



ภาคผนวก ก

ผู้ทรงคุณวุฒิ



รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

1. นายประเสริฐ วงศ์เกษมทรัพย์ ตำแหน่ง ครู อันดับ ค.ศ. 3
โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ หอวังนนทบุรี
ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้
2. นายสมพร วัฒนเวคิน ตำแหน่ง ครู อันดับ ค.ศ. 3
โรงเรียนหอวัง
ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้
3. นายองอาจ เทียธิทรัพย์ ตำแหน่ง ครู อันดับ ค.ศ. 2
โรงเรียนหอวัง
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาฟิสิกส์



ภาคผนวก ข

แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่
เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

รายวิชา ฟิสิกส์ (ว 30201)
เวลา 2 คาบ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ภาคเรียนที่ 2

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงแม่เหล็กไฟฟ้า และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

การอภิปรายการสืบค้นการทดลองและอธิบายเกี่ยวกับความหมายของโมเมนตัมวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่มีโมเมนตัมค่าของโมเมนตัมของวัตถุได้เมื่อกำหนดมวลและความเร็วของวัตถุให้ และโมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์มีทิศเดียวของความเร็ว

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของโมเมนตัมได้
2. บอกความหมายของแรงว่ามีความสัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมตามสมการได้
3. คำนวณหาค่าโมเมนตัมของวัตถุได้เมื่อกำหนดมวลและความเร็วของวัตถุให้ได้

สาระสำคัญ

โมเมนตัม(momentum : P) คือ ผลคูณระหว่างระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ ซึ่งเป็นปริมาณหนึ่งซึ่งบอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน กล่าวได้อีกแบบหนึ่งว่า แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ เท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุทั้งขนาดและทิศทาง

สาระการเรียนรู้

1. ความรู้

- โมเมนตัม

2. ทักษะ/กระบวนการ/กระบวนการคิด

- ทักษะการสังเกต
- ทักษะการรวบรวมข้อมูล
- ทักษะการสืบค้น
- ทักษะการทดลอง

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

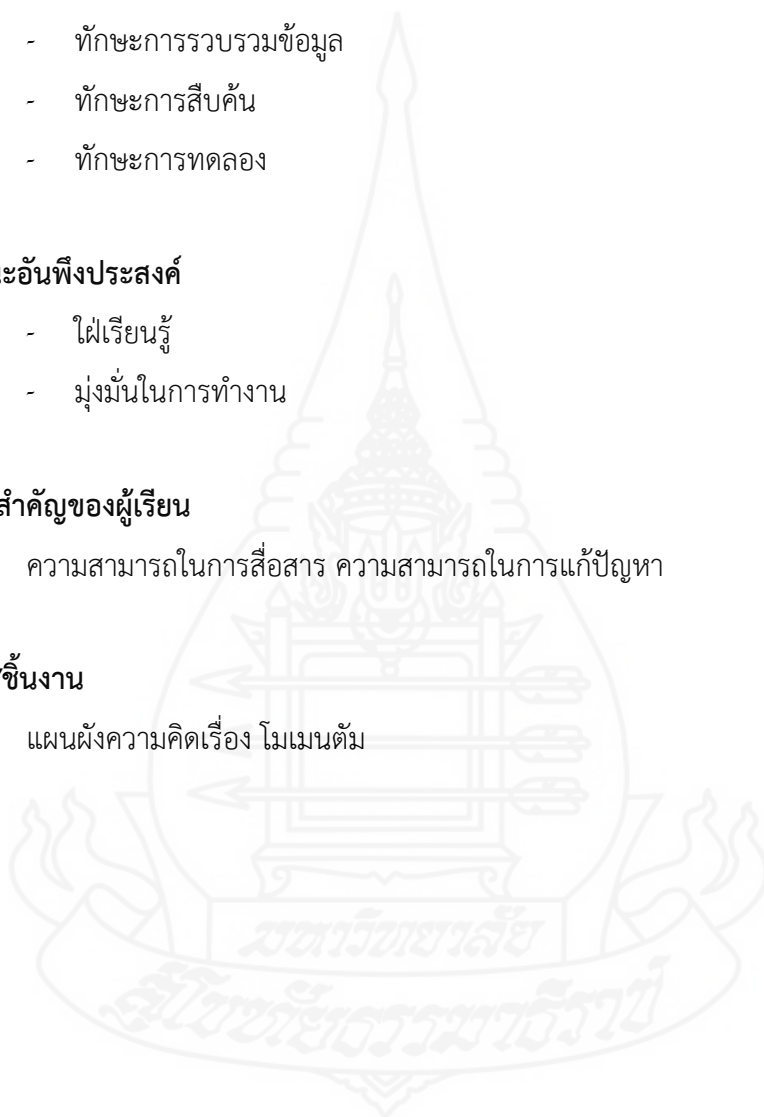
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการแก้ปัญหา

ภาระงาน/ชิ้นงาน

- แผนผังความคิดเรื่อง โมเมนตัม



การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ชั้นสอน

ส่วนที่ 1 WHY=ทำไม (การบูรณาการประสบการณ์เป็นส่วนหนึ่งของตน)

ขั้นที่1 การสร้างประสบการณ์ (เป็นการพัฒนาสมองซีกขวา)

1. ให้นักเรียนดูวิดีโอการเล่นอเมริกันฟุตบอล

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ประสบการณ์หรือสะท้อนความคิดจากประสบการณ์

(เป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย)

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเคลื่อนที่ของลูกบอล ซึ่งจะเห็นว่าในการออกแรงรับลูกบอลที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่างกันขนาดของแรงที่ใช้รับวัตถุแต่ละครั้งก็ต่างกันด้วย

ส่วนที่ 2 WHAT = อะไร (ความสร้างความคิดรวบยอด)

ขั้นที่ 3 การพัฒนาประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอดหรือแนวคิด (เป็นการพัฒนาสมองซีกขวา)

3. ให้นักเรียนชายสองคนออกมาโยนรับส่งห่วงยาง ให้นักเรียนที่เหลือสังเกตการเคลื่อนที่ของห่วงยางที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่างๆ กัน

ขั้นที่ 4 การพัฒนาความรู้ความคิด (เป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย)

4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของห่วงยาง ถ้าห่วงยางเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน แรงที่ใช้รับห่วงยางก็จะแตกต่างกันด้วย

ส่วนที่ 3 HOW = อย่างไร

ขั้นที่ 5 การปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้หรือการทดลองทำเป็นครั้งแรก (เป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย)

5. ใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมการรับถุงทรายว่านักเรียนทราบหรือไม่ว่าการที่ออกแรงต่างกันเพื่อรับวัตถุนั้น ขึ้นกับปริมาณใดบ้าง

6. สุ่มนักเรียนประมาณ 10 คน ทำกิจกรรมการรับถุงทราย โดยให้ใช้มือขวาถือถุงทรายถุงหนึ่งอยู่เหนือมือซ้ายประมาณ 20 เซนติเมตร ปลดปล่อยถุงทรายตกลงบนมือซ้ายโดยใช้มือซ้ายรับถุงทรายที่ตกลงมาให้หยุดนิ่งในมือโดยพยายามไม่ให้เคลื่อนที่ทำการทดลองซ้ำโดยมือขวาอยู่เหนือมือซ้ายประมาณ 50 เซนติเมตร แล้วปล่อยถุงทรายถุงเดิมให้นักเรียนเปรียบเทียบแรงที่มือซ้ายรับถุงทรายเพื่อไม่ให้ถุงทรายเคลื่อนที่ในแต่ละครั้ง

7. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้และศึกษาความรู้จากใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม

- ในการออกแรงของมือซ้ายที่รับถุงทรายทั้งสองกรณีแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร (แรงที่ใช้รับถุงทรายจากระดับที่สูงกว่าจะมีค่ามากกว่าถุงทรายระดับต่ำ)
- ความเร็วของถุงทรายขณะที่ตกถึงมือซ้ายทั้งสองกรณีแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร (ถุงทรายที่ปล่อยจากระดับสูงจะมีความเร็วมากกว่าถุงทรายที่ปล่อยจากระดับต่ำขณะกระทบมือ)
- ความเร็วของถุงทรายทั้งสองกรณีเกี่ยวข้องกับการออกแรงรับถุงทรายหรือไม่อย่างไร (ถุงทรายที่มีความเร็วมากจะต้องออกแรงรับมากกว่าถุงทรายที่มีความเร็วน้อย)

8. ให้นักเรียนทำการทดลองใหม่ โดยใช้มือขวารับถุงทราย 1 ถุงจากระดับที่อยู่เหนือมือซ้ายประมาณ 30 เซนติเมตร และใช้มือซ้ายรับถุงทรายให้หยุดนิ่งในมือโดยพยายามไม่ให้ถุงทรายเคลื่อนที่ แล้วทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง แต่เปลี่ยนเป็นถุงทราย 2 ถุงมัดติดกันโดยปล่อยถุงทรายที่ระยะความสูง 30 เซนติเมตร เปรียบเทียบแรงที่มือซ้ายต้านถุงทรายเพื่อไม่ให้ถุงทรายเคลื่อนที่ในแต่ละครั้ง

9. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- แรงที่มือซ้ายใช้รับถุงทรายทั้งสองกรณีแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร (แรงที่ใช้รับถุงทรายที่มีมวลมากจะมีค่ามากกว่าแรงที่ใช้รับถุงทรายที่มีมวลน้อย)
- ความเร็วของถุงทรายขณะที่ตกถึงมือซ้ายทั้งสองกรณีแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร (ความเร็วของถุงทรายทั้งสองกรณีมีค่าเท่ากัน)
- มวลของถุงทรายทั้งสองกรณีเกี่ยวข้องกับการออกแรงรับถุงทรายหรือไม่อย่างไร (ถุงทรายที่มีมวลมากจะต้องออกแรงรับมากกว่าถุงทรายที่มีมวลน้อย)

ขั้นที่ 6 การสร้างสรรค์ชิ้นงานของตนเอง (เป็นการพัฒนาสมองซีกขวา)

10. ให้นักเรียนสรุปการทำกิจกรรมทั้ง 2 ตอนออกมาเป็นแผนผังความคิด (แรงที่ใช้หยุดการเคลื่อนที่ของวัตถุใดๆ ขึ้นอยู่กับมวลและความเร็วของวัตถุนั้นโดยผลคูณระหว่างมวลกับความเร็วของวัตถุ เรียกว่า โมเมนตัมซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศเดียวกับทิศของความเร็ว มีหน่วยเป็น กิโลกรัม เมตร/วินาที หรือ นิวตัน/วินาทีโมเมนตัมของวัตถุเป็นปริมาณที่มีอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ใช้บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ)

ส่วนที่ 4 IF = ถ้า (การบูรณาการประสพการณ์และประยุกต์ใช้)

ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์ผลงานและแนวทางการนำไปประยุกต์ใช้ (เป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย)

11. ใช้คำถามกับนักเรียนว่าถ้าจะทำให้วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ให้หยุดนิ่งแรงด้านที่กระทำต่อวัตถุที่มีโมเมนตัมมากกับโมเมนตัมน้อยจะแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร (แตกต่างกันคือวัตถุที่มีโมเมนตัมมากจะต้องออกแรงด้านมากกว่าวัตถุที่มีโมเมนตัมน้อย)

12. นำนักเรียนอภิปรายเรื่องแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม โดยใช้สถานการณ์ว่า

- ในการเตะลูกฟุตบอลที่หยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ออกไปด้วยความเร็วต่างกันจะต้องออกแรงต่างกันหรือไม่อย่างไร (เตะลูกฟุตบอลให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากต้องออกแรงมากกว่าเตะฟุตบอลให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วน้อย)
- แรงที่กระทำต่อลูกฟุตบอลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของลูกฟุตบอลหรือไม่อย่างไร (แรงที่กระทำต่อลูกฟุตบอลมากจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลงมาก)
- จากกรณีนี้เราจะสรุปได้ว่าอย่างไร (แรงที่กระทำต่อวัตถุมีผลต่อการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ)

13. ทบทวนกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันและการนำกฎนี้ไปหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงและโมเมนตัมของวัตถุจนได้สมการว่า

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

14. เน้นให้นักเรียนทราบว่า กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันอาจกล่าวอีกแบบหนึ่งว่าแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุใดๆจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุนั้นทั้งขนาดและทิศทางจากสมการ

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

ขั้นที่ 8 การแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด (เป็นการพัฒนาสมองซีกขวา)

15. ยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม ข้อ 1 และข้อ 2 จากใบงานที่ 2 เรื่องแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

16. แสดงวิธีทำบนกระดานและให้นักเรียนทำด้วยตนเองในข้อที่ 3-5

17. ให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

ชั้นลงข้อสรุป

18. อภิปรายและสรุปเนื้อหาด้วยคำถามในใบงานที่ 1 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

- โมเมนตัมของวัตถุคืออะไร(โมเมนตัม(momentum : P) คือผลคูณระหว่างระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุซึ่งเป็นปริมาณหนึ่งที่บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุมีค่าดังสมการ

$$P = mv$$

- โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์หรือสเกลาร์ และมีหน่วยเป็นอะไร(โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศตามทิศของความเร็วมีหน่วยเป็นกิโลกรัมเมตรต่อวินาที)
- แรงลัพธ์สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมอย่างไร(แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุทั้งขนาดและทิศทาง)

สื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอน

- วีดีโอการเล่นอเมริกันฟุตบอล
- ห่วงยาง
- ถูทราย
- ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม
- ใบงานที่ 1 และ 2 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

แหล่งการเรียนรู้

- หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ 2
- เอกสารประกอบการสอน/ใบความรู้/ใบงาน

บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางมาลิสา เครือเนตร)

