลังการชนทั้งสองกรณีเท่ากัน

3. สรุปได้ว่า พลังงานจลน์รวมของระบบก่อนการชนเท่ากับพลังงานจลน์ของระบบภายหลังการชน สำหรับการชนที่มีรถทดลองคันหนึ่งติดแผ่นสปริง

4. สรุปได้ว่า พลังงานจลน์รวมของระบบก่อนการชน ไม่เท่ากับ พลังงานจลน์รวมของการชน สำหรับการชนที่มีรถทดลองคันหนึ่งติดดินน้ำมัน

5. บอกความหมายและอธิบายความแตกต่างระหว่างการชนแบบยืดหยุ่นกับการชนแบบไม่ยืดหยุ่นได้

แนะนำก่อนการทดลอง

1. ในการศึกษาการถ่ายโอนโมเมนตัมและพลังงานจลน์ของรถทดลองที่ชนกันนั้นจะต้องทราบทั้งมวลและความเร็วของรถทดลอง มวลของรถทดลองหาได้จากการชั่งด้วยเครื่องชั่งสปริง ส่วนความเร็วของรถทดลองแต่ละคันทั้งก่อนการชนและหลังการชนหาได้จากจุดบนแถบกระดาษที่รถทดลองดึงผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลา

2. เครื่องเคาะสัญญาณเวลาที่ใช้จะต้องใช้กระดาษคาร์บอน 2 แผ่นซ้อนกัน

3. การชนกันของรถทดลองจะต้องชนกันในแนวตรงจริงๆ ซึ่งทำได้โดยนำรถทดลองคันที่ 2 ซึ่งเป็นคันที่วิ่งเข้าชนไปวางชิดรถคันที่ 1 ตรงตำแหน่งที่จะชนกัน แล้วจึงถอยรถคันที่ 2 ในแนวตรงกลับมาที่ปลายราง

4. แรงที่ใช้ผลักรถคันที่ 2 ควรกระทำกับรถทดลองในช่วงเวลาสั้นๆ ด้วยขนาดของแรงที่มากพอ เนื่องจากไม่ได้ปรับรางไม้เพื่อชดเชยแรงเสียดทาน ถ้าออกแรงน้อยผลักรถ แรงเสียดทานจะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของรถทดลองมากกว่าการใช้แรงผลักมากๆ

5. การทดลองตอนที่ 1 การหาความเร็วก่อนการชนและหลังการชนจากแถบกระดาษจะมีช่วงที่สปริงอัดตัวและขยายตัวอยู่ด้วย นักเรียนต้องหาความเร็วของรถก่อนกระทบแผ่นสปริงและหลังจากที่สปริงยืดตัวออกเต็มที่แล้ว จึงจะได้ความเร็วก่อนการชน และความเร็วหลังการชนจริงๆ

6. ในการทดลองตอนที่ 2 ดินน้ำมันที่ติดอยู่ท้ายรถทดลองต้องติดตรงตำแหน่งที่เกิดการชน และไม่ควรใช้ดินน้ำมันก้อนใหญ่ เพราะจะทำให้มวลขอรถเปลี่ยนไปมาก

7. ความเร็วของรถทดลองทั้งก่อนการชนและหลังการชนอยู่ในทิศเดียวกัน จึงไม่จำเป็นที่จะกำหนดเครื่องหมายของทิศของความเร็ว โดยถือว่าเครื่องหายแสดงทิศของความเร็วเป็นบวกเหมือนกันทั้งสองกรณี

ตอนที่ 1 การศึกษาโมเมนตัมและพลังงานจลน์จากการชนแบบยืดหยุ่น

วิธีการทดลอง

1. สอดปลายทั้งสองของแผ่นเหล็กสปริงเข้ากับร่องของรถทดลองคันที่ 1 แผ่นเหล็กสปริงจะโค้งงอเป็นรูปวงรียื่นออกมานอกรถ วางรถทดลองคันนี้บนตอนกลางของรางไม้

2. นำรถทดลองคันที่ 2 มาวางดังรูปที่ 2 ติดปลายด้านหนึ่งของแถยกระดาษเข้ากับรถทดลองคันที่1 นำปลายที่เหลือสอดใต้รถคันที่ 2 แล้วสอดแถบกระดาษนี้ใต้กระดาษคาร์บอนแผ่นล่างของเครื่องเคาะสัญญาณเวลา

3. ใช้แถบกระดาษอีกแถบหนึ่งติดกับรถทดลองคันที่ 2 แล้วสอดปลายที่เหลือใต้กระดาษคาร์บอนแผ่นบนของเครื่องเคาะสัญญาณเวลา ดังรูปที่ 2

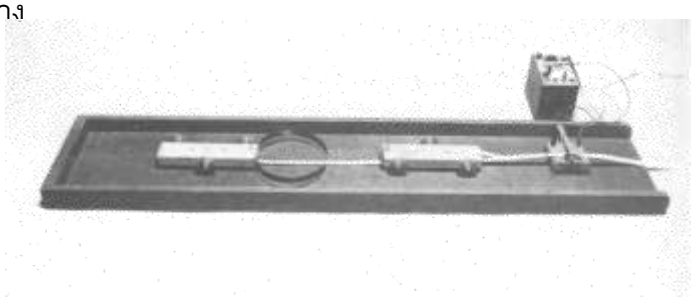
4. เมื่อติดแถบกระดาษกับรถทดลองทั้งสองเรียบร้อยแล้วกดสวิตซ์ให้เครื่องเคาะสัญญาณเวลาทำงาน ใช้มือผลักรถทดลองคันที่ 2 ไปชนรถทดลองคันที่ 1 สังเกตการเคลื่อนที่ของรถทดลองทั้งสองคันหลังการชน

5. ดึงแถบกระดาษออกจากรถทดลองพร้อมทั้งเขียนข้อความบนแถบกระดาษทั้งสอง เพื่อบ่งชี้ว่าเป็นแถบกระดาษจากรถทดลองคันที่ 1 หรือรถทดลองคันที่ 2

6. ทำการทดลองซ้ำโดยเพิ่มมวลของรถทดลองคันที่ 2 เป็น 2 และ 3 เท่า ของรถทดลองคันที่ 1 ด้วยการวางแท่งเหล็ก 1 และ 2 แท่ง ลงบนรถทดลองคันที่ 2

7. จากแถบกระดาษที่ได้จากการทดลองแต่ละครั้ง นำมาหาขนาดของความเร็วของรถทดลองก่อนการชนและหลังการชน

8. ชั่งมวลของรถทดลอง คำนวณหาโมเมนตัม ผลรวมของโมเมนตัม และผลรวมของพลังงานจลน์ทั้งก่อนการชนและหลังการชน ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลในตาราง



รูป การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการทดลองการชนแบบยืดหยุ่น

ตอนที่ 2 การศึกษาผลรวมของโมเมนตัมและผลรวมของพลังงานจลน์จากการชนแบบไม่ยืดหยุ่น

วิธีการทดลองทำเช่นเดียวกับการทดลองตอนที่ 1 เพียงแต่เปลี่ยนสปริงเป็นติดดินน้ำมันที่หน้ารถทดลองคันที่1 แทน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รหัสวิชา ว30202 รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โมเมนตัมและการชน เรื่อง การชนในสองมิติ

ภาคเรียนที่ 2 เวลา 3 ชั่วโมง

---

1. สาระสำคัญ

การชนใน 2 มิติ คือ การชนกันของวัตถุ โดยที่วัตถุก่อนชน และหลังการชนไม่ได้อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ซึ่งเกิดจากเป็นการชนแบบไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุ

การชนใน 2 มิติแบบยืดหยุ่น เป็นการชนที่หลังการชนวัตถุทั้งสองจะแยกออกจากกันเป็นมุม 90°

การชนใน 2 มิติแบบไม่ยืดหยุ่น หลังการชนวัตถุจะติดกันไป m_1 มีความเร็ว $\bar{u}_1$ พุ่งเข้าชนวัตถุอีกก้อนหนึ่งมวล m_2 มีความเร็ว $\bar{u}_2$ ในแนวไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลในแนวทำมุม θ ต่อกัน โดยหลังการชนวัตถุทั้งสองจะเคลื่อนที่ติดกันไปด้วยความเร็ว

2. ผลการเรียนรู้

1. บอกความหมายของการชนใน 2 มิติได้
2. คำนวณหาปริมาณต่าง ๆที่เกี่ยวข้องกับการชนใน 2 มิติได้

3. สาระการเรียนรู้

- การชนในสองมิติ

4. ทักษะการคิด

1. คิดแก้ปัญหา
2. คิดวิเคราะห์
3. คิดริเริ่มสร้างสรรค์

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

5.1 ความสามารถในการคิด

- การวิเคราะห์ปัญหา
- การสำรวจค้นหา
- การสรุปความเห็น

5.2 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

- การทำงานเป็นกลุ่ม

5.3 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

- การนำความรู้ไปใช้

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ความซื่อสัตย์
- ความมีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

แจกกระดาษโพสต์อิท (POST IT) ให้นักเรียนแต่ละคน เขียนในหัวข้อการดลและแรงดล โดยมีเวลาให้เขียนประมาณ 5 นาที ให้นักเรียนแบ่งเป็น 3 ช่อง คือ K W L โดยที่กำหนดให้

K เขียนสิ่งที่นักเรียนรู้แล้ว

W เขียนสิ่งที่นักเรียนอยากรู้

L เขียนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้อะไรไปบ้างแล้ว

โดยนักเรียนเขียนเพียง 2 ช่อง คือ K กับ Wจากนั้นให้นักเรียนนำกระดาษโพสต์อิท (POST IT) มาติดไว้ที่ครูกำหนดให้ (ครูดูสิ่งที่นักเรียนเขียนลงในกระดาษโพสต์อิทของแต่ละคน เพื่อประเมินความรู้เดิมของนักเรียน)

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

1. ครูทบทวนการเนื้อหาการชนใน 1 มิติ โดยถามนักเรียนด้วยคำถามดังนี้

1) วัตถุที่ชนกันใน 1 มิตินั้น ภายหลังการชน วัตทั้งสองจะเคลื่อนที่อย่างไร *(วัตถุทั้งสองจะเคลื่อนที่ไปในแนวเส้นตรงเดียวกัน)*

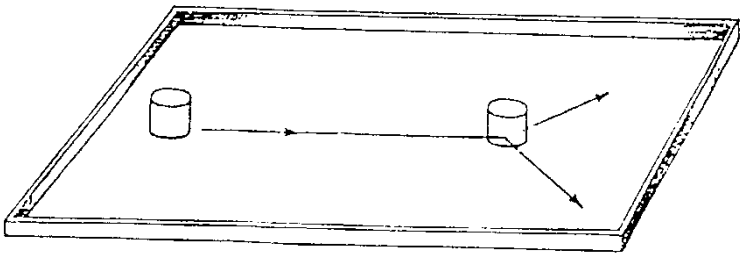
2) การชนใน 1 มิติ เกิดขึ้นได้อย่างไร *(เกิดจากการแนวการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางมวลของวัตถุที่จะเข้าชนจะต้องผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชน)*

2. ครูตั้งปัญหาว่า ถ้าเป็นการชนของวัตถุที่แนวจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุที่เข้าชน ไม่อยู่ในแนวจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชน ภายหลังการชนวัตถุจะเคลื่อนที่อย่างไร

3. ครูบอกจุดประสงค์การเรียนในหัวข้อนี้ว่า นักเรียนจะต้องอธิบายให้ได้ว่า การชนใน 2 มิติ มีลักษณะอย่างไร และแตกต่างจากการชนใน 1 มิติอย่างไร พร้อมทั้งต้องคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้

ขั้นที่ 3 ขั้นสารวจและค้นหา (Exploration Phase)