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



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่
เรื่อง โมเมนตัมและการดล

รายวิชา ฟิสิกส์ (ว 30201)
เวลา 2 คาบ

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4
ภาคเรียนที่ 2

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงไฟฟ้า และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

การอภิปรายการสืบค้นและอธิบายเกี่ยวกับการดลแปลความหมายจากกราฟระหว่างขนาดของแรงและเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุ หาค่าแรงเฉลี่ยได้จากกราฟและหาค่าแรงดล

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของการดลได้
2. แปลความหมายจากกราฟระหว่างขนาดของแรงและเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุได้
3. คำนวณหาการดล แรงดลเฉลี่ย และปริมาณที่เกี่ยวข้องของวัตถุได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

สาระสำคัญ

การดล คือ โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปของวัตถุ โดยโมเมนตัมของวัตถุจะเปลี่ยนไปเมื่อวัตถุเปลี่ยนความเร็วซึ่งอาจเปลี่ยนเฉพาะขนาดความเร็ว เปลี่ยนทิศของความเร็ว หรือเปลี่ยนทั้งขนาดและทิศของความเร็ว โดยความเร็วของวัตถุจะเปลี่ยนเมื่อมีแรงลัพธ์ที่ไม่เท่ากับศูนย์มากระทำต่อวัตถุ

สาระการเรียนรู้

1. ความรู้

- การดลและแรงดล

2. ทักษะ/กระบวนการ/กระบวนการคิด

- ทักษะการสังเกต
- ทักษะการรวบรวมข้อมูล
- ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป
- ทักษะการสืบค้น
- ทักษะการทดลอง

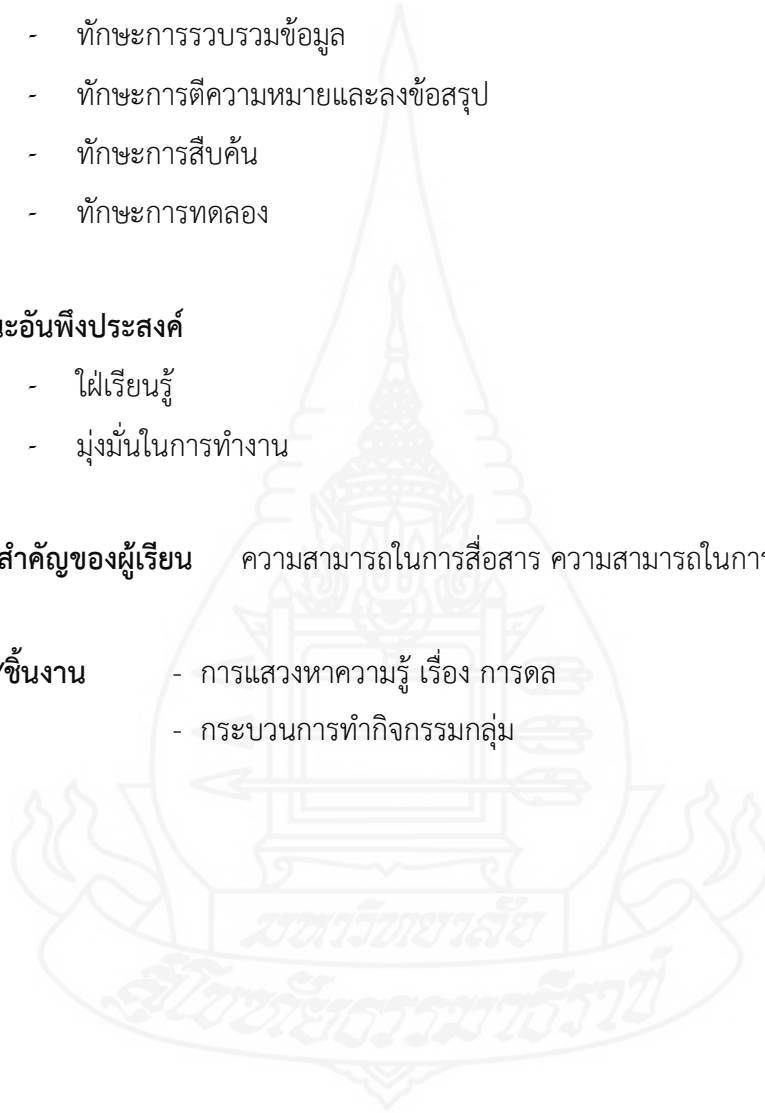
คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการแก้ปัญหา

ภาระงาน/ชิ้นงาน

- การแสวงหาความรู้ เรื่อง การดล
- กระบวนการทำกิจกรรมกลุ่ม



การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ชั้นสอน

ส่วนที่ 1 WHY=ทำไม (การบูรณาการประสบการณ์เป็นส่วนหนึ่งของตน)

ขั้นที่1 การสร้างประสบการณ์ (เป็นการพัฒนาสมองซีกขวา)

1. ให้นักเรียนดูวิดีโอ การโยนไข่ไม้แตก จากรายการ isci(ฉลาด)^๓โดยนำไข่ดิบห่อด้วยกรวยกระดาษแล้วขึ้นชั้น ปล่อยให้ตกลงพื้นตามแรงโน้มถ่วงของโลก

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ประสบการณ์หรือสะท้อนความคิดจากประสบการณ์
(เป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย)

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการโยนไข่ไม้แตกลงในใบงานที่ 3 เรื่องแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม แล้วฟังการอธิบายจากวิดีโอ

ส่วนที่ 2 WHAT = อะไร (ความสร้างความคิดรวบยอด)

ขั้นที่ 3 การพัฒนาประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอดหรือแนวคิด (เป็นการพัฒนาสมองซีกขวา)

3. ให้ตัวแทนนักเรียนออกมาปฏิบัติกิจกรรมหน้าห้องเรียน โดยการปล่อยไข่ 2 ใบที่มีมวลเท่ากัน ตกจากระดับความสูงเดียวกัน ใบหนึ่งให้ตกลงบนพื้นแข็ง อีกใบหนึ่งให้ตกลงบนฟองน้ำนุ่มๆ แล้วให้นักเรียนที่เหลือสังเกต

ขั้นที่ 4 การพัฒนาความรู้ความคิด (เป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย)

4. จากสถานการณ์การปล่อยไข่ นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้คำถาม

- ความเร็วของไข่ ขณะตกกระทบฟองน้ำกับพื้นแข็งต่างกันหรือไม่ อย่างไร (เท่ากัน เนื่องจาก ปล่อยที่ระดับความสูงเดียวกัน)
- ผลที่เกิดขึ้นเมื่อไข่ตกกระทบกับฟองน้ำกับตกกระทบพื้นแข็งต่างกันหรือไม่อย่างไร (ไข่ที่ตกลงบนพื้นแข็งจะแตก ส่วนไข่ที่ตกลงบนฟองน้ำจะไม่แตก)
- โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปของไข่ทั้งสองเมื่อตกลงบนฟองน้ำกับตกลงบนพื้นแข็งแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร ถ้ามวลของไข่เท่ากัน (เท่ากัน)
- แรงที่ฟองน้ำกระทำกับไข่และแรงพื้นกระทำกับไข่แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (แรงที่ฟองน้ำกระทำกับไข่น้อยกว่าแรงพื้นกระทำกับไข่)

- ช่วงเวลาที่ไขใช้ในการเปลี่ยนโมเมนตัมขณะกระทบฟองน้ำจนหยุดนิ่งต่างกับช่วงเวลาที่ไขกระทบพื้นแข็งแล้วหยุดนิ่งหรือไม่ อย่างไร(ช่วงเวลาที่ไขเปลี่ยนโมเมนตัมขณะกระทบฟองน้ำจนหยุดนิ่งมากกว่าช่วงเวลาที่ไขกระทบพื้นแข็ง)

5. จากสถานการณ์การปล่อยไข สามารถอภิปรายเพิ่มเติมได้ว่า แรงที่กระทำต่อวัตถุ นอกจากจะขึ้นอยู่กับค่าของการเปลี่ยนโมเมนตัมแล้วยังขึ้นกับช่วงเวลาที่แรงกระทำกับวัตถุเพื่อเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ

ส่วนที่ 3HOW = อย่างไร

ขั้นที่ 5 การปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้หรือการทดลองทำเป็นครั้งแรก (เป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย)

6. ให้นักเรียนใช้สมการ

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

อธิบายผลของสถานการณ์ปล่อยไข ว่า เมื่อพิจารณาเป็นค่าคงตัว คือ ช่วงเวลาที่ไขกระทบฟองน้ำและกระทบพื้นแข็ง จะเห็นว่าเวลาที่ไขกระทบฟองน้ำมากกว่า ดังนั้นแรงต้าน ที่กระทำกับไขจึงน้อยกว่า เป็นผลทำให้ไขอาจไม่แตก สำหรับไขที่ตกลงบนพื้นราบแข็งนั้นเวลาในการตกกระทบน้อย แรงที่พื้นกระทำกับไขมีค่ามาก ดังนั้นไขจึงอาจแตกได้

7. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากหนังสือเรียนและเอกสารประกอบการเรียนในความรู้ที่ 2 เรื่องแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม ได้ว่า ผลคูณของแรงกับช่วงเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุ เรียกว่า การดล เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศเดียวกับทิศของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น นิวตัน.วินาที หรือกิโลกรัม.เมตร /วินาที ครูเน้นว่าในกรณีที่มีการดลทำให้วัตถุเปลี่ยนโมเมนตัมในแนวตรง คือ การดลกับโมเมนตัมเดิมอยู่ในแนวเดียวกัน โดยอาจมีทิศเดียวกัน หรืออาจทิศตรงข้ามก็ได้ ดังนั้น การใช้สูตร จึงใช้เครื่องหมายบวก (+) และลบ (-) กำหนดทิศทางของปริมาณเวกเตอร์

ขั้นที่ 6 การสร้างสรรค์ชิ้นงานของตนเอง (เป็นการพัฒนาสมองซีกขวา)

8. ให้นักเรียนยกตัวอย่างการกระทบกันของวัตถุ 2 สิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น ลูกบอลกระทบกำแพง ลูกเทนนิสกระทบไม้เทนนิส ค้อนกระทบตะปู รถยนต์ชนกัน เป็นต้น พร้อมอธิบายว่า แรงที่วัตถุกระทำต่อกันในช่วงเวลาของการกระทบมีขนาดไม่คงตัว

9. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเรื่องนี้ได้ดีขึ้น ทบทวนเกี่ยวกับแรงที่ทำให้สปริงยืดออกหรือหดเข้าที่ เคยศึกษามาในเรื่องพลังงานศักย์ยืดหยุ่นว่า เมื่อวัตถุออกแรงกระทำต่อสปริง ขนาดของแรงที่สปริงทำกับวัตถุแปรตามระยะที่สปริงยืดออก หรือหดจากตำแหน่งสมดุล

ส่วนที่ 4 IF = ถ้า (การบูรณาการประสบการณ์และประยุกต์ใช้)

ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์ผลงานและแนวทางการนำไปประยุกต์ใช้ (เป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย)

10. ให้ตัวแทนนักเรียน 2 คนออกมาตีลูกเทนนิสหน้าชั้นเรียนจากสถานการณ์ลูกเทนนิสกระทบไม้ตีเทนนิส ลูกเทนนิสจะออกแรงดันเอ็นในลอนให้ยุบเข้าไป เอ็นในลอนจะออกแรงกระทำกับลูกเทนนิสในทิศทางตรงข้ามด้วยขนาดที่ไม่คงที่เนื่องจากขนาดของแรงนี้แปรตามระยะทาง เมื่อบันทึกแรงกับเวลา นำมาเขียนกราฟจะได้กราฟดังรูปที่ 1 ในใบความรู้ที่ 3 เรื่องการดลและแรงดล

11. ให้นักเรียนพิจารณากราฟรูปที่ 2 ในใบความรู้ที่ 3 เรื่องการดลและแรงดล

12. นักเรียนร่วมกันอภิปรายจากกราฟรูปที่ 2 เกี่ยวกับขนาดของแรงที่กระทำต่อลูกเทนนิสในช่วงเวลาต่างกัน จนได้ข้อสรุปว่า

- ขนาดของแรงกระทำ ขณะที่ลูกเทนนิสกระทบไม้ตีเทนนิสไม่คงตัว
- ขณะที่วัตถุสองสิ่งกระทบกัน แรงที่เกิดขึ้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ค่าแรงสูงสุดอ่านได้ตรงจุดยอดของเส้นกราฟ
- พื้นที่ใต้กราฟ คือ ขนาดการดล
- ถ้าขนาดของการดลเท่าเดิม แต่เวลาในการกระทบของวัตถุมากขึ้น ค่าของแรงสูงสุดจะลดลง

13. นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า

ถ้าจะทำให้วัตถุมีการดลค่าหนึ่ง อาจออกแรงมากกระทำกับวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ หรือออกแรงน้อยๆกระทำต่อวัตถุในช่วงเวลายาวก็ได้

14. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพิ่มเติมว่า

ในกรณีหาค่าการดลจากผลคูณของแรง กับช่วงเวลานั้น แรงที่ใช้ต้องคงตัว แต่ในการกระทบกันของวัตถุทั่วไป แรงมีขนาดไม่คงตัว ดังนั้นจึงต้องใช้แรงเฉลี่ยในการคำนวณ จากนั้นอธิบายวิธีการหาแรงเฉลี่ยและการหาการดลจากพื้นที่ใต้กราฟ $F-t$ ซึ่งจะได้ว่า พื้นที่ใต้กราฟหรือการดลเฉลี่ยในช่วงเวลา จะต้องเท่ากับพื้นที่ใต้กราฟหรือการดลของแรงขนาดไม่คงตัวซึ่งกระทำกับวัตถุในช่วงเวลา Δt