1. ครูสาธิตการชนของแท่งไม้ 2 แท่ง บนถาดลดแรงเสียดทาน ดังนี้ วางแท่งไม้ 1 แท่ง ที่กลางถาดลดแรงเสียดทานซึ่งโรยเม็ดพลาสติกไว้ นำแท่งไม้อีก 1 แท่งมาวางที่ใกล้ขอบถาดด้านหนึ่ง ดังรูปที่ 4 ผลักแท่งไม้แท่งนี้ให้ไปชนกับแท่งไม้แท่งแรกซึ่งอยู่กลางถาดหลาย ๆครั้ง ด้วยแรงที่มีขนาดและทิศทางต่าง ๆกัน ให้นักเรียนสังเกตลักษณะการเคลื่อนที่ของแท่งไม้ทั้งสองแท่ง ทั้งก่อนชนและภายหลังการชน



รูปที่ 4 การผลักแท่งไม้ให้ชนกันแบบสองมิติ

2. ครูนำนักเรียนอภิปรายผลจากการสาธิต ที่นักเรียนสังเกตเห็น จนได้ข้อสรุปว่า

- ถ้าความเร็วของแท่งไม้ที่วิ่งเข้าชนมีทิศทางอยู่ในแนวเดียวกับแนวจุดศูนย์กลางมวลของแท่งไม้ทั้งสอง เมื่อชนกันแล้วแท่งไม้ทั้งสองแท่งจะเคลื่อนที่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน

- ถ้าทิศความเร็วของแท่งไม่ที่วิ่งเข้าชนไม่อยู่ในแนวจุดศูนย์กลางมวลของแท่งไม้ทั้งสองแท่ง หลังจากการชน แท่งไม้ทั้งสองแท่งจะแยกไปคนละทาง

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)

1. จากการสาธิต ครูให้ความรู้แก่นักเรียนว่า กรณีที่ถ้าทิศความเร็วของแท่งไม่ที่วิ่งเข้าชนไม่อยู่ในแนวจุดศูนย์กลางมวลของแท่งไม้ทั้งสองแท่ง หลังจากการชน แท่งไม้ทั้งสองแท่งจะแยกไปคนละทาง เรียกการชนในลักษณะนี้ว่า การชนใน 2 มิติ

2. ครูอธิบายการหาโมเมนตัมของแท่งไม้แต่ละแท่งก่อนและหลังการชนว่า จะหาได้เมื่อทราบมวลและความเร็วของแท่งไม้แต่ละแท่ง ทั้งก่อนการชน และหลังการชน แต่การวัดความเร็วของแท่งด้วยเครื่องเคาะสัญญาณเวลานั้นทำได้ยาก เพราะเครื่องเคาะสัญญาณเวลาสามารถวัดความเร็วได้เฉพาะการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงและอยู่ในแนวเดียวกันเท่านั้น จึงต้องใช้วิธีการอื่นเพื่อหาความเร็วของวัตถุ เช่น การถ่ายภาพโดยใช้แสงไฟจากแฟลชที่สว่างเป็นจังหวะ อย่างเช่นภาพถ่ายการชนของลูกบิลเลียด 2 ลูก ดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 รูปถ่ายลูกบิลเลียด 2 ลูกชนกัน

3. จากรูปถ่ายลูกบิลเลียด 2 ลูก ครูแสดงวิธีการหาความเร็วของลูกบิลเลียดก่อนการชน และภายหลังการชน และแสดงให้เห็นว่า ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชน และภายหลังการชนของระบบเท่ากัน

4. ย้ำกับนักเรียนว่า การชนใน 2 มิติ ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชน และภายหลังการชนของระบบเท่ากัน เหมือนกับการชนใน 1 มิติ

5. บอกนักเรียนว่า การชนใน 2 มิติ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การชนแบบยืดหยุ่นและไม่ยืดหยุ่น ต่อจากนั้นครูอธิบายถึงการนำหลักกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมมาอธิบายการชนใน 2 มิติทั้ง 2 ประเภท จนได้ข้อสรุปว่า การชนในสองมิติแบบยืดหยุ่น ผลรวมของโมเมนตัมของระบบ และผลรวมของพลังงานจลน์ของระบบมีค่าคงตัว ส่วนการชนแบบไม่ยืดหยุ่น ผลรวมของโมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัว แต่ผลรวมของพลังงานจลน์ของระบบ มีค่าไม่คงตัว

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการอ่านเรื่องการชนในสองมิติเขียนลงในกระดาษบู๊ฟที่แจกให้โดยนำเสนอในรูปแบบที่นักเรียนเข้าใจง่าย

2. นักเรียนส่งตัวแทนนำข้อมูลของกลุ่มตัวเองมาติดไว้บริเวณที่ครูกำหนดให้

3. นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำปากกาเคมีที่แจกให้ในแต่ละกลุ่ม เดินเวียนกลุ่มตามเข็มนาฬิกาโดยมีเวลากลุ่มละ 5 นาที โดยให้นักเรียนใส่เครื่องหมายถูกหลังข้อความที่นักเรียนเห็นด้วย ใส่เครื่องหมายผิดหลังข้อความที่นักเรียนไม่เห็นด้วย และใส่เครื่องหมายคำถามหลังข้อความที่นักเรียนสงสัย

4. เมื่อหมดเวลานักเรียนเดินกลับมายังกลุ่มของตนเองเพื่อดูสิ่งที่เพื่อนในแต่ละกลุ่มเขียนไว้ แล้วตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง

5. ครูนำผลงานของกลุ่มที่มีเครื่องหมายถูกมากที่สุดมาหน้าชั้นเรียนให้นักเรียนกลุ่มอื่นได้ดู และถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้เกิดความรู้ใหม่ๆ และถูกต้องมากขึ้น

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

1. นักเรียนตรวจผลงานของกลุ่มพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องความเข้าใจของกิจกรรม

2. นักเรียนตรวจสอบคำตอบจากการอภิปรายหน้าชั้นเรียน

3. ครูสังเกตความสนใจความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้ดาวกับกลุ่มที่มีเครื่องหมายถูกมากที่สุด และทำการทดลองได้ถูกต้อง

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

1. นำอภิปราย สรุปเนื้อหา ด้วยคำถามต่อไปนี้

- การชนใน 2 มิติ แตกต่างจากการชนใน 1 มิติอย่างไร*(การชนใน 2 มิติ แตกต่างจากการชนใน 1 มิติ คือวัตถุก่อนชน และหลังการชนไม่ได้อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน)*
- การชนใน 2 มิติเกิดขึ้นได้อย่างไร*(การชนใน 2 มิติ เกิดจากจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุที่เข้าชนไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชน)*
- การชนใน 2 มิติ แบ่งเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง*(การชนใน 2 มิติ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ การชนใน 2 มิติแบบยืดหยุ่น และแบบไม่ยืดหยุ่น)*
- การชนใน 2 มิติแบบยืดหยุ่น และแบบไม่ยืดหยุ่นแตกต่างกันอย่างไร *(การชนใน 2 มิติ*แบบยืดหยุ่น เป็นการชนที่หลังการชนวัตถุทั้งสองจะแยกออกจากกันเป็นมุม 90°การชนใน 2 มิติแบบไม่ยืดหยุ่น หลังการชนวัตถุจะติดกันไป)

2. เปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง การดลและแรงดลว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

3. ยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องการดลและแรงดล2 ข้อ จากแบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์ แสดงวิธีทำบนกระดาน

4. นักเรียนเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปว่าได้อะไรบ้างลงในช่อง L แล้วนำไปติดไว้ที่ครูกำหนดก่อนออกจากห้องเรียน

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์
2. เอกสารประกอบการสอน/ใบความรู้/แบบฝึกเสริมฯ เรื่องการชนในสองมิติ
3. กระดาษโพสต์อิท (POST IT)
4. กระดาษบู๊ฟ

9. การวัดและประเมินผล

9.1 วิธีการวัดและประเมินผล

1. วัดความเข้าใจของนักเรียน โดยการตอบคำถามของนักเรียน
2. วัดความสนใจของนักเรียน โดยดูจากการตั้งใจฟังครูบรรยาย และการพยายามตอบคำถามครู และมีความสนใจที่จะถามข้อสงสัย และการให้ความร่วมมือในการเรียน
3. การทำแบบฝึกหัดจากใบงานที่แจกให้นักเรียน/การส่งการบ้าน
4. สังเกตจากการร่วมอภิปรายโดยการสุ่มนักเรียน

9.2 เครื่องมือวัดและประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล
2. แบบประเมินผลงานกลุ่ม
3. แบบฝึกหัดที่ 4 เรื่องการชนในสองมิติ

4. สรุปผลงานกลุ่มเรื่องการชนในสองมิติ

9.3 เกณฑ์การวัดและประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล นักเรียนต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

2. แบบประเมินผลงานกลุ่ม นักเรียนต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

3. ตรวจแบบฝึกหัดที่ 4เรื่องการชนในสองมิติ นักเรียนต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

4. ตรวจสรุปผลงานกลุ่มเรื่องการชนในสองมิติ นักเรียนต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการสอน

รหัสวิชา ว30202 รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โมเมนตัมและการชน เรื่อง การชนในสองมิติ

ภาคเรียนที่ 1 เวลา 3 ชั่วโมง

---

1. จำนวนนักเรียนที่ใช้สอน.....

2. ผลการสอน

2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.5) พฤติกรรม/การมีส่วนร่วมของนักเรียน

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.6) ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบกิจกรรม การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

……

……

3. ปัญหาและอุปสรรค

……

……

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

……

……

ลงชื่อ…… ผู้สอน/ผู้บันทึก

(นางสุธาสินี รัมมะญาณ)

ตำแหน่งครู

……/……/……..

แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

ที่	พฤติกรรม / ชื่อ - สกุล	ความสนใจ			การแสดงความคิดเห็น			การตอบคำถาม			การยอมรับฟังผู้อื่น			ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย			รวมคะแนน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

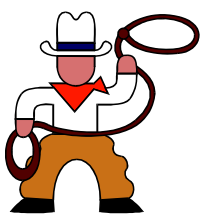
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน = ดี

2 คะแนน = ปานกลาง

1 คะแนน = ปรับปรุง



แบบประเมินผลงานกลุ่ม

ชื่อครูผู้ประเมิน.....

ประเมินกลุ่ม.....

เรื่อง.....

รูปแบบผลงาน.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

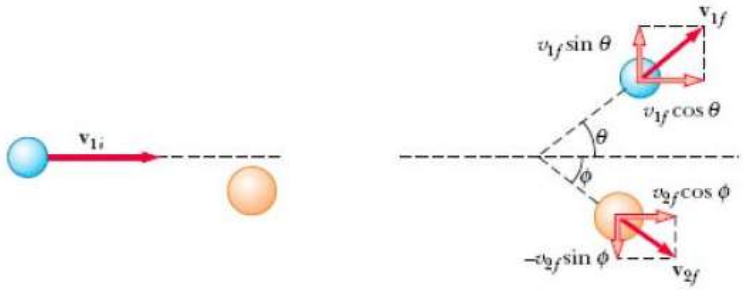
คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินใส่เครื่องหมาย 3 ลงในช่องว่างตามความเป็นจริง

4 หมายถึง ดีมาก 3 หมายถึง ดี 2 หมายถึง ปรับปรุง 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

รายการ	4	3	2	1	**ข้อเสนอแนะ**
เนื้อหา					
1. ความถูกต้องของเนื้อหา					
2. การลำดับความคิด					
3. การสรุปความคิดเห็น					
รูปแบบการนำเสนอ					
1. น่าสนใจ					
2. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์					
การทำงานกลุ่ม					
1. การเตรียมตัว					
2. การทำงานเป็นระบบ					
3. การมีส่วนร่วมของสมาชิก					
4. ความภูมิใจในผลงานของสมาชิก					
เกณฑ์การประเมิน ร้อยละ 80 ขึ้นไป ระดับ ดีมาก ร้อยละ 70 – 79 ระดับ ดี ร้อยละ 60 – 69 ระดับ พอใช้ ต่ำกว่าร้อยละ 60 ระดับ ปรับปรุง					**สรุปการประเมินผลงานกลุ่ม** ..... รวมได้คะแนน..... คิดเป็นร้อยละ..... อยู่ในเกณฑ์.....

ใบความรู้
เรื่อง การชนใน 2 มิติ

การชน 2 มิติ เกิดขึ้นเมื่อแนวการชนไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวล เช่น การชนกันของลูกบิลเลียด ดังรูป

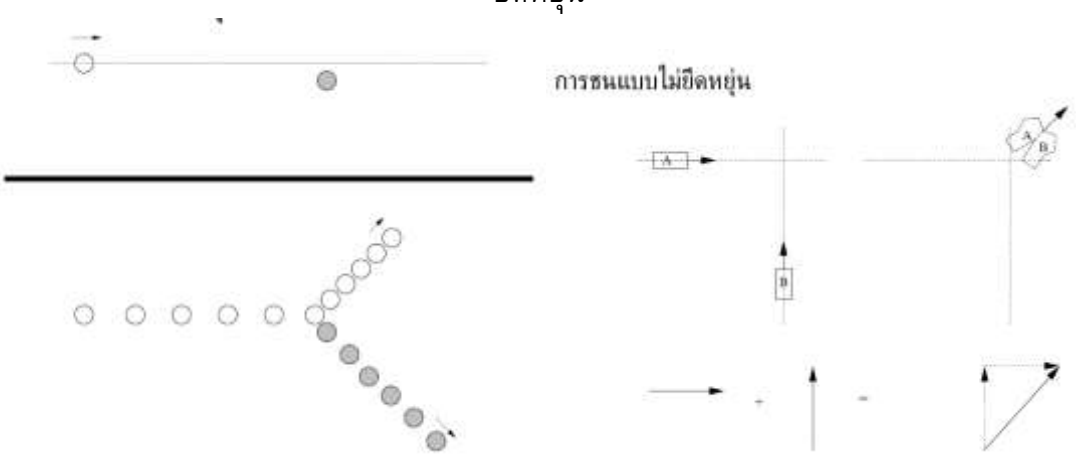


(a) ก่อนการชน (b) หลังการชน

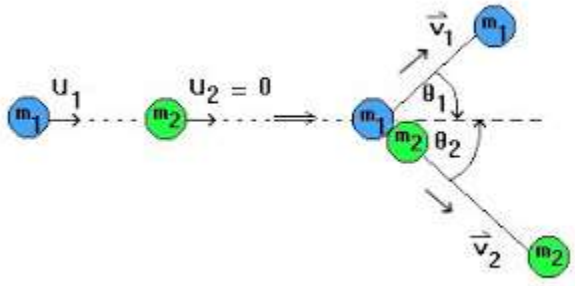
การชน 2 มิติ จะมีผลรวมของโมเมนตัมของระบบและผลรวมของพลังงานจลน์ของระบบก่อนการชนและภายหลังการชนจะมีผลเช่นเดียวกับการชนใน 1 มิติ คือ

- การชนแบบยืดหยุ่น (elastic collision) เป็นการชนที่มีผลรวมของโมเมนตัมและผลรวมของพลังงานจลน์ของระบบคงที่ (พลังงานไม่เปลี่ยนรูป)
- การชนแบบไม่ยืดหยุ่น (Inelastic collision) เป็นการชนที่มีผลรวมของโมเมนตัมของระบบคงที่แต่ผลรวมของพลังงานจลน์ของระบบไม่คงที่ (พลังงานเปลี่ยนรูป)
- การชนแบบไม่ยืดหยุ่นโดยสมบูรณ์ (Perfectly Inelastic collision) เป็นการชนที่มีผลรวมของโมเมนตัมของระบบคงที่แต่ผลรวมของพลังงานจลน์ของระบบไม่คงที่ และหลังจากชนแล้วมวลทั้งสองจะติดกันไป

ตัวอย่างการชนแบบยืดหยุ่น ตัวอย่างการชนแบบไม่ยืดหยุ่น



*พิจารณากรณี**การชนแบบยืดหยุ่นของมวลที่เท่ากัน** และกระเด็นออกคนละข้าง*



ให้ m_1 = m_2 = m โดย m_1 มีความเร็ว $\vec{u}_1$ เคลื่อนที่เข้าชนมวล m_2 ซึ่งอยู่นิ่ง ภายหลังการชนวัตถุทั้งสองกระเด็นออกคนละข้างด้วยความเร็ว $\vec{v}_1$ และ$\vec{v}_2$ ตามลำดับ

สรุปได้ว่า ในการชนแบบ 2 มิติ กรณีที่ชนแบบยืดหยุ่นและมีมวลเท่ากัน หลังชน มวลทั้งสองจะกระเด็นออกทำมุม 90 องศาต่อกัน (ตั้งฉากกัน) เสมอ

<u>เพิ่มเติม</u> ในการที่จะหาความเร็วหรือโมเมนตัมหลังชนของการชนแบบสองมิตินี้ ทำได้หลายวิธี คือ

1. กรณีที่ชนแบบยืดหยุ่นและมีมวลเท่ากัน ให้แตกเวกเตอร์ความเร็วเข้าแกน X และแกน Y

2. การแตกความเร็วเข้าแกน X และแกน Y แล้วคิดโมเมนตัมในแต่ละแกนมีค่าคงที่เสมอเทียบก่อนและหลังการชน

การพิจารณาการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางมวลของระบบ

เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ชนกัน จะทำให้จุดศูนย์กลางของระบบเคลื่อนที่ด้วย ซึ่งจุดศูนย์กลางมวล มีคุณสมบัติดังนี้

1. ถ้าไม่มีแรงภายนอกกระทำต่อระบบ ความเร็วของจุดศูนย์กลางมวลของระบบจะมีค่าคงที่เสมอ

2. ทิศทางการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางมวลของระบบก่อนการชนและหลังการชน จะมีทิศทางอยู่ในแนวเดียวกันเสมอ

แบบฝึกหัดที่ 4
การชนในสองมิติ

1. ลูกกลมขนาดเท่ากัน 2 ลูก A และBโดยลูก A วิ่งเข้าชนลูก B ซึ่งอยู่นิ่งในแนวไม่ผ่านจุดศูนย์กลางทำให้ลูก A กระเด็นเบี่ยงไปจากแนวเดิม 60 องศา ก่อนชนลูกกลม A มีความเร็ว 10 เมตร/วินาที และเป็นการชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์หลังชนลูกกลม A และ B จะมีความเร็วเท่าใด

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. ลูกกลม A และ B ขนาดเท่ากัน มีมวลลูกละ 0.5 กิโลกรัม ให้ลูกกลม A เข้าชนลูกกลม B ซึ่งอยู่นิ่ง หลังชนปรากฏว่าลูกกลม A และ B กระเด็นทำมุม 30° และ 60° กับแนวการชนของลูกกลม A ตามลำดับ ถ้าอัตราเร็วของลูกกลม B เป็น 4 เมตร/วินาที พลังงานจลน์ของลูกกลม A เปลี่ยนไปเท่าไร ในการชนถ้าลูกกลมทั้งสองอยู่บนพื้นลื่น

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. วัตถุ 3 กิโลกรัม เคลื่อนที่เข้าชนวัตถุมวล 2 กิโลกรัม ซึ่งอยู่นิ่งด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที ในแนวไม่ผ่านจุดศูนย์กลางของมวล ทำให้ภายหนังการชนมวลก้อนแรกทำมุม 30° กับแนวเดิม และมวล 2 กิโลกรัมเคลื่อนที่ในแนวทำมุม 45° กับแนวการเคลื่อนที่ของมวล 3 กิโลกรัม ก่อนชน จงหาอัตราเร็วของมวลทั้งสองภายหลังการชน

.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. มวล 6 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 เมตร/วินาที ในทิศตะวันออกเข้าชนกับมวล 4 กิโลกรัมเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ในทิศทางเหนือ หลังชนปรากฏว่ามวลทั้งสองติดกันไป จงหาความเร็วของมวลทั้งสองหลังชนกัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

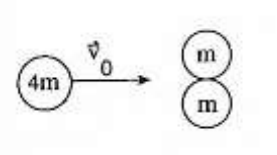
.....

.....

.....

.....

5. ลูกกลมมวล 4m เคลื่อนที่บนพื้นราบที่ไม่มีแรงเสียดทานด้วยความเร็ว v_0 เข้าชนลูกกลมมวล m ซึ่งวางชิดกันสองลูก ดังรูป หลังการชนลูกกลม mทั้งสองต่างเคลื่อนที่ในทิศทำมุม 45° กับแนวการเข้าชนของมวล 4m ด้วยความเร็ว $\sqrt{2}v_0$ ดังรูป โดยมวล 4m ยังคงเคลื่อนที่ต่อไปในทิศทางเดิม จงหาความเร็วของมวล 4m ภายหลังการชน



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รหัสวิชา ว30202 รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โมเมนตัมและการชน เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

ภาคเรียนที่ 2 เวลา 3 ชั่วโมง

---

1. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมของระบบ

พิจารณาวัตถุ 2 ก้อน เคลื่อนที่ชนกันหรือกระทบกัน วัตถุทั้ง 2 ก้อน จะมีการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ แสดงว่ามีแรงกระทำกับวัตถุทั้ง 2 ก้อน

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน กล่าวว่า “ทุกแรงกิริยาต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันและทิศทางตรงข้ามเสมอ โดยแรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยา กระทำต่อวัตถุทั้งก้อน” แสดงว่า แรงกระทำกับวัตถุทั้ง 2 ก้อน

2. ผลการเรียนรู้

1. บอกความหมายของกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมได้
2. ใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันแสดงกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมได้
3. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ สามารถใช้กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์พลังงาน คำนวณหาแรง ความเร็ว ความเร่ง มวล ระยะทาง เวลา และปริมาณอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีการชน

3. สาระการเรียนรู้

- กฎการอนุกรักษ์โมเมนตัม

4. ทักษะการคิด

1. คิดแก้ปัญหา
2. คิดวิเคราะห์
3. คิดริเริ่มสร้างสรรค์

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

5.1 ความสามารถในการคิด

- การวิเคราะห์ปัญหา
- การสำรวจค้นหา
- การสรุปความเห็น

5.2 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

- การทำงานเป็นกลุ่ม

5.3 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

- การนำความรู้ไปใช้

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ความซื่อสัตย์
- ความมีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

แจกกระดาษโพสต์อิท(POST IT) ให้นักเรียนแต่ละคน เขียนในหัวข้อการดลและแรงดล โดยมีเวลาให้เขียนประมาณ 5 นาที ให้นักเรียนแบ่งเป็น 3 ช่อง คือ K W L โดยที่กำหนดให้

K เขียนสิ่งที่นักเรียนรู้แล้ว

W เขียนสิ่งที่นักเรียนอยากรู้

L เขียนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้อะไรไปบ้างแล้ว

โดยนักเรียนเขียนเพียง 2 ช่อง คือ K กับ W จากนั้นให้นักเรียนนำกระดาษโพสต์อิท (POST IT) มาติดไว้ที่ครูกำหนดให้ (ครูดูสิ่งที่นักเรียนเขียนลงในกระดาษโพสต์อิทของแต่ละคน เพื่อประเมินความรู้เดิมของนักเรียน)

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

1. ครูทบทวนบทเรียนจากการทดลองเรื่องการชนในแนวตรงโดยใช้คำถามว่า

1.1 การชนใน 1 มิติมีลักษณะการชนอย่างไร *(การชนใน 1 มิติ(One Dimension Collision) คือ การชนที่แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งสองจะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันทั้งก่อนการชนและหลังการชน การชนในแนวเส้นตรงจะเกิดขึ้นได้เมื่อแนวการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางมวลของวัตถุที่จะเข้าชนจะต้องผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชนเท่านั้น)*