15. นักเรียนร่วมกันอภิปรายความหมายของแรงดลและแรงดลเฉลี่ย

ขั้นที่ 8 การแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด (เป็นการพัฒนาสมองซีกขวา)

16. ยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์จากใบงานที่ 4 เรื่องการดลและแรงดล ข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ให้นักเรียนฝึกทำด้วยตนเอง ข้อที่ 3-4 แสดงวิธีทำบนกระดาน

17. เปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง การดลและแรงดล ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

ชั้นลงข้อสรุป

18. อภิปรายและสรุปเนื้อหาด้วยคำถามต่อไปนี้

- การดล คืออะไร (การดล คือ การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม มีหน่วยเป็น kg.m/s)
- แรงดลคืออะไร (แรงดล คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม หรือ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ)
- จากระหว่างขนาดแรงและเวลาในขณะที่วัตถุกระทบกัน จะบอกอะไรกับเราบ้าง

19. ขนาดของแรงกระทำ ขณะวัตถุ 2 สิ่งกระทบไม่คงตัว

20. ขณะที่วัตถุสองสิ่งกระทบกัน แรงที่เกิดขึ้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ค่าแรงสูงสุดอ่าน

ได้ตรงจุดยอดของเส้นกราฟ

21. พื้นที่ใต้กราฟ คือ ขนาดการดล

22. ถ้าขนาดของการดลเท่าเดิม แต่เวลาในการกระทบของวัตถุมากขึ้น ค่าของแรงสูงสุดจะลดลง)

- ค่าของแรงที่ใช้ในการหาการดล จะต้องเป็นแรงอย่างไร (แรงเฉลี่ย)

23. มอบหมายให้นักเรียนไป ศึกษาเนื้อหา เรื่อง การชนใน 1 มิติและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม ซึ่งจะเรียนในคาบเรียนต่อไปมาล่วงหน้า

สื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอน

- วีดิโอการโยนไข่ไม่แตก
- ไข่
- ฟองน้ำ
- ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม ใบงานที่ 3 เรื่อง การดลและแรงดล
- ใบงานที่ 3 แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม ใบงานที่ 4 เรื่อง การดลและแรงดล

แหล่งการเรียนรู้

- หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ 2
- เอกสารประกอบการสอน/ใบความรู้/ใบงาน

บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางมาลิสา เครือเนตร)

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



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่
เรื่อง การชน 1 มิติ

รายวิชา ฟิสิกส์ (ว30201)
เวลา 3 คาบ

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4
ภาคเรียนที่ 2

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงไฟฟ้า และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

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

ผลการเรียนรู้

การอภิปรายการสืบค้น ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับความหมาย ลักษณะ และประเภทของการชนใน 1 มิติ

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมาย ลักษณะ และประเภทของการชนใน 1 มิติได้
2. สรุปผลการทดลองการชนของวัตถุในแนวเส้นตรงที่ได้ทำการทดลองได้

สาระสำคัญ

การชน(collision)คือ การที่วัตถุเคลื่อนที่กระทบกันในช่วงเวลาสั้นๆ การชนกันของวัตถุใด ๆ ถ้าแรงลัพธ์ภายนอกที่กระทำกับระบบมีค่าเป็นศูนย์แล้ว ผลรวมของโมเมนตัมของระบบ จะมีค่าคงตัวเสมอ และผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนของระบบเท่ากับผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนของระบบเสมอ

การชนใน 1 มิติ(One Dimension Collision)คือ การชนที่แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งสองจะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันทั้งก่อนการชนและหลังการชน การชนในแนวเส้นตรงจะเกิดขึ้นได้เมื่อแนวการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางมวลของวัตถุที่จะเข้าชนจะต้องผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชนเท่านั้น

สาระการเรียนรู้

1. ความรู้

- การชน
- การชนใน 1 มิติ แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้
 - การชนแบบยืดหยุ่น (Elastic Collision) คือการชนแบบไม่สูญเสีย พลังงาน จลน์เลย
 - การชนแบบไม่ยืดหยุ่น (Inelastic Collision) คือการชนแบบสูญเสียพลังงาน จลน์ไปบางส่วนพลังงานที่สูญเสียไปบางส่วนอาจจะเปลี่ยนไปเป็นเสียง, แสง, เปลี่ยนรูปทรงการชนโดยทั่วไปจะเป็นการชนแบบนี้
 - การชนแบบไม่ยืดหยุ่นโดยสมบูรณ์ (Completely Inelastic Collision) คือการชนแบบสูญเสียพลังงานจลน์ไปมากที่สุดโดยภายหลังการชนวัตถุจะติดกันไป

2. ทักษะ/กระบวนการ/กระบวนการคิด

- ทักษะการสังเกต
- ทักษะการรวบรวมข้อมูล
- ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป
- ทักษะการสืบค้น
- ทักษะการทดลอง

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการแก้ปัญหา

ภาระงาน/ชิ้นงาน

- รายงานการทดลองการชนของวัตถุในแนวเส้นตรง

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ชั้นสอน

ส่วนที่ 1 WHY=ทำไม (การบูรณาการประสบการณ์เป็นส่วนหนึ่งของตน)

ขั้นที่1 การสร้างประสบการณ์ (เป็นการพัฒนาสมองซีกขวา)

1. ให้นักเรียนดูวิดีโอการชนกันของลูกทรงกลม พร้อมให้นักเรียนทุกคนสังเกต

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ประสบการณ์หรือสะท้อนความคิดจากประสบการณ์

(เป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย)

2. จากผลการสังเกตนักเรียนร่วมกันอภิปราย ได้ว่าขณะที่เกิดการชน ลูกกลมลูกอื่นๆจะหยุดนิ่ง ส่วนลูกกลมลูกสุดท้ายจะกระเด็นขึ้นไปจนสูงประมาณระดับเดียวกับลูกกลมลูกที่หนึ่งเมื่อก่อนปล่อย

3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า ลูกกลมซึ่งเคลื่อนที่เข้าชนจะถ่ายโอนโมเมนตัมให้กับลูกกลมที่ถูกชน และจะถ่ายโอนต่อไปจนถึงลูกสุดท้าย ทำให้ลูกสุดท้ายเคลื่อนที่ไปได้

ส่วนที่ 2 WHAT = อะไร (การสร้างความคิดรวบยอด)

ขั้นที่ 3 การพัฒนาประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอดหรือแนวคิด (เป็นการพัฒนาสมองซีกขวา)

4. สาธิตการชนกันของรถทดลอง โดยวางรางไม้ไว้บนโต๊ะหน้าห้องเรียน ใช้รถทดลอง 2 คันวางบนรางไม้ สมมติให้เป็นรถ A และรถ B โดยติดสปริงไว้ที่รถ B แล้วนำไปวางตรงกลางรางไม้ นำรถ A วางทางปลายรางด้านที่ไม่มีขบกัน

ขั้นที่4 การพัฒนาความรู้ความคิด (เป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย)

5. ให้นักเรียนอภิปรายผลสังเกตที่เกิดขึ้น โดยใช้คำถามว่า ก่อนทำการสาธิต ครูตั้งปัญหาว่า เมื่อผลักรถ A ให้วิ่งไปในแนวเส้นตรงไปชนรถ B หลังจากการชนแล้วรถทั้งสองคันจะเคลื่อนที่อย่างไร

6. นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการสาธิตว่า ภายหลังจากการชน รถคันที่วิ่งไปชนจะหยุดนิ่ง รถคันที่ถูกชนจะเคลื่อนที่ไปในแนวเดียวกับคันแรก ครูให้ความรู้ต่อไปว่า การชนของวัตถุที่ก่อนชนและหลังการชนมีแนวการเคลื่อนที่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน เรียกว่า การชนใน 1 มิติ หรือการชนในแนวตรง ซึ่งแนวการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางมวลของวัตถุที่เคลื่อนที่เข้าชนจะผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชน

ส่วนที่ 3 HOW = อย่างไร

ขั้นที่ 5 การปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้หรือการทดลองทำเป็นครั้งแรก
(เป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย)

7. ใช้คำถามกับนักเรียนว่า การชนในแนวตรงนั้นโมเมนตัมและพลังงานจลน์ก่อนชนและ
ภายหลังการชนของวัตถุจะเป็นอย่างไร

8. ให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง 6.1 การชนของวัตถุในแนวตรงในหนังสือเรียน ฟิสิกส์
2 โดยบอกจุดประสงค์การทดลอง แนะนำก่อนการทดลอง แจ้งเวลาที่ใช้ในการทดลอง และแจก
อุปกรณ์ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทดลอง

ขั้นที่ 6 การสร้างสรรค์ชิ้นงานของตนเอง (เป็นการพัฒนาสมองซีกขวา)

9. เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายออกแบบและเขียน
รายงานการทดลอง สรุปผลการทดลอง

ส่วนที่ 4 IF = ถ้า (การบูรณาการประสบการณ์และประยุกต์ใช้)

ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์ผลงานและแนวทางการนำไปประยุกต์ใช้ (เป็นการพัฒนาสมองซีก
ซ้าย)

10. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทดลอง จากรายงานการทดลองของแต่ละกลุ่ม ได้ว่า

ตอนที่ 1 การศึกษาโมเมนตัมและพลังงานจลน์จากการชนแบบยืดหยุ่น

- หลังการชนในแต่ละกรณี รถทดลองทั้งสองคันเคลื่อนที่อย่างไร
(รถทดลองคันที่วิ่งเข้าชน จะหยุดนิ่ง ส่วนรถทดลองคันที่ถูกชน จะเคลื่อนที่ไปใน
แนวเส้นตรงเดียวกับรถคันที่เข้าชน)
- ขนาดความเร็วก่อนการชน และหลังการชนของรถทดลองแต่ละคันเป็นอย่างไร
(ขนาดของความเร็วก่อนชน คันที่เข้าชน มีขนาดความเร็ว u ส่วนคันที่ถูกชนมีขนาด
ความเร็วเป็นศูนย์ ขนาดของความเร็วหลังชน คันที่เข้าชน มีขนาดความเร็วเป็น
ศูนย์ ส่วนคันที่ถูกชนมีความเร็วเป็น v มีค่าใกล้เคียงกับ)
- ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนในแต่ละกรณี
เป็นอย่างไร
(ทุกรณี ผลรวมของโมเมนตัมก่อนชน เท่ากับ ผลรวมของโมเมนตัมหลังการชน)
- ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชนและหลังการชนในแต่ละกรณีเป็นอย่างไร
(ทุกรณี ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชน เท่ากับ ผลรวมของพลังงานจลน์หลัง
การชน)

11. ให้นักเรียนศึกษาหาความรู้ต่อไปว่า การชนที่พลังงานจลน์ของระบบคงตัว เรียกว่า การชนแบบยืดหยุ่น

ตอนที่ 2 การศึกษาผลรวมของโมเมนตัมและผลรวมของพลังงานจลน์จากการชนแบบไม่ยืดหยุ่น

- หลังการชนในแต่ละกรณี รถทดลองแต่ละคันเคลื่อนที่อย่างไร
(หลังการชนรถทดลองจะเคลื่อนที่ติดกันไป)
- ขนาดความเร็วก่อนการชน และหลังการชนของรถทดลองแต่ละคันเป็นอย่างไร
- (ขนาดความเร็วก่อนการชน รถทดลองที่วิ่งเข้าชนจะมีความเร็วมากกว่าหลังชน รถทดลองที่ถูกชนก่อนชนจะมีขนาดความเร็วเป็นศูนย์ หลังการชน รถทดลองทั้งสองคันจะมีขนาดความเร็วเท่ากัน)
- ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนในแต่ละกรณีเป็นอย่างไร
(ผลรวมของโมเมนตัมก่อนชน เท่ากับ ผลรวมของโมเมนตัมหลังชน)
- ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชนและหลังการชนในแต่ละกรณีเป็นอย่างไร
(ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนชน มากกว่า ผลรวมของพลังงานจลน์หลังชน)
- เมื่อรถทดลองชนกันแล้วรูปร่างของดินน้ำมันเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่อย่างไร
(รูปร่างของดินน้ำมันจะเปลี่ยนแปลงไป คือ ยุบตัวลง)

12. ให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ต่อไปว่า การชนของรถที่ติดดินน้ำมัน ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนชน มากกว่า ผลรวมของพลังงานจลน์หลังชน แสดงว่า พลังงานจลน์ส่วนหนึ่งหายไประหว่างการชน จากการทำให้ดินน้ำมันยุบตัวลง การชนที่วัตถุสูญเสีย พลังงานจลน์ไประหว่างการชนนี้ เรียกว่า การชนแบบไม่ยืดหยุ่น สำหรับกรณีที่ทดลองนี้ หลังการชนติดกันไป แสดงว่า มีการสูญเสียพลังงานจลน์มากที่สุด เรียกว่า การชนแบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์

13. จากการทดลองทั้งสองตอน จะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

- (1. การชนใน 1 มิติ ทุกกรณี โมเมนตัมของระบบคงตัว
2. การชนแบบยืดชน เท่ากับผลรวมของโมเมนตัมผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชน เท่ากับผลรวมของพลังงานหลังการชน
3. การชนแบบไม่ยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์ ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชนมากกว่า ผลรวมของพลังงานหลังการชน)

14. ในการทดลองทั้ง 2 ตอน ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชน และผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนไม่เท่ากัน แต่มีค่าใกล้เคียงกันมีสาเหตุที่สรุปได้ดังนี้

- การเลือกช่วงที่จะหาความเร็วก่อนการชน และหลังการชนผิดพลาดไป ความเร็วก่อนการชนจะต้องวัดจากช่วงจุดบนแถบกระดาษก่อนเกิดการชนเล็กน้อย และความเร็วหลังการชน จะต้องวัดเมื่อแผ่นเหล็กสปริงคลายตัวออกเต็มที่แล้ว หรือเมื่อดินน้ำมันยุบตัวแล้วความเร็วก่อนการชน และความเร็วหลังการชนนั้น เป็นความเร็วตรงจุดที่เกิดการชน จากการทดลองจะหาความเร็วตรงจุดที่เกิดการชนโดยตรงไม่ได้ จึงต้องหาค่าความเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลาสั้นๆทั้งก่อนการชนและหลังการชน ความเร็วเฉลี่ยที่หาได้มีค่าไม่เท่ากับความเร็วตรงจุดที่เกิดการชน
- สำหรับการทดลองตอนที่1 นั้น ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชนและหลังการชน อาจไม่เท่ากัน มีสาเหตุมาจาก ความเร็วที่วัดได้ทั้งก่อนการชนและหลังการชน ผิดพลาดไป ซึ่งเกิดจากการเลือกช่วงจุดที่ใช้วัดความเร็วไม่ถูกต้อง และผลเกิดจากแรงเสียดทานของล้อรถทดลองด้วย

ขั้นที่ 8 การแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด (เป็นการพัฒนาสมองซีกขวา)

15. ให้นักเรียนดูวิดีโอเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับการชน เช่น การชนกันของลูกเปตอง การชนของลูกสนุกเกอร์
16. ให้นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการชน พร้อมอธิบายประกอบ
17. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง การชนใน 1 มิติ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น
18. ให้นักเรียนทำใบงานที่ 5 เรื่องการชน 1 มิติ

ขั้นลงข้อสรุป

19. อภิปรายและสรุปเนื้อหาด้วยคำถามต่อไปนี้
 - การชนใน 1 มิติ มีลักษณะอย่างไร (การชนใน 1 มิติ(One Dimension Collision) คือการชนที่แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งสองจะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันทั้งก่อนการชนและหลังการชน การชนในแนวเส้นตรงจะเกิดขึ้นได้เมื่อแนวการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางมวลของวัตถุที่จะเข้าชนจะต้องผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชนเท่านั้น)
 - การชนใน 1 มิติ แบ่งเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง (การชนใน 1 มิติ แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ การชนแบบยืดหยุ่น การชนแบบไม่ยืดหยุ่น และการชนแบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์)
 - การชนใน 1 มิติ แบบยืดหยุ่นสมบูรณ์ แบบยืดหยุ่น และแบบยืดไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์ มีลักษณะอย่างไร

- (- การชนแบบยืดหยุ่น (Elastic Collision) คือ การชนแบบไม่สูญเสียพลังงานจลน์เลย เช่น การชนของอนุภาคเล็กๆ
- การชนแบบไม่ยืดหยุ่น (Inelastic Collision) คือ การชนแบบสูญเสียพลังงานจลน์ไปบางส่วน พลังงานที่สูญเสียไปบางส่วนอาจจะเปลี่ยนไปเป็นเสียง, แสง, เปลี่ยนรูปทรง การชนโดยทั่วไปจะเป็นการชนแบบนี้
- การชนแบบไม่ยืดหยุ่นโดยสมบูรณ์ (Completely Inelastic Collision) คือ การชนแบบสูญเสียพลังงานจลน์ไปมากที่สุด โดยภายหลังการชนวัตถุจะติดกันไป)

สื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอน

- วีดีโอการชนของลูกทรงกลม
- วีดีโอการเล่นเปตอง การเล่นสนุกเกอร์
- อุปกรณ์การทดลองการทำกิจกรรมที่ 6.1 การชนของวัตถุในแนวตรง

แหล่งการเรียนรู้

- หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ 2
- เอกสารประกอบการสอน/ใบความรู้ที่ 4 เรื่องการชน 1 มิติ/ใบงานที่ 5 เรื่องการชน 1 มิติ

บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางมาลีสา เครือเนตร)

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

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

รายวิชา ฟิสิกส์ (ว30201)

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

เวลา 3 คาบ

ภาคเรียนที่ 2

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงไฟฟ้า และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

การอภิปรายการสืบค้นและอธิบายเกี่ยวกับการอนุรักษ์โมเมนตัมและใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันแสดงกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถ

1. อธิบายการอนุรักษ์โมเมนตัมได้
2. อธิบายเกี่ยวกับการใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันแสดงกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมได้

สาระสำคัญ

กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม กล่าวคือ ผลรวมโมเมนตัมก่อนการชนของระบบ เท่ากับผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนของระบบเมื่อไม่มีแรงภายนอกมากระทำ โดยสามารถอธิบายได้ด้วยกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน

สาระการเรียนรู้

1. ความรู้

- กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

2. ทักษะ/กระบวนการ/กระบวนการคิด

- ทักษะการสังเกต
- ทักษะการรวบรวมข้อมูล
- ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป
- ทักษะการสืบค้น
- ทักษะการทดลอง

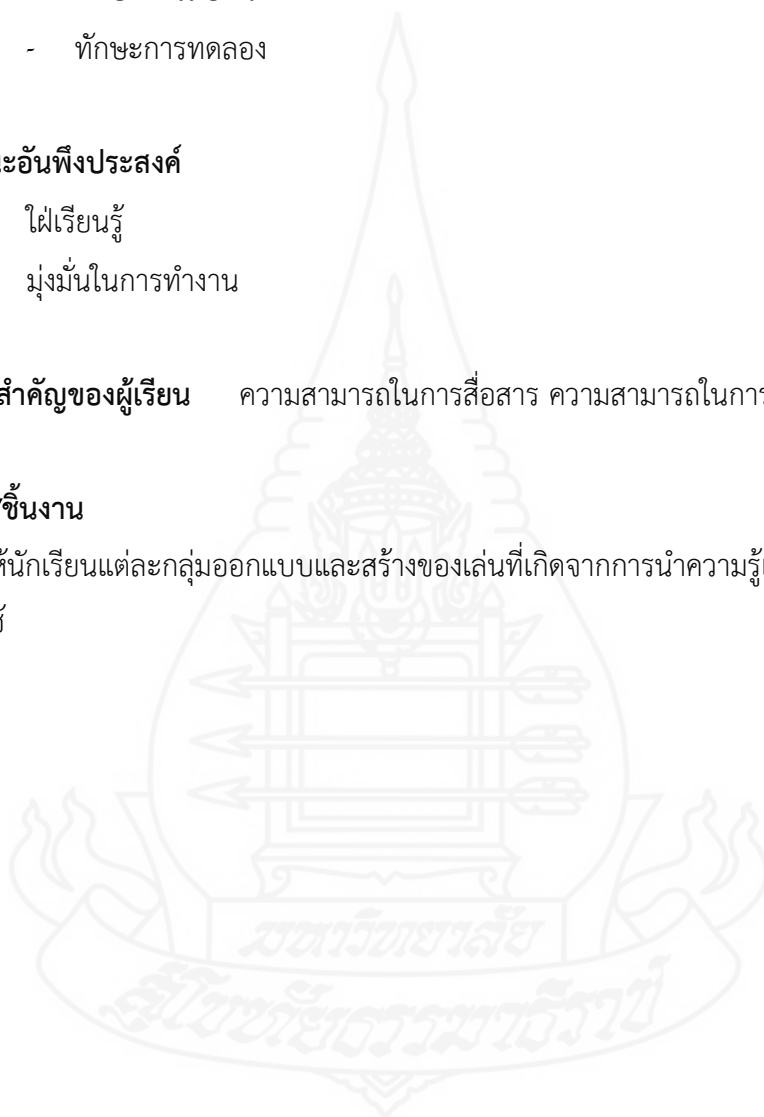
คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการแก้ปัญหา

ภาระงาน/ชิ้นงาน

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบและสร้างของเล่นที่เกิดจากการนำความรู้เรื่องการชนไปประยุกต์ใช้



การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ชั้นสอน

ส่วนที่ 1 WHY=ทำไม (การบูรณาการประสบการณ์เป็นส่วนหนึ่งของตน)

ขั้นที่1 การสร้างประสบการณ์ (เป็นการพัฒนาสมองซีกขวา)

1. ให้นักเรียนดูวิดีโอการทดลองเรื่องการชนในแนวตรง

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ประสบการณ์หรือสะท้อนความคิดจากประสบการณ์

(เป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย)

2. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายทบทวนความรู้เดิมจากวิดีโอเรื่องการชนในแนวตรง

- (- การชนใน 1 มิติ(One Dimension Collision) คือการชนที่แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งสองจะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันทั้งก่อนการชนและหลังการชนการชนในแนวเส้นตรงจะเกิดขึ้นได้เมื่อแนวการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางมวลของวัตถุที่จะเข้าชนจะต้องผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชนเท่านั้น
- การชนใน 1 มิติแบ่งเป็น 3 ประเภทได้แก่ การชนแบบยืดหยุ่น การชนแบบไม่ยืดหยุ่น และการชนแบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์
- การชนแบบยืดหยุ่น(Elastic Collision) คือการชนแบบไม่สูญเสียพลังงานจลน์เลย เช่น การชนของอนุภาคเล็ก
- การชนแบบไม่ยืดหยุ่น(Inelastic Collision) คือการชนแบบสูญเสียพลังงานจลน์ไปบางส่วน พลังงานที่สูญเสียไปบางส่วนอาจจะเปลี่ยนไปเป็นเสียง, แสง, เปลี่ยนรูปทรงการชน โดยทั่วไปจะเป็นการชนแบบนี้
- การชนแบบไม่ยืดหยุ่นโดยสมบูรณ์ (Completely Inelastic Collision) คือการชนแบบสูญเสียพลังงานจลน์ไปมากที่สุดโดยภายหลังการชนวัตถุจะติดกันไป)

ส่วนที่ 2 WHAT = อะไร (การสร้างความคิดรวบยอด)

ขั้นที่ 3 การพัฒนาประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอดหรือแนวคิด (เป็นการพัฒนาสมองซีกขวา)

3. ให้นักเรียนดูการ์ตูนเกี่ยวกับ กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมและนำลูกกอล์ฟ 2 ลูก ให้นักเรียนพิจารณาสังเกตลูกกอล์ฟ 2 ลูกที่กระทบกัน ครูตั้งคำถามว่า มีแรงอะไรกระทำต่อลูกกอล์ฟทั้ง 2 ลูก โดยให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการดูการ์ตูนและการสังเกตการกระทบกันของลูกกอล์ฟ

ขั้นที่ 4 การพัฒนาความรู้ความคิด (เป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย)

4. นักเรียนศึกษาข้อมูลจากใบความรู้ที่ 5 เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม หนังสือเรียน และหนังสืออ่านเพิ่มเติม จนได้ข้อสรุปว่าถ้าแรงลัพธ์ภายนอกกระทำกับระบบมีค่าเป็นศูนย์แล้ว ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนของระบบ เท่ากับผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนของระบบเสมอ

5. นักเรียนช่วยกันอภิปรายการวิเคราะห์การชนใน 1 มิติแบบยืดหยุ่นของวัตถุ 2 ก้อน ในแนวตรงโดยใช้กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์พลังงาน จนได้ข้อสรุปว่าการชนแบบยืดหยุ่น จากกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

ส่วนที่ 3 HOW = อย่างไร

ขั้นที่ 5 การปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้หรือการทดลองทำเป็นครั้งแรก (เป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย)

6. ยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องการชนใน 1 มิติ แบบยืดหยุ่น 1 ข้อ จากใบงานที่ 6 เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมบนกระดาน แล้วให้ตัวแทนนักเรียนออกแสดงวิธีทำตามความเข้าใจ

7. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหบนกระดานหน้าห้อง หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำใบงานที่ จากใบงานที่ 6 เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม โดยศึกษาจากใบความรู้ และเอกสารอื่น ๆ เช่น ตำราเรียน หนังสือคู่มือ เป็นต้น

ขั้นที่ 6 การสร้างสรรค์ชิ้นงานของตนเอง (เป็นการพัฒนาสมองซีกขวา)

8. นักเรียนร่วมกันอภิปรายการวิเคราะห์การชนใน 1 มิติแบบไม่ยืดหยุ่นและไม่ยืดหยุ่น สมบูรณ์ของวัตถุ 2 ก้อน โดยใช้กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์พลังงาน จนได้ข้อสรุปว่า กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมสำหรับการชนแบบไม่ยืดหยุ่นโดยสมบูรณ์ จะได้ว่าผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนชน > ผลรวมของพลังงานจลน์หลังชน เสมอ

ส่วนที่ 4 IF = ถ้า (การบูรณาการประสบการณ์และประยุกต์ใช้)

ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์ผลงานและแนวทางการนำไปประยุกต์ใช้ (เป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย)

9. ให้นักเรียนทุกกลุ่มตั้งปัญหาโจทย์เรื่องกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม กลุ่มละ 1 ข้อ แล้วให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ออกมาแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียน โดยส่งตัวแทนกลุ่มละ 2 คน

ขั้นที่ 8 การแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด (เป็นการพัฒนาสมองซีกขวา)

10. เปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

ชั้นลงข้อสรุป

11. อภิปรายและสรุปเนื้อหาด้วยคำถามต่อไปนี้

- กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมกล่าวอย่างไร (ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนของระบบเท่ากับผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนของระบบเมื่อไม่มีแรงภายนอกมากระทำ)
- การชนใน 1 มิติแต่ละประเภทเราใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมอธิบายได้อย่างไร
 - (- การชนแบบยืดหยุ่น ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชน เท่ากับผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนและผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชนเท่ากับ ผลรวมของพลังงานหลังการชน
 - การชนแบบไม่ยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนเท่ากับผลรวมของโมเมนตัมหลังการชน และผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชนมากกว่าผลรวมของพลังงานหลังการชน)