1.2 การชนใน 1 มิติ แบ่งเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง *(การชนใน 1 มิติ แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ การชนแบบยืดหยุ่น การชนแบบไม่ยืดหยุ่น และการชนแบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์)*

1.3 การชนใน 1 มิติ แบบยืดหยุ่นสมบูรณ์ แบบยืดหยุ่นและแบบยืดไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์ มีลักษณะอย่างไร

- การชนแบบยืดหยุ่น (Elastic Collision) คือ การชนแบบไม่สูญเสียพลังงานจลน์เลย เช่น การชน ของอนุภาคเล็กๆ

- การชนแบบไม่ยืดหยุ่น (Inelastic Collision) คือ การชนแบบสูญเสียพลังงานจลน์ไปบางส่วนพลังงานที่สูญเสียไปบางส่วนอาจจะเปลี่ยนไปเป็นเสียง, แสง, เปลี่ยนรูปทรง การชนโดยทั่วไปจะเป็นการชนแบบนี้

- การชนแบบไม่ยืดหยุ่นโดยสมบูรณ์ (Completely Inelastic Collision) คือ การชนแบบสูญเสียพลังงานจลน์ไปมากที่สุด โดยภายหลังการชนวัตถุจะติดกันไป)

ขั้นที่ 3 ขั้นสารวจและค้นหา (Exploration Phase)

1. ครูอธิบายกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมจนได้ข้อสรุปว่า ถ้าแรงลัพธ์ภายนอกมากระทำกับระบบมีค่าเป็นศูนย์ ($\sum \vec{F} = 0$) แล้ว ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนของระบบ เท่ากับผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนของระบบเสมอ

$$\sum \vec{P}_1 = \sum \vec{P}_2$$

$$m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$

นั่นคือ $\sum \vec{P}$ **= ค่าคงตัว**

2. ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายการวิเคราะห์การชนใน 1 มิติแบบยืดหยุ่นของวัตถุ 2 ก้อน ในแนวตรง โดยการใช้กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์พลังงาน จนได้ข้อสรุปว่า การชนแบบยืดหยุ่น จากกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

$$\sum \vec{P}_1 = \sum \vec{P}_2$$

$$m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$

สมการพลังงานจลน์

$$\sum E_{k1} = \sum E_{k2}$$

$$\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$$

$$u_1 + v_1 = u_2 + v_2$$

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)

1. ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายการวิเคราะห์การชนใน 1 มิติแบบไม่ยืดหยุ่นและไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์ของวัตถุ 2 ก้อน โดยการใช้กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์พลังงาน จนได้ข้อสรุปว่ากฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

$$\sum \vec{P}_1 = \sum \vec{P}_2$$

$$m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$

สำหรับการชนแบบไม่ยืดหยุ่นโดยสมบูรณ์ จะได้ว่า

$$m_1u_1 + m_2u = (m_1 + m_2)v$$

ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนชน >ผลรวมของพลังงานจลน์หลังชน เสมอ

$$\sum E_{k1} > \sum E_{k2}$$

$$\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 > \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$$

2. ครูนำอภิปราย สรุปเนื้อหา ด้วยคำถามต่อไปนี้

- กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมกล่าวว่าอย่างไร*(ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนของระบบเท่ากับผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนของระบบเมื่อไม่มีแรงภายนอกมากระทำ)*

- การชนใน 1 มิติแต่ละประเภท เราใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม อธิบายได้ว่าอย่างไร

- การชนแบบยืดหยุ่น ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชน เท่ากับผลรวมของโมเมนตัมหลังการชน และผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชนเท่ากับ ผลรวมของพลังงานหลังการชน

- การชนแบบไม่ยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชน เท่ากับผลรวมของโมเมนตัมหลังการชน และผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชนมากกว่า ผลรวมของพลังงานหลังการชน)

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการอ่านเรื่องกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเขียนลงในกระดาษบู๊ฟที่แจกให้โดยนำเสนอในรูปแบบที่นักเรียนเข้าใจง่าย

2. นักเรียนส่งตัวแทนนำข้อมูลของกลุ่มตัวเองมาติดไว้บริเวณที่ครูกำหนดให้

3. นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำปากกาเคมีที่แจกให้ในแต่ละกลุ่ม เดินเวียนกลุ่มตามเข็มนาฬิกาโดยมีเวลากลุ่มละ 5 นาที โดยให้นักเรียนใส่เครื่องหมายถูกหลังข้อความที่นักเรียนเห็นด้วย ใส่เครื่องหมายผิดหลังข้อความที่นักเรียนไม่เห็นด้วย และใส่เครื่องหมายคำถามหลังข้อความที่นักเรียนสงสัย

4. เมื่อหมดเวลานักเรียนเดินกลับมายังกลุ่มของตนเองเพื่อดูสิ่งที่เพื่อนในแต่ละกลุ่มเขียนไว้ แล้วตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง

5. ครูนำผลงานของกลุ่มที่มีเครื่องหมายถูกมากที่สุดมาหน้าชั้นเรียนให้นักเรียนกลุ่มอื่นได้ดู และถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้เกิดความรู้ใหม่ๆ และถูกต้องมากขึ้น

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

1. นักเรียนตรวจผลงานของกลุ่มพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องความเข้าใจของกิจกรรม

2. นักเรียนตรวจสอบคำตอบจากการอภิปรายหน้าชั้นเรียน

3. ครูสังเกตความสนใจความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้ดาวกับกลุ่มที่มีเครื่องหมายถูกมากที่สุด และทำการทดลองได้ถูกต้อง

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

1. ครูยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องการชนใน 1 มิติ แบบไม่ยืดหยุ่นและไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์อย่างละ 1 ข้อ จากแบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์ แสดงวิธีทำบนกระดาน

2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

3. ครูยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องการชนใน 1 มิติ แบบยืดหยุ่น 1 ข้อ จากแบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์ แสดงวิธีทำบนกระดาน

4. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดลงในสมุด

5. นักเรียนเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปว่าได้อะไรบ้างลงในช่อง L แล้วนำไปติดไว้ที่ครูกำหนดก่อนออกจากห้องเรียน

6. ทดสอบหลังเรียนเรื่องโมเมนตัมและการชน

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์

2. เอกสารประกอบการสอน/ใบความรู้/แบบฝึกเสริมฯ เรื่องกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

3. กระดาษโพสต์อิท (POST IT)

4. กระดาษบู๊ฟ

9. การวัดและประเมินผล

9.1 วิธีการวัดและประเมินผล

1. วัดความเข้าใจของนักเรียน โดยการตอบคำถามของนักเรียน

2. วัดความสนใจของนักเรียน โดยดูจากการตั้งใจฟังครูบรรยาย และการพยายามตอบคำถามครู และมีความสนใจที่จะถามข้อสงสัย และการให้ความร่วมมือในการเรียน

3. สังเกตจากการร่วมอภิปรายโดยการสุ่มนักเรียน

9.2 เครื่องมือวัดและประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

2. แบบประเมินผลงานกลุ่ม

3. สรุปผลงานกลุ่มเรื่องกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

9.3 เกณฑ์การวัดและประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล นักเรียนต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

2. แบบประเมินผลงานกลุ่ม นักเรียนต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

3. ตรวจสรุปผลงานกลุ่มเรื่องกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมนักเรียนต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ70 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

บันทึกหลังการสอน

รหัสวิชา ว30202 รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โมเมนตัมและการชน เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม
ภาคเรียนที่ 1 เวลา 3 ชั่วโมง

---

1. จำนวนนักเรียนที่ใช้สอน.....

2. ผลการสอน

2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.5) พฤติกรรม/การมีส่วนร่วมของนักเรียน

( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต้องปรับปรุง

2.6) ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบกิจกรรม การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

……

……

3. ปัญหาและอุปสรรค

……

……

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

……

……

ลงชื่อ…… ผู้สอน/ผู้บันทึก

(นางสุธาสินี รัมมะญาณ)

ตำแหน่งครู

……/……/……

แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

ที่	พฤติกรรม / ชื่อ - สกุล	ความสนใจ			การแสดงความคิดเห็น			การตอบคำถาม			การยอมรับฟังผู้อื่น			ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย			รวมคะแนน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

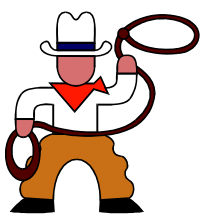
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน = ดี

2 คะแนน = ปานกลาง

1 คะแนน = ปรับปรุง



แบบประเมินผลงานกลุ่ม

ชื่อครูผู้ประเมิน.....

ประเมินกลุ่ม.....

เรื่อง.....

รูปแบบผลงาน.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินใส่เครื่องหมาย 3 ลงในช่องว่างตามความเป็นจริง

4 หมายถึง ดีมาก 3 หมายถึง ดี 2 หมายถึง ปรับปรุง 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

รายการ	4	3	2	1	**ข้อเสนอแนะ**
เนื้อหา					
1. ความถูกต้องของเนื้อหา					
2. การลำดับความคิด					
3. การสรุปความคิดเห็น					
รูปแบบการนำเสนอ					
1. น่าสนใจ					
2. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์					
การทำงานกลุ่ม					
1. การเตรียมตัว					
2. การทำงานเป็นระบบ					
3. การมีส่วนร่วมของสมาชิก					
4. ความภูมิใจในผลงานของสมาชิก					
เกณฑ์การประเมิน ร้อยละ 80 ขึ้นไป ระดับ ดีมาก ร้อยละ 70 – 79 ระดับ ดี ร้อยละ 60 – 69 ระดับ พอใช้ ต่ำกว่าร้อยละ 60 ระดับ ปรับปรุง					**สรุปการประเมินผลงานกลุ่ม** ..... รวมได้คะแนน..... คิดเป็นร้อยละ..... อยู่ในเกณฑ์.....

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รหัสวิชา ว30202 รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โมเมนตัมและการชน เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

ภาคเรียนที่ 1 เวลา 3 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

โมเมนตัม (momentum : P) คือ ผลคูณระหว่างระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ ซึ่งเป็นปริมาณหนึ่งที่บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน กล่าวได้อีกแบบหนึ่งว่า แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ เท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุทั้งขนาดและทิศทาง

ผลการเรียนรู้

1. บอกความหมายของโมเมนตัมได้
2. บอกได้ว่าแรงที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้โมเมนตัมเปลี่ยนไป
3. บอกความหมายของแรงว่ามีความสัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมตามสมการ

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$$

4. คำนวณแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัมได้

สาระการเรียนรู้

- โมเมนตัม
- แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นนำ

ครูสนทนาซักถามนักเรียนในประเด็นต่อไปนี้ “จากการศึกษาที่ผ่านมา เราทราบว่าวัตถุซึ่งกำลังเคลื่อนที่จะมีโมเมนตัม และโมเมนตัมของวัตถุหนึ่งขึ้นอยู่กับความเร็วของวัตถุ เมื่อความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไป โมเมนตัมของวัตถุก็เปลี่ยนไปด้วย อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้วัตถุมีโมเมนตัมเปลี่ยนไป” ครูเล่าเหตุการณ์เสร็จให้นักเรียนช่วยกันคิดตอบ ไม่เน้นถูกผิด โดยครูกล่าวว่า คำตอบที่นักเรียนตอบมาจะเป็นจริงหรือไม่เราจะศึกษาดังต่อไปนี้

2. ขั้นสอน

2.1 ครูนำลูกวอลเลย์บอลมา 3 ลูก

2.2 สุ่มให้นักเรียนสองคนออกมาหน้าชั้นเรียน

2.3 ให้นักเรียนที่ถูกสุ่มออกมาสาธิตการส่งลูกวอลเลย์บอลให้แก่กัน โดยเปลี่ยนกันเป็นฝ่ายส่งและฝ่ายรับ

2.4 ในการส่งลูกบอล เริ่มจากการส่งด้วยการออกแรงผลักบอลค่อย ๆและเริ่มแรงขึ้นตามลำดับ

2.5 ให้นักเรียนสังเกตการรับบอลในแต่ละครั้งที่ถูกส่งไป

2.6 ให้นักเรียนในห้องลองผลัดเปลี่ยนกันเล่นรับส่งบอลดูบ้าง

2.7 ให้นักเรียนตอบคำถามดังต่อไปนี้

คำถาม 1 ในการส่งลูกวอลเลย์บอลที่หยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ออกไป ด้วยความเร็วที่ต่างกัน จะต้องออกแรงต่างกันหรือไม่อย่างไร

คำถาม 2 ในการรับลูกวอลเลย์บอลซึ่งกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่างกัน ผู้รับจะต้องออกแรงรับเพื่อให้ลูกบอลหยุดนิ่งด้วยแรงต่างกันหรือไม่

ครูอธิบายการเคลื่อนที่ของบอลในแต่ละครั้งให้นักเรียนฟัง พร้อมให้นักเรียนแสดงข้อคิดเห็น ครูยกกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันมาให้นักเรียนได้ศึกษา

2.8 ให้นักเรียนฟังครูบรรยายบนกระดานดำและบันทึกสาระสำคัญลงในสมุด

2.9 ให้นักเรียนทำแบบฝึกปฏิบัติ 3 ข้อ

3. ขั้นสรุป

ครูสรุปอีกครั้งเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน พร้อมประเด็นที่สำคัญดังนี้ แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุใดจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุทั้งขนาดและทิศทาง

สื่อการเรียนการสอน

- ลูกวอลเลย์บอล 3 ลูก
- ใบงาน

การวัดผลประเมินผล

- แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน 5 ข้อ
- แบบฝึกปฏิบัติ 2 ข้อ

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 **เรื่อง โมเมนตัมและการชน**

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 **เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม**

---

1. เมื่อความเร็วของวัตถุหนึ่งเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า สรุปได้ว่า
   - ❶ ความเร่งของวัตถุจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า
   - ❷ โมเมนตัมของวัตถุจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า
   - ❸ พลังงานจลน์ของวัตถุจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า
   - ❹ พลังงานศักย์ของวัตถุจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า
2. เมื่อรถยนต์เคลื่อนที่โดยมีความเร็วลดลงครึ่งหนึ่งของความเร็วเดิมแสดงว่า
   - ❶ พลังงานศักย์ของรถลดลงครึ่งหนึ่ง
   - ❷ พลังงานจลน์ของรถลดลงครึ่งหนึ่ง
   - ❸ โมเมนตัมลดลงครึ่งหนึ่ง
   - ❹ ความเร่งลดลงครึ่งหนึ่ง
3. เวลากระโดดจากที่สูง เมื่อเท้าถึงพื้นเรามักจะย่อเข่า เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการบาดเจ็บที่เท้า ข้อใดเป็นเหตุผลทางฟิสิกส์ของคำกล่าวนี้
   - ❶ การงอเข่าทำให้โมเมนตัมลดลง จึงเกิดแรงที่เท้าน้อย
   - ❷ การงอเข่าทำให้เวลาที่เท้ากระทำต่อพื้นนานขึ้น จึงเกิดแรงที่เท้าน้อยลง
   - ❸ การงอเข่าทำให้เวลาที่เท้ากระทำต่อพื้นน้อยลง จึงเกิดแรงที่เท้าน้อยลง
   - ❹ การงอเข่าทำให้ความสูงที่กระโดดลงมาเพิ่มขึ้น จึงเกิดแรงที่เท้าน้อยลง
4. การเปลี่ยนโมเมนตัมข้อใดมีค่าน้อยที่สุด (วัตถุมีความเร็วเท่าเดิม)
   - ❶ ลูกบาสกระทบแป้นแล้วลงห่วง
   - ❷ ตบลูกปิงปองกระทบโต๊ะ
   - ❸ นักเรียนมวล 50 kg วิ่งมาหยุดตรงหน้าอาจารย์พอดี
   - ❹ นักเรียนมวล 50 kg วิ่งออกจากตึก เลี้ยวผ่านห้องแนะแนว
5. ถ้าใช้แรงที่คงที่ไปต้านเพื่อให้วัตถุหยุดในเวลา t ปริมาณใดที่เกี่ยวข้องมากที่สุดในการทำให้วัตถุหยุดได้
   - ❶ ความเร็วของวัตถุ ❷ โมเมนตัมของวัตถุ
   - ❸ มวลของวัตถุ ❹ ขนาดของวัตถุ

แบบฝึกปฏิบัติ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 **เรื่อง โมเมนตัมและการชน**

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 **เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม**

---

1. ลูกฟุตบอลมวล 0.5 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 20 m/s ผู้รักษาประตูใช้มือรับลูกบอลให้หยุดนิ่ง ภายในเวลา 0.04 วินาที แรงเฉลี่ยที่มือกระทำต่อลูกบอล มีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. วัตถุมวล 12 kg ถูกแรง F กระทำอย่างต่อเนื่องให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 m/s เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาที วัตถุมีความเร็ว 10 m/s แรง F มีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงาน

คำถาม 1 ในการส่งลูกวอลเลย์บอลที่หยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ออกไป ด้วยความเร็วที่ต่างกัน จะต้องออกแรงต่างกันหรือไม่อย่างไร

.....

.....

คำถาม 2 ในการรับลูกวอลเลย์บอลซึ่งกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่างกัน ผู้รับจะต้องออกแรงรับเพื่อให้ลูกบอลหยุดนิ่งด้วยแรงต่างกันหรือไม่

.....

.....

.....

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันกล่าวว่า"เมื่อมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์กระทำต่อวัตถุจะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศทางของแรงลัพธ์นั้น " และเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$$

จาก $\vec{v} = \vec{u} + \vec{a}t$

และ $\vec{a} = \dfrac{\vec{v_2} - \vec{v_1}}{\Delta t}$

ดังนั้น $\Sigma \vec{F} = m\left[\dfrac{\vec{v_2} - \vec{v_1}}{\Delta t}\right]$

$$\Sigma \vec{F} = \frac{m\vec{v_2} - m\vec{v_1}}{\Delta t}$$

$$\Sigma \vec{F} = \frac{\vec{P_2} - \vec{P_1}}{\Delta t}$$

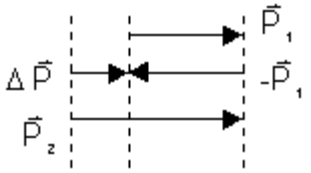
$$\Sigma \vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$$

เมื่อ $\Delta \vec{P}$ เป็นโมเมนตัมที่เปลี่ยนแปลงไป และ $\frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$ หมายถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ดังนั้นกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันจึงอาจกล่าวอีกอย่างหนึ่งได้ว่า

"แรงลัพธ์ภายนอกที่กระทำกับวัตถุใดจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุนั้นทั้งขนาดและทิศทาง"

ตัวอย่างที่ 1 จากรูปมวล m ขนาด 2 กิโลกรัม เคลื่อนที่ในแนวตรงมีความต้น 10 เมตรต่อวินาที และมีความเร็วสุดท้าย 12 เมตรต่อวินาที จงหาขนาดและทิศทางของโมเมนตัมที่เปลี่ยนแปลง

วิธีทำ การหาทิศทางของ $\Delta \vec{P}$ ใช้การรวมเวกเตอร์แบบหางต่อหัว ดังรูป



เวกเตอร์ $\vec{P_2}$, $-\vec{P_1}$ และ $\Delta \vec{P}$ จะซ้อนทับกัน แต่เขียนแยกเพื่อให้เห็นชัดเจน

จะได้ $\Delta \vec{P}$ มีทิศพุ่งไปทางขวามือ

การหาขนาดของ $\Delta \vec{P}$ กำหนดทิศไปทางขวาเป็นบวก และทิศมาทางว้ายเป็นลบ

จาก $\Delta \vec{P} = \vec{P_2} - \vec{P_1}$

$= m\vec{v} - m\vec{u}$

= (2 kg x 12 m/s)-(2 kg x 10m/s)

= 4 kg.m/s

ตอบ โมเมนตัมที่เปลี่ยนแปลงมีขนาด 4 กิโลกรัม.เมตรต่อวินาที

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รหัสวิชา ว30202 รายวิชาฟิสิกส์ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โมเมนตัมและการชน **เรื่อง การดลและแรงดล**

ภาคเรียนที่ 1 **เวลา 3 ชั่วโมง**

สาระสำคัญ

การดล (Impulse) คือ การเปลี่ยนโมเมนตัม เป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศเดียวกับทิศของความเร็วที่เปลี่ยนไป มีหน่วยเป็น kg. m/s หรือ N.s

แรงดล (Impulse Force) คือ อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัม หรือ แรงลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนโมเมนตัมในช่วงเวลาสั้นๆ

ผลการเรียนรู้

1. บอกได้ว่าแรงดลเป็นแรงที่กระทำในช่วงเวลาสั้นๆ
2. วิเคราะห์ความหมายของการดลว่าเท่ากับผลคูณของแรงดลกับช่วงเวลาการชน
3. คำนวณหาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการดลและแรงดลได้

สาระการเรียนรู้

- การดลและแรงดล

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นนำ

ครูสนทนาและซักถามนักเรียนในประเด็นต่อไปนี้ “เราได้ทราบแล้วว่า เมื่อมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำกับวัตถุจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไป ถ้าต้องการให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลงค่าหนึ่ง ขนาดของแรงที่กระทำกับวัตถุจะเกี่ยวข้องกับช่วงเวลาที่ออกแรงกระทำกับวัตถุหรือไม่อย่างไร”ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เมื่อได้คำตอบจากนักเรียนแล้วครูเอ่ยว่า “จากที่นักเรียนตอบมาเราจะศึกษาได้จากสถานการณ์ต่อไปนี้

2. ขั้นสอน

2.1 ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 4 คน

ครูสาธิตการทดลองจากอุปกรณ์ที่ได้เตรียมไว้ โดยมี ไขไก่ 3 ฟอง และฟองน้ำ 3 อัน

<u>การทดลอง</u>

ปล่อยไข่ใบหนึ่งให้ตกลงบนฟองน้ำหนาๆและปล่อยไข่อีกใบหนึ่งที่มีขนาดเท่ากันกับใบแรกให้ตกลงบนพื้นแข็งจากที่ระดับความสูงประมาณ 1 เมตรเท่ากัน

ให้นักเรียนทุกคนสังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้นและบันทึกในสมุด

2.2 ครูให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมารับใบงาน

2.3 ให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามลงในใบงานที่แจกให้

2.4 ครูสรุปผลการทดลองที่*เกิดขึ้น*ให้นักเรียนฟังและจดบันทึก

2.5 ครูบรรยายเรื่องการดลและแรงดล พร้อมกับยกตัวอย่างการคำนวณบนกระดานดำ

2.6 ให้นักเรียนทำแบบฝึกปฏิบัติ 2 ข้อ

3. ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปอีกครั้งในเรื่องของการดลและแรงดล โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัย

สื่อการเรียนการสอน

- ไข่ไก่ 3 ฟอง
- ฟองน้ำ 3 อัน
- ใบงาน

การวัดผลประเมินผล

- แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน 5 ข้อ
- แบบฝึกปฏิบัติ 2 ข้อ

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 **เรื่อง โมเมนตัมและการชน**