สื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอน

- วีดีโอการทดลองการชนในแนวตรง
- วีดีโอกฎการอนุรักษ์พลังงาน
- ใบงานที่ 6 เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม
- ใบความรู้ที่ 5 เรื่องกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

แหล่งการเรียนรู้

- หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ 2
- เอกสารประกอบการสอน/ใบความรู้/ใบงาน

บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางมาลิสา เครือเนตร)

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



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

รายวิชา ฟิสิกส์ (ว30201)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง การชนใน 2 มิติ

เวลา 4 คาบ

ภาคเรียนที่ 2

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงไฟฟ้า และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

การอภิปรายการสืบค้นและอธิบายเกี่ยวกับการชนของวัตถุใน 2 มิติ มีทั้งการชนแบบยืดหยุ่น และการชนแบบไม่ยืดหยุ่น และบอกความแตกต่างของการชนดังกล่าว

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของการชนใน 2 มิติได้
2. คำนวณหาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการชนใน 2 มิติได้

สาระสำคัญ

การชนใน 2 มิติ คือ การชนกันของวัตถุ โดยที่วัตถุก่อนชน และหลังการชนไม่ได้อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ซึ่งเกิดจากการชนแบบไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุ

การชนใน 2 มิติแบบยืดหยุ่น เป็นการชนที่หลังการชนวัตถุทั้งสองจะแยกออกจากกันเป็นมุม 90 องศา

การชนใน 2 มิติแบบไม่ยืดหยุ่น หลังการชนวัตถุจะติดกันไป มีความเร็ว พุ่งเข้าชนวัตถุอีกก้อนหนึ่งมวล มีความเร็ว ในแนวไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวล ในแนวทำมุม ต่อกัน โดยหลังการชนวัตถุทั้งสองจะเคลื่อนที่ติดกันไปด้วยความเร็ว

สาระการเรียนรู้

1. ความรู้

- การชนใน 2 มิติ ทั้งแบบยืดหยุ่นและไม่ยืดหยุ่น

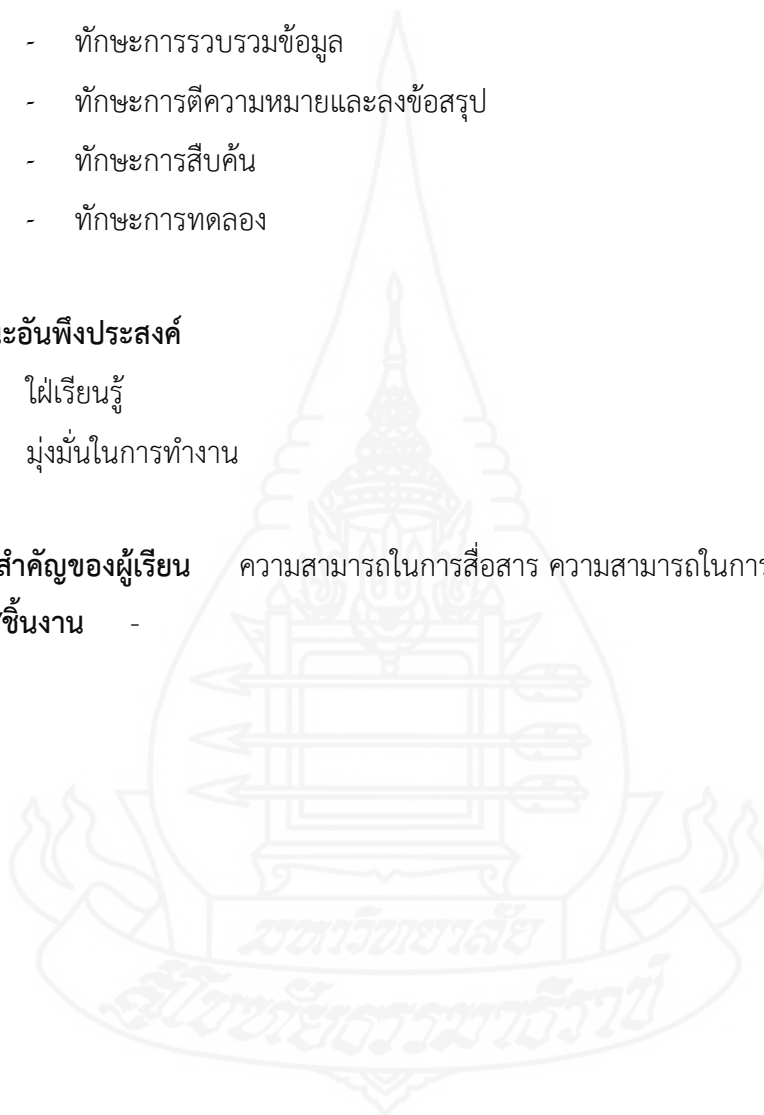
2. ทักษะ/กระบวนการ/กระบวนการคิด

- ทักษะการสังเกต
- ทักษะการรวบรวมข้อมูล
- ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป
- ทักษะการสืบค้น
- ทักษะการทดลอง

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการแก้ปัญหา
ภาระงาน/ชิ้นงาน -



การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั้นสอน

ส่วนที่ 1 WHY=ทำไม (การบูรณาการประสบการณ์เป็นส่วนหนึ่งของตน)

ขั้นที่1 การสร้างประสบการณ์ (เป็นการพัฒนาสมองซีกขวา)

1. ให้นักเรียนดูภาพ animation การชนกันแบบยืดหยุ่นและไม่ยืดหยุ่น

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ประสบการณ์หรือสะท้อนความคิดจากประสบการณ์ (เป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย)

2. นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยถามนักเรียนด้วยคำถามดังนี้
3. ใช้คำถามว่า ถ้าเป็นการชนของวัตถุที่แนวจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุที่เข้าชน ไม่อยู่ในแนวจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชน ภายหลังการชนวัตถุจะเคลื่อนที่อย่างไร
 - วัตถุที่ชนกันใน 1 มิตินั้น ภายหลังการชน วัตถุทั้งสองจะเคลื่อนที่อย่างไร (วัตถุทั้งสองจะเคลื่อนที่ไปในแนวเส้นตรงเดียวกัน)
 - การชนใน 1 มิติ เกิดขึ้นได้อย่างไร (เกิดจากการแนวการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางมวลของวัตถุที่จะเข้าชนจะต้องผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชน)

ส่วนที่ 2 WHAT = อะไร (ความสร้างความคิดรวบยอด)

ขั้นที่ 3 การพัฒนาประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอดหรือแนวคิด (เป็นการพัฒนาสมองซีกขวา)

4. นักเรียนร่วมกันรวบรวมความรู้จากการอภิปรายและตอบคำถามจนได้ข้อสรุปของการชนแบบยืดหยุ่นและไม่ยืดหยุ่น

ขั้นที่4 การพัฒนาความรู้ความคิด (เป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย)

บอกจุดประสงค์การเรียนรู้ในหัวข้อนี้ว่า นักเรียนจะต้องอธิบายให้ได้ว่า การชนใน 2 มิติ มีลักษณะอย่างไร และแตกต่างจากการชนใน 1 มิติอย่างไร พร้อมทั้งต้องคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้

5. ตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันบอกถึงลักษณะการของการชนใน 2 มิติ ว่านักเรียนคิดควรมีลักษณะอย่างไร

ส่วนที่ 3HOW = อย่างไร

ขั้นที่ 5 การปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้หรือการทดลองทำเป็นครั้งแรก (เป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย)

6. สาธิตการชนของแท่งไม้ 2 แท่ง บนถาดลดแรงเสียดทาน ดังนี้ วางแท่งไม้ 1 แท่ง ที่กลางถาดลดแรงเสียดทานซึ่งโรยเม็ดพลาสติกไว้ นำแท่งไม้อีก 1 แท่งมาวางที่ใกล้ขอบถาดด้านหนึ่ง ผลักแท่งไม้แท่งนี้ให้ไปชนกับแท่งไม้แท่งแรกซึ่งอยู่กลางถาดหลายๆครั้ง ด้วยแรงที่มีขนาดและทิศทางต่าง ๆ กัน ให้นักเรียนสังเกตลักษณะการเคลื่อนที่ของแท่งไม้ทั้งสองแท่ง ทั้งก่อนชนและภายหลังการชน

7. ครูนำนักเรียนอภิปรายผลจากการสาธิต ที่นักเรียนสังเกตเห็น จนได้ข้อสรุปว่า
 - ถ้าความเร็วของแท่งไม้ที่วิ่งเข้าชนมีทิศทางอยู่ในแนวเดียวกับแนวจุดศูนย์กลางมวลของแท่งไม้ทั้งสอง เมื่อชนกันแล้วแท่งไม้ทั้งสองแท่งจะเคลื่อนที่ที่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน
 - ถ้าทิศความเร็วของแท่งไม้ที่วิ่งเข้าชนไม่อยู่ในแนวจุดศูนย์กลางมวลของแท่งไม้ทั้งสองแท่ง หลังจากการชน แท่งไม้ทั้งสองแท่งจะแยกไปคนละทาง

ขั้นที่ 6 การสร้างสรรค์ชิ้นงานของตนเอง (เป็นการพัฒนาสมองซีกขวา)

จากการสาธิต ครูให้ความรู้แก่นักเรียนว่า กรณีที่ถ้าทิศความเร็วของแท่งไม้ที่วิ่งเข้าชนไม่อยู่ในแนวจุดศูนย์กลางมวลของแท่งไม้ทั้งสองแท่ง หลังจากการชน แท่งไม้ทั้งสองแท่งจะแยกไปคนละทาง เรียกการชนในลักษณะนี้ว่า การชนใน 2 มิติ

8. ครูอธิบายการหาโมเมนตัมของแท่งไม้แต่ละแท่งก่อนและหลังการชนว่า จะหาได้เมื่อทราบมวลและความเร็วของแท่งไม้แต่ละแท่ง ทั้งก่อนการชน และหลังการชน แต่การวัดความเร็วของแท่งด้วยเครื่องเคาะสัญญาณเวลานั้นทำได้ยาก เพราะเครื่องเคาะสัญญาณเวลาสามารถวัดความเร็วได้เฉพาะการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงและอยู่ในแนวเดียวกันเท่านั้น จึงต้องใช้วิธีการอื่นเพื่อหาความเร็วของวัตถุ เช่น การถ่ายภาพโดยใช้แสงไฟจากแฟลชที่สว่างเป็นจังหวะ อย่างเช่นวิดีโอการชนของลูกบิลเลียด 2 ลูก

9. จากวิดีโอการชนลูกบิลเลียด 2 ลูก ครูแสดงวิธีการหาความเร็วของลูกบิลเลียดก่อนการชน และภายหลังการชน และแสดงให้เห็นว่า ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชน และภายหลังการชนของระบบเท่ากัน

10. ครูย้ำกับนักเรียนว่า การชนใน 2 มิติ ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชน และภายหลังการชนของระบบเท่ากัน เหมือนกับการชนใน 1 มิติ

11. ครูบอกนักเรียนว่า การชนใน 2 มิติ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การชนแบบยืดหยุ่น และไม่ยืดหยุ่น ต่อจากนั้นครูอธิบายถึงการนำหลักกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมมาอธิบายการชนใน 2 มิติ

ทั้ง 2 ประเภท จนได้ข้อสรุปว่า การชนในสองมิติแบบยืดหยุ่น ผลรวมของโมเมนตัมของระบบ และผลรวมของพลังงานจลน์ของระบบมีค่าคงตัว ส่วนการชนแบบไม่ยืดหยุ่น ผลรวมของโมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัว แต่ผลรวมของพลังงานจลน์ของระบบ มีค่าไม่คงตัว

ส่วนที่ 4 IF = ถ้า (การบูรณาการประสบการณ์และประยุกต์ใช้)

ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์ผลงานและแนวทางการนำไปประยุกต์ใช้ (เป็นการพัฒนาสมองซีกซ้าย)

12. ยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์การชนใน 2 มิติจากใบงานที่ 7 เรื่อง การชนใน 2 มิติ
2 ข้อ แสดงวิธีทำบนกระดาน

13. นักเรียนทุกคนทำโจทย์จากใบงานที่ 7 เรื่อง การชนใน 2 มิติ ข้อที่ 3-4

ขั้นที่ 8 การแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด (เป็นการพัฒนาสมองซีกขวา)

เปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง การชนใน 2 มิติ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

ขั้นลงข้อสรุป

อภิปรายและสรุปเนื้อหาด้วยคำถามต่อไปนี้

- 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 มิติแบบยืดหยุ่น เป็นการชนที่หลังการชนวัตถุทั้งสองจะแยกออกจากกันเป็นมุม 90o การชนใน 2 มิติแบบไม่ยืดหยุ่น หลังการชนวัตถุจะติดกันไป)

สื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอน

- animation การชนกันแบบยืดหยุ่นและไม่ยืดหยุ่น
- วีดีโอการชนของลูกบิลเลียด
- ใบงานที่ 7 เรื่อง การชนใน 2 มิติ
- ใบความรู้ที่ 6 เรื่องการชน 2 มิติ

แหล่งการเรียนรู้

- หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ 2
- เอกสารประกอบการสอน/ใบความรู้/ใบงาน

บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางมาลิสา เครือเนตร)

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



ใบงานที่ 1 เรื่องแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

กลุ่มที่

รายชื่อสมาชิก

1.
2.
3.
4.
5.
6.

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ โดยใส่เครื่องหมาย $\checkmark$ ในข้อที่ถูกต้อง และใส่เครื่องหมาย X ในข้อที่ผิด

- _____ 1. โมเมนตัม คือ ผลคูณระหว่างมวล และความเร็วของวัตถุที่บอกสภาพการเคลื่อนที่
- _____ 2. โมเมนตัม เป็นปริมาณสเกลาร์
- _____ 3. โมเมนตัม หาได้จากสูตร $\vec{P} = m\vec{v}$
- _____ 4. หน่วยของโมเมนตัม คือ กิโลกรัม เมตร/วินาที หรือ นิวตัน.วินาที
- _____ 5. เมื่อความเร็วของวัตถุเพิ่มขึ้น 4 เท่า โมเมนตัมของวัตถุจะเพิ่มขึ้น เป็น 4

ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม

รายวิชา ฟิสิกส์ ว 30201

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โมเมนตัมคืออะไร

ในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่แล้วมีแรงต้านเพื่อให้วัตถุหยุด จะพบว่าถ้าวัตถุมีความเร็วมาก แรงที่ใช้ต้านต้องมีค่ามาก หรือหยุดวัตถุนั้นได้ยากกว่าเมื่อวัตถุนั้นมีความเร็วน้อย การที่หยุดนั้นได้ยาก แสดงว่าวัตถุมีความพยายามที่พุ่งไปข้างหน้ามาก

ในขณะเดียวกันความพยายามที่จะพุ่งไปข้างหน้าของวัตถุจะขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุนั้นด้วย เช่น รถบรรทุกขณะวิ่งด้วยความเร็วเท่ากับรถสามล้อ ย่อมหยุดได้ยากกว่ารถสามล้อ แสดงว่า รถบรรทุกมีความพยายามพุ่งไปข้างหน้ามากกว่ารถสามล้อ ถึงแม้ความเร็ว จะเท่ากันแต่มวลต่างกัน

มวลกับความเร็วจึงเป็นส่วนประกอบของความพยายาม ที่วัตถุจะพุ่งตัวไปข้างหน้า ซึ่งเป็น ปริมาณหนึ่งที่จะใช้บอกสภาพของการเคลื่อนที่ ความพยายามของวัตถุที่จะพุ่งไปข้างหน้า เรียกว่า โมเมนตัม

โมเมนตัม หมายถึง ปริมาณการเคลื่อนที่ของวัตถุที่พยายามจะพุ่งไปข้างหน้า ซึ่งวัดได้จาก ผลคูณของมวลและความเร็ว

โมเมนตัม = มวล × ความเร็ว

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

โดยที่ $\vec{P}$ คือ โมเมนตัม เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม.เมตร/(วินาที)(kg.m/s)

$\vec{v}$ คือ ความเร็วของวัตถุ เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)

m คือมวลของวัตถุ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)

ข้อสังเกต โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศตามทิศของความเร็ว ดังนั้นโมเมนตัมย่อม แยกเข้าสู่แกน x และ แกน y ได้ และมีวิธีการรวมค่าตามหลักของเวกเตอร์ โดยทั่วไป เช่น วัตถุมวล m กระทบพื้นความเร็ว u แล้วสะท้อนออกใน แนวเดิม ด้วยความเร็ว v

โมเมนตัมก่อนการกระทบ = mu

โมเมนตัมก่อนหลังกระทบ = $m(-v) = -mv$

ดังนั้น ผลต่างของโมเมนตัม (โมเมนตัมเปลี่ยนไป) = $mu - (-mv)$

= $mu + mv$

หรือ มวล m เคลื่อนที่ไปทางเหนือด้วยความเร็ว u ในเวลาต่อมาเคลื่อนที่ไปทางทิศ ตะวันออกด้วยความเร็ว v โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปคือ ผลลัพธ์ของโมเมนตัมในทิศเหนือและทิศ ตะวันออก จะได้

$$\text{โมเมนตัมผลลัพธ์} = \sqrt{(mu)^2 + (mv)^2}$$

$$\Delta P = \sqrt{(mu)^2 + (mv)^2}$$



รายชื่อสมาชิก กลุ่มที่

1.
2.
3.
4.
5.
6.

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. วัตถุมวล 4 kg กำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็ว 5 m/s จะมีโมเมนตัมเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. โมเมนตัมของผึ้งที่มีมวล 30 mg บินด้วยความเร็ว 30 cm/s มีค่าเป็นเท่าไร ในหน่วย kg m/s

.....

.....

.....

.....

.....

3. ยิงลูกปืนมวล 200 g กระแทกเป้า ถ้าขณะที่กระแทกกับเป้ามีความเร็ว 20 kg/s โมเมนตัมของลูกปืนมีค่าเท่าใด

4. ปล่อยลูกเทนนิสมวล 0.5 kg จากจุดที่สูงจากพื้น 5 m เมื่อลูกเทนนิสกระทบพื้นจะมีโมเมนตัมเท่าใด

5. วัตถุมีมวล 8 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 5 m/s^2 ได้ระยะทาง 10 m จะมีโมเมนตัมเท่าไร

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน ที่ว่า "ความเร่งของวัตถุเป็นปฏิภาคโดยตรงกับแรงลัพธ์ที่กระทำและเป็นปฏิภาคผกผันกับมวลของวัตถุ" จะได้

$$\begin{aligned}
 F &= Ma \\
 \text{แต่ } a &= \frac{(v-u)}{\Delta t} \\
 F &= \frac{m(v-u)}{\Delta t} \\
 F &= \frac{mv - mu}{\Delta t} \\
 F &= \frac{\Delta P}{\Delta t}
 \end{aligned}$$

โดยที่ F คือ แรงดล มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

ΔP คือ โมเมนตัมที่เปลี่ยนไป มีหน่วยเป็น kg.m/s

m คือ มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)

v คือ ความเร็วสุดท้ายของวัตถุ มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)

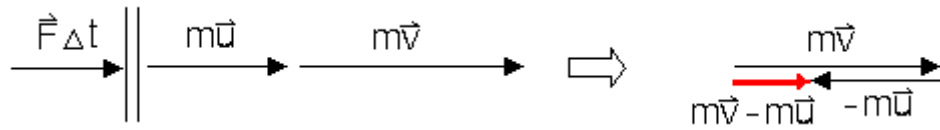
u คือ ความเร็วเริ่มต้นของวัตถุ มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)

Δt คือ ช่วงเวลาสั้น ๆ มีหน่วยเป็น วินาที (s)

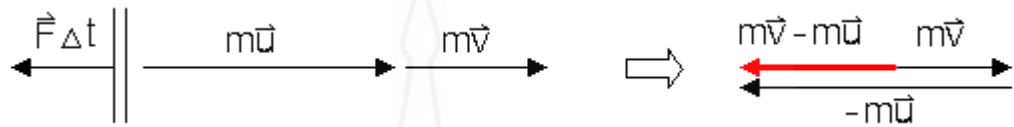
* * แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ = อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุนั้น

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าโมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้นเมื่อโมเมนตัมมีการเปลี่ยนแปลงไป การคำนวณหาโมเมนตัมลัพธ์ก็ใช้หลักการของเวกเตอร์ ถ้าให้แรง $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุที่มีโมเมนตัม $m\vec{u}$ ทำให้โมเมนตัมเปลี่ยนไปเป็น $m\vec{v}$ พิจารณาได้เป็น 3 กรณี :-

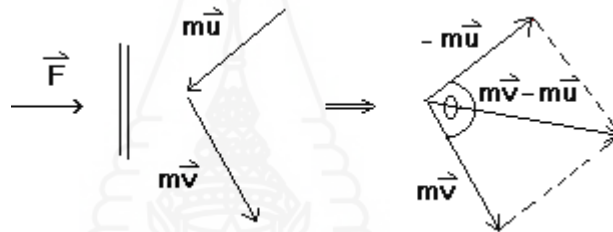
ก. เมื่อทิศทางของแรง $\vec{F}$ อยู่ในทิศเดียวกับ $\vec{u}$ และ $\vec{v}$
(ทำให้ $v > u$)



ข. เมื่อทิศทางของแรง $\vec{F}$ อยู่ในทิศสวนทางหรือตรงข้ามกับ $\vec{u}$ และ $\vec{v}$
(ทำให้ $u > v$)



ค. เมื่อทิศทางของแรง $\vec{F}$ ไม่อยู่ในทิศเดียวกับ $\vec{u}$ และ $\vec{v}$



สรุปได้ว่า แรงที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ นั้น หรืออาจให้นิยามได้ว่า แรงคือการเปลี่ยนโมเมนตัมต่อช่วงเวลาสั้น ๆ เขียนในรูปสมการได้ว่า

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{mv - mu}{\Delta t} = ma$$

กลุ่มที่

รายชื่อสมาชิก

1.
2.
3.
4.
5.
6.

คำชี้แจง ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ การโยนไข่ไม่แตก จากวิดีโอรายการ isci (ฉลาด)² จาก
การสังเกตสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นพบอะไรบ้าง เขียนมาให้มากที่สุดในเวลา 10 นาที

.....

.....

.....

.....

.....

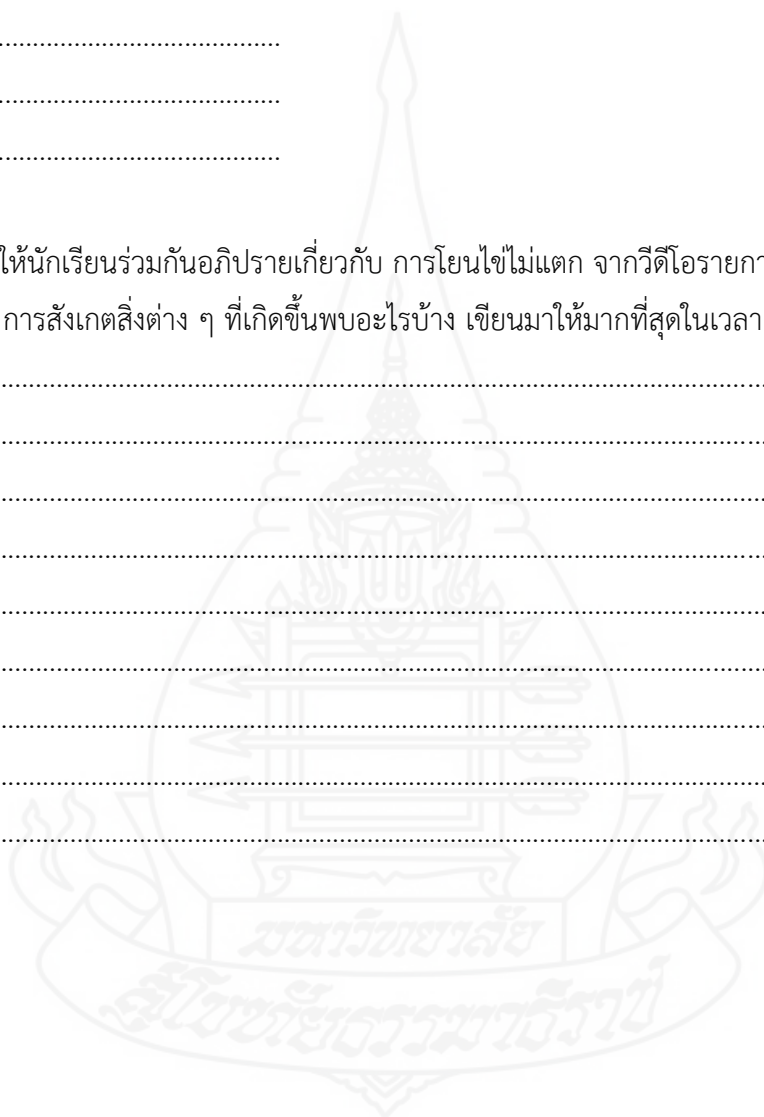
.....

.....

.....

.....

.....



กลุ่มที่

รายชื่อสมาชิก

1.
2.
3.
4.
5.
6.

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. ลูกบอลมวล 0.4 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 35 m/s ในแนวระดับเข้าหากำแพง เมื่อกระทบกำแพง แล้วลูกบอลสะท้อนออกมาในแนวระดับด้วยความเร็ว 25 m/s จงหาการดล ที่แรงกระทำต่อลูกบอล

.....

.....

.....

.....

.....

2. ใช้ก้อนมวล 0.5 kg ตอกตะปู ในขณะที่ก้อนเริ่มกระทบหัวตะปู ก้อนมีความเร็ว 8 m/s หลังจากกระทบหัวตะปูแล้วก้อนสะท้อนกลับด้วยความเร็วเท่าเดิม ถ้าช่วงเวลาที่ก้อน กระทบหัวตะปูเป็น 1 ms จงหา

ก. แรงดลเฉลี่ยที่ก้อนกระทำต่อตะปู

ข. การดลที่ก้อนกระทำต่อตะปู

.....

.....

.....

.....

.....

3. วัตถุมวล 20 kg เคลื่อนที่จากจุด A ไปยังจุด B ด้วยความเร่งไม่คงที่ใช้เวลา 5 s ที่จุด A มีความเร็ว 20 m/s มีความเร่ง 1 m/s^2 และที่จุด B มีความเร็ว 50 m/s มีความเร่ง 4 m/s^2 จงหาอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมที่จุด B

.....

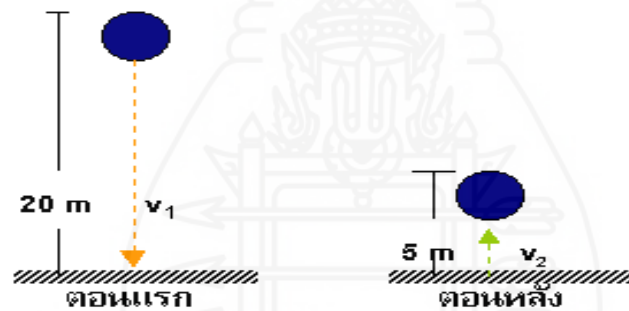
.....

.....

.....

.....