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 **เรื่อง การดลและแรงดล**

---

1. การดลคือ
   - ❶ การเปลี่ยนแรงลัพธ์
   - ❷ ผลของแรงลัพธ์คูณเวลา
   - ❸ โมเมนตัม
   - ❹ แรงกระทำต่อหนึ่งหน่วยเวลา
2. การดลที่กระทำบนวัตถุหนึ่งจะมีค่าเท่ากับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณใดต่อไปนี้
   - ❶ ความเร็ว
   - ❷ โมเมนตัม
   - ❸ พลังงานจลน์
   - ❹ แรง
3. ข้อใดไม่สอดคล้องกับการดล
   - ❶ เป็นปริมาณสเกลาร์
   - ❷ มีหน่วยเป็นนิวตัน-วินาที
   - ❸ ขึ้นอยู่กับแรงลัพธ์ที่กระทำกับมวล
   - ❹ ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่กระทำกับมวล
4. แรงต่อไปนี้แรงพวกใดจัดเป็นแรงดล
   - ❶ แรงเสียดทานระหว่างพื้นกับรองเท้า
   - ❷ แรงดึงดูดระหว่างมวล
   - ❸ แรงเนื่องจากแรงดึงเชือก
   - ❹ แรงเนื่องจากการระเบิด
5. ทิ้งไข่ให้กระทบผิวหน้าของฟองน้ำ กับทิ้งให้กระทบกับผิวปูนแข็ง ที่ระดับความสูงเท่ากันข้อใดถูกต้อง
   - ❶ แรงดลเท่ากันทั้งสองกรณี
   - ❷ ไข่แตกทั้งสองกรณี
   - ❸ การดลเท่ากันทั้งสองกรณี
   - ❹ คำตอบเป็นอย่างอื่น

แบบฝึกปฏิบัติ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 **เรื่อง โมเมนตัมและการชน**

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 **เรื่อง การดลและแรงดล**

---

1. ปล่อยวัตถุ 2 kg จากที่สูง 80 m ตกถึงพื้น วัตถุสะท้อนขึ้นมาด้วยความเร็ว 30 m/s ถ้าเวลาที่วัตถุกระทบพื้นเท่ากับ 0.2 วินาที ขนาดของการดลมีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. วัตถุมวล 4 kg วางอยู่บนพื้นลื่น ถูกแรง F กระทำในแนวขนานกับพื้น ทำให้วัตถุเคลื่อนที่จากจุดหยุดนิ่งเมื่อเวลาผ่านไป 0.8 วินาที วัตถุมีความเร็ว 10 m/s แรง F มีค่าเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงาน

เรื่อง **<u>การดลและแรงดล</u>**

ชื่อสมาชิก 1..... 2.....

3..... 4.....

5..... 6.....

<u>ตอบคำถามจากผลการทดลอง</u>

<u>คำถาม 1</u> ความเร็วของไข่ขณะตกกระทบฟองน้ำกับพื้นแข็งต่างกันหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

<u>คำถาม 2</u> ผลที่เกิดขึ้นเมื่อไข่ตกกระทบกับฟองน้ำกับตกกระทบกับพื้นแข็งต่างกันหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

<u>คำถาม 3</u> โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปของไข่ทั้งสองเมื่อตกลงบนฟองน้ำกับตกลงบนพื้นแข็งต่างกันหรือไม่อย่างไรถ้ามวลของไข่เท่ากัน

.....

.....

.....

<u>คำถาม 4</u> ช่วงเวลาที่ไข่เปลี่ยนความเร็วขณะกระทบฟองน้ำจนหยุดนิ่งต่างกับช่วงเวลาที่กระทบพื้นแข็งแล้วหยุดนิ่งหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รหัสวิชา ว30202 รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โมเมนตัมและการชน เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ

ภาคเรียนที่ 1 เวลา 3 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

การชน(collision)คือ การที่วัตถุเคลื่อนที่กระทบกันในช่วงเวลาสั้นๆ

การชนกันของวัตถุใดๆ ถ้าแรงลัพธ์ภายนอกที่กระทำกับระบบมีค่าเป็นศูนย์ ($\sum \vec{F} = 0$) แล้ว ผลรวมของโมเมนตัมของระบบ จะมีค่าคงตัวเสมอ และผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนของระบบเท่ากับผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนของระบบเสมอ

การชนใน 1 มิติ(One Dimension Collision)คือ การชนที่แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งสองจะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันทั้งก่อนการชนและหลังการชน การชนในแนวเส้นตรงจะเกิดขึ้นได้เมื่อแนวการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางมวลของวัตถุที่จะเข้าชนจะต้องผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชนเท่านั้น

ผลการเรียนรู้

1. บอกความหมาย ลักษณะและประเภทของการชนใน 1 มิติได้
2. ทำการทดลองการชนของวัตถุในแนวตรง และสรุปได้ว่า โมเมนตัมรวมของระบบคงตัวเมื่อไม่มีแรงลัพธ์กระทำต่อระบบ

สาระการเรียนรู้

- การชนในหนึ่งมิติ

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นนำ

ครูสนทนากับนักเรียนในประเด็นที่ว่า “ในการเล่นลูกหิน นักเรียนคงเคยสังเกตเห็นว่าเมื่อยิงลูกหินลูกหนึ่งไปชนกับลูกหินอีกลูกหนึ่งซึ่งหยุดนิ่งอยู่ หลังจากการชน ลูกหินที่เข้าชนอาจหยุดนิ่งส่วนลูกหินที่ถูกชนเคลื่อนที่ออกไป หรือบางครั้งลูกหินทั้งสองเคลื่อนที่ไปทิศทางเดียวกันหรือทิศทางตรงกันข้าม เหตุใดวัตถุที่ถูกชนจึงเคลื่อนที่ได้ และวัตถุที่วิ่งเข้าชนมีการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่” ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

2. ขั้นสอน

2.1 ครูนำลูกบอลมาตั้งบนโต๊ะจำนวน 2 ลูก แล้วผลักลูกบอลลูกหนึ่งให้เคลื่อนที่ชนลูกบอลอีกลูกหนึ่งซึ่งหยุดนิ่ง ให้นักเรียนสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นกับลูกบอลทั้งสองลูก

2.2 ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นไม่เน้นถูกผิดในสิ่งที่เกิดขึ้น

2.3 ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันในสิ่งที่เกิดขึ้น

2.4 ครูเขียน concept mind mapping ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการชนบนกระดานดำ เพื่อให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการศึกษาเพิ่มเติม

2.5 ครูบรรยายในเรื่อง การชน และการชนแบบยืดหยุ่นโดยสมบูรณ์ โดยใช้แผ่นใส พร้อมทั้งแสดงตัวอย่างการคำนวณ

2.6 ให้นักเรียนจดสาระสำคัญลงในสมุดบันทึก

2.7 ให้นักเรียนทำแบบฝึกปฏิบัติ 2 ข้อ

3. ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญอีกครั้งหนึ่งในเรื่องการชนในหนึ่งมิติโดยเน้นย้ำพร้อมเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัย

สื่อการเรียนการสอน

- ลูกบอล 2 ลูก
- Power Point

การวัดผลประเมินผล

1. แบบทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน5 ข้อ
2. แบบฝึกปฏิบัติ 2 ข้อ

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 **เรื่อง โมเมนตัมและการชน**

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 **เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ**

---

1. เด็กคนหนึ่งมวล 30 กิโลกรัม ยืนอยู่บนเรือลอยนิ่งในบึง ขว้างสมอเรือมวล 1 กิโลกรัม ออกไปด้วยความเร็ว 8 เมตร/วินาที ในแนวระดับ ถ้าเรือมีมวล 20 กิโลกรัม จงหาว่าเรือถอยหลังด้วยอัตราเร็วเท่าใด

   ❶ 0.4 เมตร/วินาที ❷ 0.8 เมตร/วินาที

   ❸ 0.16 เมตร/วินาที ❹ 0.32 เมตร/วินาที

2. วัตถุ A มวล 8 กิโลกรัม วิ่งด้วยความเร็ว 3 เมตร/วินาที ชนกับวัตถุ B มวล 6 กิโลกรัม วิ่งสวนมาด้วยความเร็ว 4 เมตร/วินาที การชนเป็นแบบยืดหยุ่น หลังการชนวัตถุ B มีความเร็วเท่าใด

   ❶ 3 เมตร/วินาทีไปทางขวา ❷ 3 เมตร/วินาทีไปทางซ้าย

   ❸ 4 เมตร/วินาที ไปทางขวา ❹ 4 เมตร/วินาที ไปทางซ้าย

3. วัตถุมวล 2 กิโลกรัม มีความเร็ว 12 เมตร/วินาที วิ่งเข้าชนมวล 1 กิโลกรัม ซึ่งหยุดนิ่ง ถ้าการชนกันแบบยืดหยุ่นโดยสมบูรณ์โมเมนตัมรวมก่อนชนมีค่าเท่าใด

   ❶ 0 N.s ❷ 12 N.s ❸ 24 N.s ❹ 36 N.s

4. จากโจทย์ข้อที่ 3 พลังงานจลน์รวมหลังการชนมีค่าเท่าใด

   ❶ 194 J ❷ 162 J ❸ 150 J ❹ 144 J

5. วัตถุชิ้นหนึ่งมวล m เคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร็วขนาด 5 หน่วย อีก 3 วินาทีถัดมาพบว่ากำลังกระดอนกลับมาทางซ้ายด้วยความเร็ว 4 หน่วย จงหาขนาดของการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมทั้งขนาดและทิศทาง

   ❶ m หน่วยไปทางขวา ❷ m หน่วยไปทางซ้าย

   ❸ 9 m หน่วยไปทางขวา ❹ 9 m หน่วยไปทางซ้าย

แบบฝึกปฏิบัติ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 **เรื่อง โมเมนตัมและการชน**

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 **เรื่อง การชนในหนึ่งมิติ**

---

1. ลูกปืนมวล 0.5 กิโลกรัม ถูกยิงออกจากปากกระบอกปืนใหญ่ ซึ่งมีมวล 800 กิโลกรัม ด้วยความเร็ว 1600 เมตร/วินาที จงหาความเร็วถอยหลังของปืนใหญ่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ถ้าแรงต้านการเคลื่อนที่ของปืนใหญ่มีค่า 8000 N จงหาระยะทางที่ปืนใหญ่ถอยหลัง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ลูกเหล็กทรงกลมมวล 1 กิโลกรัม กลิ้งเข้าชนแท่งไม้ 4 กิโลกรัม ที่วางอยู่บนพื้นด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวของแท่งไม้กับพื้นเท่ากับ 0.2 หลังจากชนแล้ว ลูกเหล็กอยู่นิ่งกับที่ แท่งไม้ไถลไปได้ไกลเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รหัสวิชา ว30202 รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โมเมนตัมและการชน เรื่อง การชนในสองมิติ

ภาคเรียนที่ 1 เวลา 3 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

การชนใน 2 มิติ คือ การชนกันของวัตถุ โดยที่วัตถุก่อนชน และหลังการชนไม่ได้อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ซึ่งเกิดจากเป็นการชนแบบไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุ

การชนใน 2 มิติแบบยืดหยุ่น เป็นการชนที่หลังการชนวัตถุทั้งสองจะแยกออกจากกันเป็นมุม 90°

การชนใน 2 มิติแบบไม่ยืดหยุ่น หลังการชนวัตถุจะติดกันไป m_1 มีความเร็ว $\bar{u}_1$ พุ่งเข้าชนวัตถุอีกก้อนหนึ่งมวล m_2 มีความเร็ว $\bar{u}_2$ ในแนวไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลในแนวทำมุม θ ต่อกัน โดยหลังการชนวัตถุทั้งสองจะเคลื่อนที่ติดกันไปด้วยความเร็ว

ผลการเรียนรู้

1. บอกความหมายของการชนใน 2 มิติได้
2. คำนวณหาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการชนใน 2 มิติได้