4. ปล่อยลูกบอลมวล 0.4 kg จากระดับความสูง 20 เมตร ลงกระทบพื้น ปรากฏว่าลูกบอลกระดอนขึ้นสูงจากพื้น 5 เมตร ถ้าเวลาตั้งแต่เริ่มปล่อยลูกบอลจนกระทั่งลูกบอลกระดอนขึ้นมาถึงตำแหน่งสูงสุดเท่ากับ 5 วินาที จงหาแรงดลที่กระทำกับลูกบอล



.....

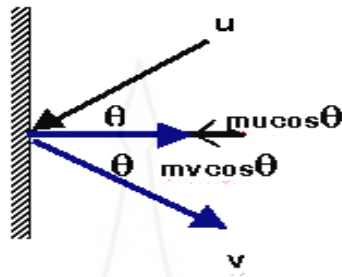
.....

.....

.....

.....

5. ถ้าลูกบอลมวล 2 kg วิ่งเข้าชนกำแพงด้วยความเร็ว 10 m/s โดยทำมุม 60 องศากับแนวระดับ และสะท้อนออกมาด้วยเท่าเดิมและทำมุม 60 องศากับแนวระดับ ถ้าขณะชนกำแพงใช้เวลา 0.02 s จงหา แรงดลเฉลี่ยที่ลูกบอลกระทำกับกำแพง



.....

.....

.....

.....

.....



ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง การตลและแรงตล

รายวิชา ฟิสิกส์ ว 30201

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เมื่อมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำกับวัตถุ จะทำให้โมเมนตัมเปลี่ยนไป ถ้าต้องการให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลง ขนาดของแรงที่มากระทำก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย เช่น ถ้าปล่อยไข่ให้ตกลงบนฟองน้ำและให้ตกลงบนพื้นแข็ง จากที่ระดับความสูงเดียวกันซึ่งมีความสูงไม่มากนัก จะเห็นว่าไข่ที่ตกลงบนพื้นแข็งจะแตก ส่วนไข่ที่ตกลงบนฟองน้ำจะไม่แตก แสดงว่าแรงที่กระทำกับไข่ที่ตกลงบนพื้นแข็งมีค่ามากกว่าแรงที่กระทำกับไข่ที่ตกลงบนฟองน้ำ ถ้าคิดว่าไข่ทั้งสองมีมวลเท่ากันจะเห็น ว่า โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปของไข่ทั้งสองใบจะเท่ากัน แต่ช่วงเวลาในการเปลี่ยนโมเมนตัมของไข่ทั้งสองต่างกัน กล่าวคือ ช่วงเวลาในการเปลี่ยนโมเมนตัมของไข่ที่ตกลงบนฟองน้ำมากกว่าแสดงว่า แรงที่กระทำกับวัตถุ นอกจากจะขึ้นกับ ช่วงเวลาที่แรงกระทำกับวัตถุเพื่อเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุอีกด้วย

$$F = \frac{mv - mu}{\Delta t} \text{-----}(1)$$

โดยที่ F คือ แรงตล มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

m คือ มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)

v คือ ความเร็วสุดท้ายของวัตถุ มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)

u คือ ความเร็วเริ่มต้นของวัตถุ มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)

Δt คือ ช่วงเวลาสั้น ๆ มีหน่วยเป็น วินาที (s)

จากสมการที่ (1) จะเห็นว่าถ้าต้องการให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไปค่าหนึ่ง เราอาจทำได้โดย ออกแรงที่มีค่ามากกระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาที่สั้น ๆ หรือออกแรงที่มีค่าน้อยแต่กระทำกับวัตถุเป็นเวลานานก็ได้ นั่นคือทั้งแรงและช่วงเวลาที่แรงกระทำกับวัตถุมีผลต่อการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ ดังสมการ (1) ถ้าเราจัดสมการใหม่จะได้ ดังสมการที่ (2)

$$\vec{F}\Delta t = m(\vec{v} - \vec{u}) \text{-----}(2)$$

โดยที่

$\vec{F} \Delta t$ คือ การดล มีหน่วยเป็น นิวตัน.วินาที (N.s)

$m\vec{v} - m\vec{u}$ คือ การเปลี่ยนโมเมนตัม หรือ เรียกว่า การดล มีหน่วยเป็น กิโลกรัม.เมตรต่อวินาที

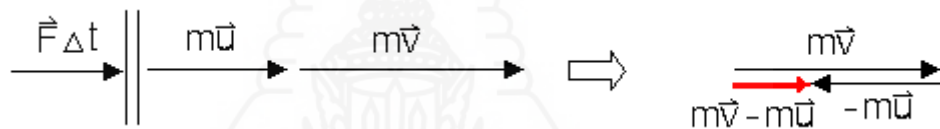
เมื่อมีแรง $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลา Δt ทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยน

จาก $m\vec{u}$ เป็น $m\vec{v}$

จากสมการ (2) จะเห็นว่า การดลมีค่าเท่ากับการเปลี่ยนโมเมนตัม ในกรณีที่วัตถุเปลี่ยนโมเมนตัมในแนวเส้นตรง การดลกับโมเมนตัมจะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยอาจมีทิศไปทางเดียวกันหรือสวนทางกันก็ได้ พิจารณาได้ 3 กรณี ดังนี้

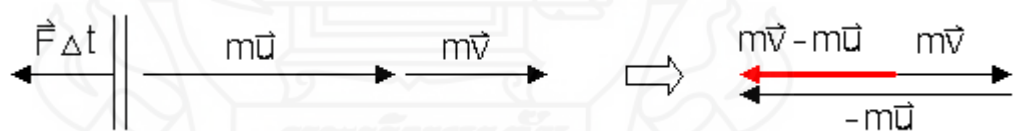
ก. เมื่อทิศทางของแรง $\vec{F}$ อยู่ในทิศเดียวกับ $\vec{u}$ และ $\vec{v}$

(ทำให้ $v > u$)

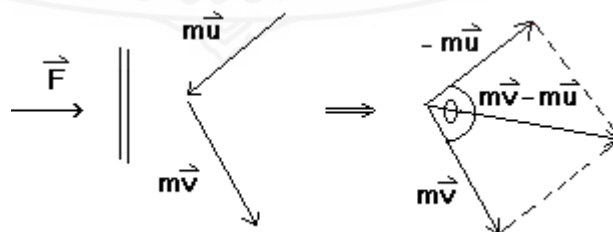


ข. เมื่อทิศทางของแรง $\vec{F}$ อยู่ในทิศสวนทางหรือตรงข้ามกับ $\vec{u}$ และ $\vec{v}$

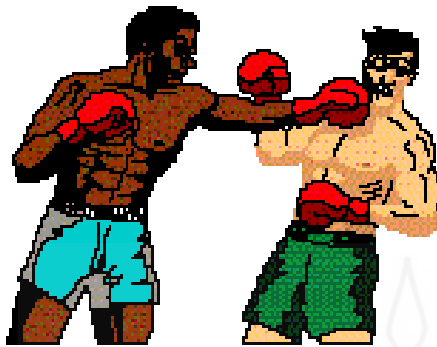
(ทำให้ $u > v$)



ค. เมื่อทิศทางของแรง $\vec{F}$ ไม่อยู่ในทิศเดียวกับ $\vec{u}$ และ $\vec{v}$



โดยทั่วไปเมื่อวัตถุ 2 ชิ้นกระทบกัน เช่น ลูกบอลกระทบกำแพง ลูกเทนนิสกระทบไม้ตีเทนนิส ค้อนกระทบตะปู รถชนกัน การชนมวย ฯลฯ ดังรูป



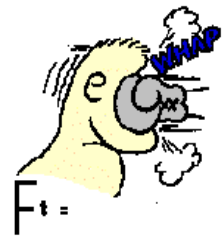
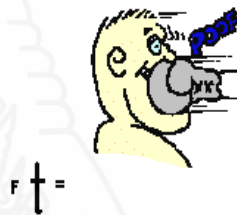
การชกมวยขณะชกจะเกิด
แรงดล



การตีลูกเทนนิส



การปีนหน้าผา เมื่อคนปีน
ตกจะทำให้มีแรงดลที่
เส้นเชือก

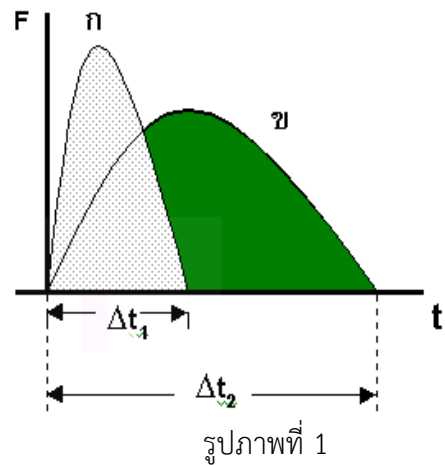


การไอจะทำให้เกิดการเปลี่ยนโมเมนตัม



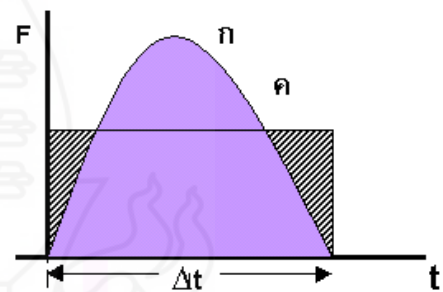
การใช้ค้อนตอกตะปูจะทำให้เกิดแรงดลและการดล

ถ้าตีลูกเทนนิสด้วยไม้ตีเทนนิสแล้วบันทึกแรงกับ เวลาแล้วนำมาเขียนกราฟ จะได้ดังรูปภาพที่ 1 อธิบายได้ว่า ก่อนลูกเทนนิสกระทบไม้ตีเทนนิสขนาดของแรงที่กระทำ ต่อลูกเทนนิสเป็นศูนย์ และช่วงเวลาของการกระทบ ขนาดของแรงจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนถึงค่าสูงสุดค่าหนึ่ง ต่อ จากนั้นขนาดของแรงก็จะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งเป็น ศูนย์ เมื่อลูกเทนนิสสะท้อนออกจากไม้ตีเทนนิส พื้นที่ใต้กราฟ ก คือ ขนาดของการดลที่ลูกเทนนิสได้รับจาก



ไม้ตีเทนนิส ในช่วงเวลา Δt_1 ถ้าการดลที่เกิดขึ้นเท่าเดิม และลูกเทนนิสหยุ่นได้มากกว่าเดิม ทำให้ช่วงเวลาของการกระทบมากขึ้นเป็น Δt_2 ถ้าเขียนกราฟระหว่างขนาดของแรงกับช่วงเวลา จะได้ดังกราฟ ข ซึ่งมีพื้นที่ใต้กราฟเท่ากับพื้นที่ใต้กราฟ ก เพราะขนาดของการดลเท่ากัน จากกราฟ ก ในรูปภาพที่ 1 จะเห็นว่าขนาดของแรงที่ไม้ตีเทนนิสกระทำต่อลูกเทนนิสไม่คงตัว ในช่วงเวลา

ในการกระทบ Δt_1 แต่การคำนวณหาการดลจากสมการ (2) ขนาดของแรง F ที่ใช้จะต้องมีค่าคงตัวค่าหนึ่ง ซึ่งเมื่อเขียน กราฟระหว่างขนาดของ F กับเวลา t จะได้กราฟรูปภาพที่ 2 โดยพื้นที่ใต้กราฟ ก จะเท่ากับพื้นที่ใต้กราฟ ค ซึ่งขนาด ของแรงในกราฟ ค นี้เรียกว่า ขนาดของแรงเฉลี่ย ในช่วงเวลา t



แนวคิดเกี่ยวกับ เรื่อง การดลจะเป็นประโยชน์มากเมื่อเราศึกษากรณีที่แรงมีค่ามากกระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ เช่น รถยนต์ชนกัน การตอกตะปูด้วยค้อน ลูกบิลเลียดชนกัน ฯลฯ แรงค่ามากที่กระทำในช่วงเวลาสั้น ๆ นี้ เรียกว่า แรงดล

สรุปได้ว่า

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่ใต้กราฟ (F - t)} &= F_{av} \Delta t \\ &= m(v-u)\end{aligned}$$

ใบงานที่ 5 เรื่อง การชน 1 มิติ

กลุ่มที่

รายชื่อสมาชิก

1.
2.
3.
4.
5.
6.

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. วัตถุมวล 30 kg มีความเร็ว 20 m/s ในทิศทางขวามือ เข้าชนวัตถุมวล 50 kg ซึ่งวิ่งสวนทางมาด้วยความเร็ว 10 m/s หลังชนมวลติดกันไป จงหาความเร็วหลังชนของมวลทั้งสอง

.....

.....

.....

.....

.....

2. ยิงลูกปืนมวล 10 กรัม ให้เคลื่อนที่ไปด้วยความเร็ว 400 m/s ตามแนวระดับ เข้าชนและฝังในแท่งไม้มวล 5 kg ซึ่งวางนิ่งบนพื้นราบฝืดที่มี $\mu_k = 0.2$ จงหาว่าแท่งไม้จะไถลไปไกลที่สุดกี่เมตรจากตำแหน่งเดิม

.....

.....

.....

.....

.....

3. สปริงเบาตัวหนึ่งถูกอัดไว้ระหว่างรถทดลอง A กับ B ซึ่งมีมวล 1 กิโลกรัม และ 2 กิโลกรัม ตามลำดับ โดยสปริงไม่ได้ผูกติดไว้กับรถทดลองทั้งสอง เมื่อปล่อยให้รถทดลองทั้งสองเคลื่อนที่ออกจากกันด้วยแรงดันของสปริง พบว่าสุดท้ายรถ B มีอัตราเร็ว 0.5 เมตรต่อวินาที จงหาว่ารถ A เคลื่อนที่ออกไปด้วยความเร็วเท่าใด



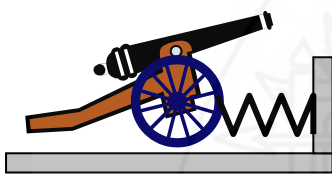
.....