สาระการเรียนรู้

- การชนในสองมิติ

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นนำ

ครูสนทนาซักถามนักเรียนถึงเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน ว่ามีเหตุการณ์ใดบ้างที่เป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น คือ ชนแล้ววัตถุติดกันไป ทั้งนี้ให้นักเรียนช่วยกันตอบข้อซักถามดังกล่าว

2. ขั้นสอน

2.1 ครูบรรยายในหัวข้อการชนกันแบบไม่ยืดหยุ่น โดยใช้ Power Point

2.2 ให้นักเรียนจดสาระสำคัญลงในสมุดบันทึก

2.3 ครูยกสถานการณ์ซึ่งเป็นตัวอย่างการคำนวณ จำนวน 7 สถานการณ์ พร้อมทำบนกระดานดำให้นักเรียนได้วิเคราะห์ตาม ดังสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ 1 ปลาตัวโต มวล 4m เดิมหยุดนิ่งกินปลาตัวเล็กมีมวล m ซึ่งกำลังวิ่งเข้าหาด้วยความเร็ว 5 km/hrปรากฏว่าปลาตัวโตจะเคลื่อนที่ถอยหลังด้วยความเร็ว 1 km/hr

วิเคราะห์ การที่ปลาตัวโตกินปลาตัวเล็กถือว่าเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่นเพราะหลังกินทำให้มวลของปลาตัวโตเพิ่มขึ้นเป็น 5m จึงถือว่าเป็นไปตากฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

โมเมนตัมก่อนชน = โมเมนตัมหลังชน

$$4m(0) + 1m(5) = 5m(v)$$

$$v = 1 \text{ km/hr}$$

แสดงว่าหลังกินปลาตัวเล็กแล้วปลาตัวโตจะเคลื่อนที่ถอยหลังด้วยความเร็ว 1 km/hr

สถานการณ์ 2 ปลาตัวโต มวล 4m วิ่งเข้าไปกินปลาตัวเล็กซึ่งหยุดนิ่งอยู่ ด้วยความเร็ว 5 km/hrปรากฏว่าปลาตัวโตจะเคลื่อนทไปข้างหน้าด้วยความเร็ว 4 km/hr

วิเคราะห์ การที่ปลาตัวโตกินปลาตัวเล็กถือว่าเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่นเพราะหลังกินทำให้มวลของปลาตัวโตเพิ่มขึ้นเป็น 5m จึงถือว่าเป็นไปตากฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

โมเมนตัมก่อนชน = โมเมนตัมหลังชน

$$4m(5) + 1m(0) = 5m(v)$$

$$v = 4 \text{ km/hr}$$

แสดงว่าหลังกินปลาตัวเล็กแล้วปลาตัวโตจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าด้วยความเร็ว 4 km/hr

สถานการณ์ 3 รถมวล 1 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 60 cm/s บนพื้นราบ เมื่อเคลื่อนที่ไปได้ระยะหนึ่งมีอิฐก้อนหนึ่งมวล 2 kg ตกลงมาในแนวดิ่งทำให้รถและอิฐเคลื่อนที่ไปด้วยกัน

วิเคราะห์ ถือว่าเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่นเพราะหลังการชนมวลเคลื่อนที่ติดกันไป จึงเป็นไปตากฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

โมเมนตัมก่อนชน = โมเมนตัมหลังชน

$$1(60) + 2(0) = 3(v)$$

$$v = 20 \text{ cm/s}$$

สถานการณ์ 4 รถมวล 3 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 50 cm/s บนพื้นราบ เมื่อเคลื่อนที่ไปได้ระยะหนึ่งมีอิฐก้อนหนึ่งมวล 2 kg ตกลงมาในแนวดิ่งทำให้รถและอิฐเคลื่อนที่ไปด้วยกัน

วิเคราะห์ ถือว่าเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่นเพราะหลังการชนมวลเคลื่อนที่ติดกันไป จึงเป็นไปตากฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

โมเมนตัมก่อนชน = โมเมนตัมหลังชน

$$3(50) + 2(0) = 5(v)$$

$$v = 30 \text{ cm/s}$$

สถานการณ์ 5 รถบรรทุกมวล 3000 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 20 m/s เคลื่อนที่ไปชนรถเก่งคันหนึ่งซึ่งมีมวล 1000 kg และหยุดนิ่งอยู่หลังชนรถทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไป

วิเคราะห์ ถือว่าเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่นเพราะหลังการชนมวลเคลื่อนที่ติดกันไป จึงเป็นไปตากฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

โมเมนตัมก่อนชน = โมเมนตัมหลังชน

$$3000(20) + 1000(0) = 4000(v)$$

$$v = 15 \text{ m/s}$$

สถานการณ์ 6 รถบรรทุกมวล 3000 kg กำลังวิ่งเข้าหารถเก๋งด้วยความเร็ว 20 m/s ถ้ารถเก๋งมีมวล 1000 kg และเคลื่อนทด้วยความเร็ว 20 m/s หลังชนรถทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไป

วิเคราะห์ ถือว่าเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่นเพราะหลังการชนมวลเคลื่อนที่ติดกันไป จึงเป็นไปตากฎการอนุรักษ์โมเมนตัม ให้ทิศไปทางขวามือเป็นบวก

โมเมนตัมก่อนชน = โมเมนตัมหลังชน

1000(20) + 3000(-20) = 4000(v)

v = -20 m/s

แสดงว่าหลังชนรถเก๋งและรถบรรทุกจะเคลื่อนที่ไปทางซ้ายมือด้วยความเร็ว 20 m/s

สถานการณ์ 7 รถสีน้ำเงินมวล 1000 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 20 m/s ไปทางทิศตะวันออก ไปชนกับรถสีแดงซึ่งมีมวล 1000 kg และเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ ด้วยความเร็ว 10 m/s หลังชนรถทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไป

วิเคราะห์ ถือว่าเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่นเพราะหลังการชนมวลเคลื่อนที่ติดกันไป จึงเป็นไปตากฎการอนุรักษ์โมเมนตัมแต่เนื่องจากเป็นการชนใน 2 มิติ จึงต้องคิดในแต่ละมิติ (แต่ละแกน)

หาความเร็วลัพธ์จาก $v^2 = v_x^2 + v_y^2$

= 100 + 25 = 125

v = 11.2 m/s

ทิศทางหาได้จาก $tan\theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{5}{10} = 0.5$

1.4 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกปฏิบัติ 2 ข้อ

3. ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปอีกครั้งในประเด็นเรื่องของการชนแบบไม่ยืดหยุ่น ทั้งนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัย

สื่อการเรียนการสอน

- สถานการณ์ตัวอย่าง 7 สถานการณ์
- Power Point

การวัดผลประเมินผล

- แบบทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน 5 ข้อ
- แบบฝึกปฏิบัติ 2 ข้อ

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 **เรื่อง โมเมนตัมและการชน**

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 **เรื่อง การชนในสองมิติ**

---

1. การชนแบบไม่ยืดหยุ่นผลรวมพลังงานจลน์ก่อนชนและหลังชนของวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

   ❶ก่อนชนมีค่ามากกว่า ❷หลังชนมีค่ามากกว่า

   ❸ก่อนชนและหลังชนมีค่าเท่ากัน ❹คำตอบเป็นอย่างอื่น

2. ผลักรถทดลอง A ชนรถทดลอง B ที่ติดดินน้ำมันไว้และมีมวลเท่ากัน เป็นการชนแบบใด

   ❶แบบยืดหยุ่น ❷ แบบไม่ยืดหยุ่น

   ❸แบบสองมิติ ❹ คำตอบเป็นอย่างอื่น

3. การชนแบบไม่ยืดหยุ่นโมเมนตัมรวมก่อนชนและหลังชนเป็นอย่างไร

   ❶ก่อนชนมีค่ามากกว่า ❷หลังชนมีค่ามากกว่า

   ❸ก่อนชนและหลังชนมีค่าเท่ากัน ❹คำตอบเป็นอย่างอื่น

4. วัตถุมีมวล 5 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที ชนอีกวัตถุหนึ่งซึ่งมีมวลเท่ากันแล้วหยุดอยู่กับที่ หลังชนวัตถุทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไปจะมีความเร็วเท่าใด

   ❶ 10 m/s ❷15 m/s ❸20 m/s ❹25 m/s

5. จากโจทย์ข้อ 4 วัตถุทั้งสองที่ติดกันไป จะมีพลังงานจลน์เท่าใด

   ❶500 จูล ❷550 จูล ❸600 จูล ❹650 จูล

แบบฝึกปฏิบัติ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 **เรื่อง โมเมนตัมและการชน**

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 **เรื่อง การชนในสองมิติ**

---

1. ลูกปืนมวล 5 กรัม ถูกยิงด้วยความเร็ว 1000 เมตร/วินาที เข้าไปในผิวแท่งไม้มวล 5 กิโลกรัม ที่วางอยู่บนโต๊ะ ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างแท่งไม้กับโต๊ะมีค่าเท่ากับ 0.25 แท่งไม้จะไถลไปได้ไกลเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ช่างไม้ใช้ค้อนมวล 200 กรัม ตีตะปูมวล 2 กรัม ในแนวราบโดยความเร็วของค้อนก่อนกระทบตะปูเป็น 10 เมตร/วินาที และค้อนไม่กระดอนจากหัวตะปู ถ้าเนื้อไม้มีแรงต้านทานเฉลี่ย 1000 นิวตัน ตะปูเจาะลึกในเนื้อไม้กี่เซ็นติเมตร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รหัสวิชา ว30202 รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โมเมนตัมและการชน เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

ภาคเรียนที่ 1 เวลา 3 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

1. กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม(Conservative Law of Momentum) กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเป็นกฎที่อธิบายถึงคุณสมบัติของมวล หรือระบบของมวล ที่จะดำรงโมเมนตัมของมันให้มีค่าคงที่เสมอ โดยกล่าวว่า“ในระบบอิสระใดๆ ถ้าไม่มีแรงจากภายนอกมากระทำแล้ว โมเมนตัมรวมของระบบจะมีค่าคงที่เสมอ” ซึ่งมีความหมายว่า ในระบบที่อยู่โดดเดี่ยวโดยไม่มีแรงภายนอกจากระบบอื่นมากระทำแล้ว ไม่ว่าวัตถุต่างๆที่อยู่ในระบบเหล่านั้นจะออกแรงกระทำซึ่งกันและกัน ซึ่งจะทำให้โมเมนตัมของมันเปลี่ยนไปหรือไม่ก็ตาม แต่ผลรวมของโมเมนตัมของวัตถุในระบบนั้นจะมีค่าเท่าเดิมเสมอสูตร กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม $\Sigma P_{\text{ก่อนชน}} = \Sigma P_{\text{หลังชน}}$

2. การเคลื่อนที่ของโมเมนตัมในแบบ 1 มิติคือการที่วัตถุเคลื่อนที่เข้าหากัน หรือเคลื่อนตามกันไปในแนวเส้นตรงที่ต่อเชื่อมระหว่างจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุทั้งสองแล้วเกิดการชนกัน ซึ่งเรียกว่าเป็น การชนแบบตรงๆ (Head-on Collision)และหลังจากเกิดการชนกันแล้ว วัตถุทั้งสองยังคงเคลื่อนที่อยู่ในแนวเส้นตรงแนวเดิม

3 การเคลื่อนที่ของโมเมนตัมในแบบ 2 มิติเป็นการชนที่แนวทางการเคลื่อนที่ของวัตถุสองก้อนก่อนเกิดการชน ไม่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกับเส้นที่เชื่อมต่อจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุทั้งสองนั้น ซึ่งมีผลทำให้หลังจากเกิดการชนกันแล้ว วัตถุทั้งสองจะมีการเคลื่อนที่ไปในทิศทางต่างไปจากเดิม แต่ยังคงอยู่บนระนาบของการเคลื่อนที่เดิม

4. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันมีใจความสำคัญดังนี้ "ทุกแรงกิริยา(action) ย่อมมีแรงปฏิกิริยา(reaction)ขนาดเท่ากันโต้ตอบในทิศทางตรงกันข้ามเสมอ" ถ้า $\vec{F}_{AB}$ แทน แรงที่ A กระทำต่อ B $\vec{F}_{BA}$ แทน แรงที่ B กระทำต่อ A และถ้าเรียก $\vec{F}_{AB}$ ว่าแรงกิริยา $\vec{F}_{BA}$ ก็คือ แรงปฏิกิริยา หรือโดยนัยกลับกัน เขียนสมการได้ว่า $\vec{F}_{AB} = \vec{F}_{BA}$

ผลการเรียนรู้

1. บอกกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมได้
2. ใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันแสดงกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมได้
3. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ สามารถใช้กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์พลังงาน คำนวณหาแรง ความเร็ว ความเร่ง มวล ระยะทาง เวลา และปริมาณอื่นๆที่เกี่ยวข้องในการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีการชน

สาระการเรียนรู้

- กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นนำ

ครูนำเข้าบทเรียนโดยถามนักเรียนว่า

- นักเรียนเคยเห็นรถชนกันบ้างหรือเปล่า (เคย ,ไม่เคย)
- แล้วรถทั้งสองคนเป็นอย่างไร (พัง , คันที่ชนหยุด ส่วนคันที่ถูกชนกระเด็นไปจากที่เดิม)
- นักเรียนคิดว่าคันที่ชนหยุด ส่วนคันที่ถูกชนกระเด็นไปจากที่เดิม เกิดจากอะไร (ไม่ทราบ , เกิดจากการถ่ายโอนโมเมนตัม)

สำหรับวันนี้เราจะศึกษาเรื่องการชนในแนวเส้นตรง แบบยืดหยุ่น

2. ขั้นสอน

2.1 แจกใบงานให้นักเรียนทำงานโดยแบ่งกลุ่มๆละ5คน ใบงานประกอบด้วย

- ขั้นตอนและวิธีการทดลอง
- แบบบันทึกผลการทดลอง

2.2 ครูอธิบายวิธีใช้อุปกรณ์การทดลอง

2.3 ครูทบทวนความเข้าใจในวิธีการ

2.4 ให้นักเรียนออกมารับอุปกรณ์กลุ่มละ 2 คน

2.5 ให้นักเรียนลงมือทำการทดลอง

<u>การทดลอง</u>

1. ให้นักเรียนปฏิบัติตามใบงานกิจกรรม 10.1 การชนของวัตถุในแนวตรง (ตอนที่1) ที่มอบให้
2. ครูคอยดูอยู่ห่างๆ
3. หากเด็กสงสัยจึงแนะนำ

<u>อภิปรายหลังการทดลอง</u>

1. ให้นักเรียนกลุ่มที่ 1 ออกมาเขียนผลการทดลอง
2. ให้นักเรียนกลุ่มที่ 2 ออกมาเขียนผลการทดลอง
3. ให้นักเรียนกลุ่มที่ 3 ออกมาเขียนผลการทดลอง
4. ให้นักเรียนกลุ่มที่ 4 ออกมาเขียนผลการทดลอง
5. ให้นักเรียนกลุ่มที่ 5 ออกมาเขียนผลการทดลอง

(โดยแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมากลุ่มละ 1 คน)

ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบผลการทดลองกับกลุ่มอื่นๆ ว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร โดยครูอาจจะถามว่า

- ที่ได้ผลการทดลองไม่เหมือนกลุ่มอื่นเกิดจากอะไร
- แล้วควรจะแก้ไขข้อผิดพลาดนั้นอย่างไร

2.6 ครูสรุปสั้นๆ ให้นักเรียนฟัง

"ผลรวมของโมเมนตัมของรถทดลองก่อนการชนเท่ากับผลรวมของโมเมนตัมของรถทดลองภายหลังการชนและ ผลรวมของพลังงานจลน์ของรถทดลองก่อนการชนเท่ากับผลรวมของพลังงานจลน์ของรถทดลองภายหลังการชน"

2.7 ครูบรรยายเนื้อหาเรื่องกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม โดยใช้ Power Point เป็นสื่อ

2.8 ครูยกตัวอย่างการคำนวณ 3 ข้อให้นักเรียนดู

2.9 ให้นักเรียนจดสาระสำคัญลงในสมุดบันทึก

2.10 ให้นักเรียนทำแบบฝึกปฏิบัติ 5 ข้อ

3. ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมาทั้งหมดในวันนี้ดังนี้

1. ให้นักเรียนออกมาสรุปเนื้อหาที่เรียนในวันนี้เป็นรายบุคคลโดยครูสุ่มเรียกชื่อ

2. ถ้านักเรียนคนแรกสรุปไม่ชัดเจนและครอบคลุมเนื้อหาที่เรียนครูก็ถามนักเรียนในชั้นที่เหลือว่าใครจะสามารถสรุปเนื้อหาในส่วนที่ขาดไปได้บ้างถ้าไม่มีใครอาสาออกมาสรุปครูก็สุ่มเรียกออกมาอีก

3. ครูสรุปเนื้อหาสั้นๆ พอเข้าใจ

สื่อการเรียนการสอน

- ใบงานกิจกรรม
- Power Point
- ชุดทดลอง ได้แก่

รถทดลอง	2 คัน
แผ่นเหล็กสปริง	1 แผ่น
รางไม้	1 ราง
เครื่องเคาะสัญญาณเวลา	1 เครื่อง
แท่งเหล็ก	2 แท่ง
หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
ด้ายยาว 30 เซนติเมตร	3 เส้น
สายไฟยาว	2 เส้น
สายไฟสั้น	ตามความเมาะสม
แถบกระดาษคาร์บอน	ตามความเหมาะสม
ดินน้ำมัน	ตามความเหมาะสม

การวัดผลประเมินผล

1. วัดความเข้าใจของนักเรียนโดยสังเกตจากการสรุปผลการทดลองและตอบคำถามในขั้นสรุป
2. วัดทักษะปฏิบัติ สังเกตการณ์ใช้อุปกรณ์และการดำเนินการทดลอง
3. วัดความสนใจในการเรียนของนักเรียนโดยพิจารณาจาก
   - ความพยายามในการตอบคำถามครู
   - การมีส่วนในการทดลอง
   - ความตั้งใจทำการทดลอง
4. แบบทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน 5 ข้อ
5. แบบฝึกปฏิบัติ 5 ข้อ

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 **เรื่อง โมเมนตัมและการชน**

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 5 **เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม**

---

1. เมื่อลูกระเบิดเดิมอยู่นิ่งระเบิดออกเป็นสามส่วน ข้อความใดถูกต้อง
   - ❶ ผลรวมของความเร็วของชิ้นส่วนทั้งสามเท่ากับศูนย์
   - ❷ ผลรวมของโมเมนตัมของชิ้นส่วนทั้งสามเท่ากับศูนย์
   - ❸ ผลรวมของพลังงานจลน์ของชิ้นส่วนทั้งสามเท่ากับศูนย์
   - ❹ พลังงานจลน์ของระบบคงตัว
2. ถ้าไม่มีแรงภายนอกกระทำต่อระบบกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมใช้ได้กับข้อใด
   - ❶ การชนแบบยืดหยุ่น ❷ การชนแบบไม่ยืดหยุ่น
   - ❸ การชนทุกรูปแบบยกเว้นการระเบิด ❹ การชนทุกรูปแบบรวมทั้งการระเบิด
3. ในการชนกันของมวล m_1 และ m_2 ซึ่งมีความเร็วก่อนชนเท่ากับ $\overrightarrow{u_1}$ และ $\overrightarrow{u_2}$ และหลังจากชนมีความเร็วเท่ากับ $\overrightarrow{v_1}$ และ $\overrightarrow{v_2}$ ตามลำดับ ถ้าต้องการพิศูจน์ว่า $m_1\overrightarrow{u_1} + m_2\overrightarrow{u_2}$ เท่ากับ $m_1\overrightarrow{v_1} + m_2\overrightarrow{v_2}$ จะต้องใช้ความรู้ข้อใด
   1. กฎข้อสองของนิวตัน
   2. กฎข้อสามของนิวตัน
   3. พลังงานจลน์ของระบบคงตัว

   คำตอบที่ถูกต้องคือ
   - ❶ ข้อ 1 ❷ ข้อ 2 ❸ ข้อ 3 ❹ ข้อ 1 และข้อ 2
4. ปืนไรเฟิลมวล 4.5 กิโลกรัม ยิงลูกปืนมวล 11 กรัม ออกไปด้วยอัตราเร็ว 800 เมตรต่อวินาที อัตราเร็วถอยหลัง<u>โดยประมาณ</u>ของปืนไรเฟิลมีค่าเท่าไร
   - ❶ 1 m/s ❷ 2 m/s ❸ 3 m/s ❹ 4 m/s
5. ในการชนกันแบบยืดหยุ่นถ้ารถสองคันมวลเท่ากันเคลื่อนที่เข้าหากันในแนวเส้นตรงเดียวกันด้วยอัตราเร็วเท่ากัน หลังจากชนกันแล้วรถทั้งสองคันเป็นอย่างไร
   - ❶ กระดอนกลับด้วยอัตราเร็วเท่าเดิม
   - ❷ ติดกันไปโดยความเร็วมีขนาดครึ่งหนึ่งของเดิม
   - ❸ คันหนึ่งหยุดนิ่งอีกคันถอยหลังด้วยอัตราเร็วเท่าเดิม
   - ❹ รถทั้งสองคันหยุดนิ่ง

แบบฝึกปฏิบัติ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 **เรื่อง โมเมนตัมและการชน**

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 5 **เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม**

---

1. บั้งไฟบั้งหนึ่งกำลังเคลื่อนที่ขึ้นตามแนวดิ่งด้วยความเร็ว 16′1. (E m/s เกิดระเบิดออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกมีมวล 12 kg เคลื่อนที่ตั้งฉากกับทิศทางเดิมด้วยความเร็ว 16 m/s ส่วนที่ 2 มวล 4 kg จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่าใด (80 m/s)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ลูกบอลมวล 0.4 Kg เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 m/s ในแนวระดับ′1. (E ถูกตีสวนด้วยไม้ กราฟระหว่างแรงกับเวลาเป็นดังรูป หลังตีลูกบอลมีอัตราเร็วกี่ m/s (27.5 m/s)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. นักกีฬาเตะลูกบอลมวล 200 กรัมอัดกำแพง′2. (E ลูกบอลสะท้อนสวนกลับออกมาด้วน อัตราเร็ว 5 m/s ซึ่งเท่ากับอัตราเร็วเดิมถ้าแรงที่กำแพงกระทำต่อลูกบอลเป็น 40 N ลูกบอล กระทบกำแพงอยู่นานเท่าใด (0.05 วินาที)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. มวล 8 Kg เคลื่อนที่ไปทางตะวันออกด้วยความเร็ว 20 m/s ไปชนกับมวล 2′3. (E Kg ที่เคลื่อนที่ไปทางตะวันตกด้วยความเร็ว 10 m/s แล้วมวลแรกยังคงเคลื่อนที่ไปทางตะวันออกด้วยความเร็ว 10 m/s พลังงานจลน์รวมเปลี่ยนไปกี่จูล (400 J)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. วัตถุมวลตกลงมาตามแนวดิ่ง ขณะอยู่สูงจากพื้น 1000 m มีอัตราเร็ว 20′4. (E m/s ได้เกิดระเบิดแตกออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆกันโดยส่วนหนึ่งเคลื่อนที่ลงในแนวดิ่งด้วยความเร็ว 60 m/s จงหาว่า 2 วินาทีหลังระเบิดมวลทั้งสองส่วนอยู่ห่างกันเท่าใด (160 เมตร)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....