.....

.....

.....

.....



4. ปืนใหญ่กระบอกหนึ่งมวล 5000 kg ถูกยึดติดกับสปริงที่มีค่าคงตัว 2×10^4 N/m ดังรูป ยิ่งถูกปืนออกไปด้วยความเร็ว 125 m/s ทำมุม 45° กับแนวระดับ จงหาความเร็วของปืนใหญ่ขณะถอยหลัง

.....

.....

.....

.....

5. บั้งไฟบั้งหนึ่งกำลังเคลื่อนที่ขึ้นตามแนวตั้งด้วยความเร็ว 16 เมตรต่อวินาที เกิดระเบิดแตกออกเป็นสองส่วน โดยส่วนแรกมีมวล 12 กิโลกรัม เคลื่อนที่ต้งฉากกับทิศทางเดิมด้วยอัตราเร็ว 16 เมตรต่อวินาที และส่วนที่สองมีมวล 4 กิโลกรัม จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่าใด

.....

.....

.....

.....

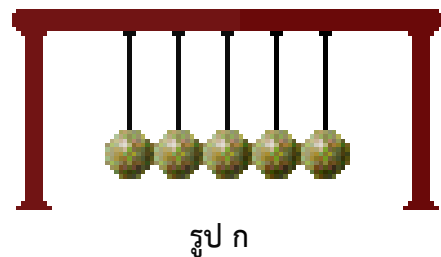
ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง การชน 1 มิติ

รายวิชา ฟิสิกส์ ว 30201

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ในการเล่นลูกหิน คงเคยสังเกตเห็นว่าเมื่อยิงลูกหินลูกหนึ่งไปชนกับลูกหินอีกลูกหนึ่ง ซึ่งหยุดนิ่งอยู่ หลังจากการชน ลูกหินที่เข้าชนอาจหยุดนิ่งส่วนลูกหินที่ถูกชนจะเคลื่อนที่ออกไป หรือบางครั้งลูกหินทั้งสองเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันหรือทิศทางตรงข้ามกัน เหตุใดวัตถุที่ถูกชนจึงเคลื่อนที่ได้และวัตถุที่วิ่งเข้าชนมีการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ด้วย ให้ศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้

การใช้ชุดสาธิตการคงตัวของโมเมนตัมที่ประกอบด้วยลูกกลมพลาสติก 5 ลูก เรียงชิดติดกันในแนวเดียวกัน ถ้าดึงลูกกลมพลาสติกลูกหนึ่งที่อยู่ริมสุดขึ้นแล้วปล่อยให้เคลื่อนที่เข้าชน ลูกที่สอง สังเกตการเคลื่อนที่ของลูกกลมพลาสติกแต่ละลูกจะเป็น ดังรูป ก จะเห็นว่าหลังลูกกลมลูกที่หนึ่งชนแล้วจะหยุดนิ่ง

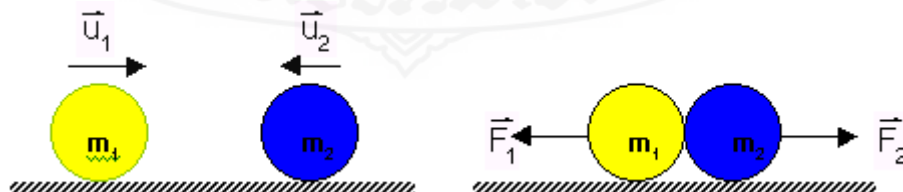


รูป ก

และลูกที่ 2 - 4 ก็หยุดนิ่ง ยกเว้นลูกที่ 5 จะเคลื่อนที่ออกไปจนสูงประมาณระดับเดียวกันกับตำแหน่ง ลูกกลมลูกที่หนึ่ง แสดงว่าลูกกลมลูกที่หนึ่งที่เคลื่อนที่เข้าชนจะถ่ายโอนโมเมนตัมให้กับลูกกลมพลาสติก ที่ถูกชน และจะถ่ายโอนโมเมนตัมต่อไปจนกระทั่งถึงลูกสุดท้ายจะไม่มีการถ่ายโอนอีก จึงทำให้ลูกกลม พลาสติกลูกสุดท้ายเคลื่อนที่ได้ สำหรับลูกที่วิ่งเข้าชนหลังการชนจะหยุดนิ่ง นั่นคือเมื่อมีการชนเกิดขึ้น ทั้งวัตถุที่เคลื่อนที่เข้าชนและวัตถุที่ถูกชนจะมีโมเมนตัมเปลี่ยนไปจากเดิม

การชนในแนวเส้นตรง

ในขณะวัตถุหนึ่งมีการเคลื่อนที่และสามารถทราบมวลและความเร็วขณะต่าง ๆ ได้ถ้าหากวัตถุ นี้ได้รับแรงกระทำเช่น ชนกับวัตถุอีกอันหนึ่ง หรือมีการแตกกระเบิดออกเราก็กล่าวได้ว่าวัตถุมีการเปลี่ยนแปลง ความเร็ว นั่นก็หมายความว่าจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของพลังงานจลน์ และโมเมนตัมของวัตถุก่อนนั้นพิจารณาวัตถุ 2 ก้อนชนกันบนระนาบหนึ่งโดยมีการเคลื่อนที่เข้าชนกัน ดังรูป

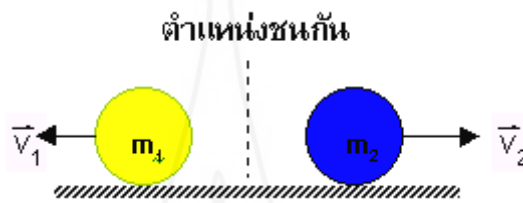


ขณะชนกัน(ใช้เวลาน้อยมาก) ตามกฎข้อที่ 3 ของนิวตัน จะมีแรงเกิดขึ้น คือ แรงกิริยา (action) และแรงปฏิกิริยา(reaction) แรง $\vec{F}_1$ เป็นแรงที่มวล m_2 กระทำต่อมวล m_1 และ

ขณะเดียวกันก็มีแรง $\vec{F}_2$ กระทำต่อมวล m_2 เนื่องจากมวล m_1 ถ้าแยกพิจารณามวลแต่ละก้อนจะพบว่า มีแรงกระทำที่มวลแต่ละก้อน จากกฎที่ 3 ของนิวตัน จะได้

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

ต่อมาหลังการชนแล้ว มวล m_1 และมวล m_2 ก็จะมีความเร็วเปลี่ยนไป (เพราะมีแรงกระทำคงที่) ดังรูป



พิจารณามวล m_1 ที่แรง $\vec{F}_1$ กระทำ ทำให้ความเร็วต้น $\vec{u}_1$ เปลี่ยนเป็นความเร็ว $\vec{v}_1$ จะเขียนได้ว่า

$$\vec{F}_1 = \frac{m_1 \vec{v}_1 - m_1 \vec{u}_1}{\Delta t} \text{ -----(1)}$$

ทำนองเดียวกัน มวล m_2 มีแรง $\vec{F}_2$ กระทำทำให้ความเร็วต้นเป็น $\vec{u}_2$ ความเร็วปลายเป็น $\vec{v}_2$ จึงได้

$$\vec{F}_2 = \frac{m_2 \vec{v}_2 - m_2 \vec{u}_2}{\Delta t} \text{ -----(2)}$$

จากสมการที่ (1) และ (2) จะได้ว่า

$$\frac{m_1 \vec{v}_1 - m_1 \vec{u}_1}{\Delta t} = - \left[\frac{m_2 \vec{v}_2 - m_2 \vec{u}_2}{\Delta t} \right]$$

เมื่อ Δt เท่ากัน จะได้

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

จัดสมการใหม่ จะได้

$$m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 \text{ -----(3)}$$

หรือเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ดังนี้

$$\sum P_{\text{ก่อนชน}} = \sum P_{\text{หลังชน}} \text{ -----(4)}$$

สมการที่ (3) และ (4) แสดงความสัมพันธ์ของโมเมนตัมก่อนมีการชนหรือถ่ายทอดพลังงาน และ โมเมนตัมหลังชนซึ่งเท่ากัน เรียกหลักการนี้ว่า หลักความถาวรของโมเมนตัม หรือ กฎทรงโมเมนตัม ซึ่งอาจสรุป กฎทรงโมเมนตัม ได้ว่า "เมื่อมีการถ่ายทอดโมเมนตัมโมเมนตัมรวมก่อนถ่ายทอดจะเท่ากับโมเมนตัมรวม หลังการถ่ายทอด"

แบบของการชนกัน และพลังงานจลน์ในการชน

1 การชนแบบยืดหยุ่น (elastic collision) เมื่อชนแล้ววัตถุจะแยกออกจากกัน โมเมนตัมก่อนชน = หลังชน, พลังงานจลน์ของวัตถุก่อนและหลังชนมีค่าเท่ากัน ซึ่งเขียนเป็สมการได้ดังนี้

ผลรวมของโมเมนตัมก่อนชน = ผลรวมของโมเมนตัมหลังชน

$$\sum P_{\text{ก่อนชน}} = \sum P_{\text{หลังชน}}$$

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

พิจารณาขนาดอย่างเดียวจะได้

$$m_1(u_1 - v_1) = m_2(v_2 - u_2) \text{-----}(5)$$

พิจารณาพลังงานจลน์ของการชน

ผลรวมพลังงานจลน์ก่อนชน = ผลรวมพลังงานจลน์หลังชน

$$\sum E_{k_{\text{ก่อนชน}}} = \sum E_{k_{\text{หลังชน}}}$$

หรือ

$$\frac{1}{2}m_1 u_1^2 + \frac{1}{2}m_2 u_2^2 = \frac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2^2$$

$$m_1 u_1^2 - m_1 v_1^2 = m_2 v_2^2 - m_2 u_2^2$$

$$m_1(u_1^2 - v_1^2) = m_2(v_2^2 - u_2^2) \text{-----}(6)$$

สมการ (6)/(5) จะได้

$$u_1 + v_1 = u_2 + v_2$$

เมื่อเป็นการชนแบบยืดหยุ่น

ถ้าเรานำเอาอัตราส่วนของความเร็วในการแยกจากกันและความเร็ว

ในการเข้าหากันจะมีค่าคงที่ ซึ่งเรา

เรียกว่า สัมประสิทธิ์ของความยืดหยุ่น (e) สามารถเขียนเป็นสมการได้

ดังนี้

$$e = \frac{v_2 - v_1}{u_1 + u_2}$$

ถ้าเป็นการชนแบบยืดหยุ่นค่าของ e จะเท่ากับ 1 จากสมการข้างบนถ้าเราต้องการหาความเร็วหลังการชน

v_1 และ v_2 เราสามารถจัดสมการ ได้ดังนี้ จากสมการ

$$\begin{aligned} u_1 + v_1 &= u_2 + v_2 \\ v_2 &= u_2 + v_2 - u_1 \text{ -----(7)} \end{aligned}$$

จากสมการ

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2 \text{ -----(8)}$$

แทนสมการ (7) ใน (8) จะได้

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 (u_2 + v_2 - u_1)$$

จัดสมการใหม่จะได้

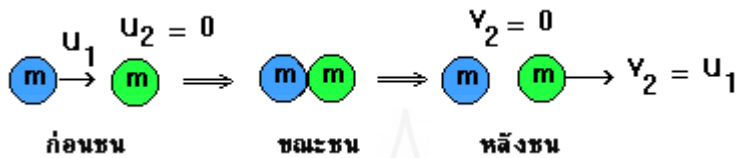
$$v_1 = \frac{(m_1 - m_2)u_1}{(m_1 + m_2)} + \frac{2m_2 u_2}{(m_1 + m_2)}$$

ทำนองเดียวกัน หาค่า v_2 จะได้

$$v_2 = \frac{(m_2 - m_1)u_2}{(m_1 + m_2)} + \frac{2m_1 u_1}{(m_1 + m_2)}$$

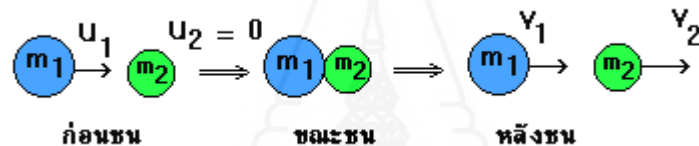
ในการใช้สูตรคำนวณเราต้องกำหนดทิศทางความเร็ว u_1 , u_2 , v_1 และ v_2 ว่าทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ ไปทางขวาเป็น + และทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุไปทางซ้ายเป็น - หรืออาจจะกำหนด ทิศทาง การเคลื่อนที่ของวัตถุไปทางขวาเป็น - และทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุไปทางซ้ายเป็น + ก็ได้ นอกจากนี้สำหรับการชนกันใน 1 มิติ มีลักษณะที่น่าสังเกตคือ

ก. ถ้ามวลทั้งสองเท่ากัน โดยมวลก้อนแรกเคลื่อนที่ ส่วนมวลก้อนที่สองหยุดนิ่ง ภายหลังการชน จะได้ว่า มวลก้อนแรกหยุดนิ่ง มวลก้อนที่สองจะกระเด็นไปด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วเท่ากับความเร็ววัตถุก้อนแรก ดังรูป



ข. ถ้ามวลไม่เท่ากัน แยกพิจารณาดังนี้

มวลก้อนใหญ่วิ่งไปชนมวลก้อนเล็ก ภายหลังการชน มวลก้อนใหญ่และมวลก้อนเล็กจะเคลื่อนที่ไปในทิศเดียวกัน แต่มวลก้อนใหญ่ มีความเร็วลดลง ดังรูป



มวลก้อนเล็กวิ่งไปชนมวลก้อนใหญ่ ภายหลังการชน มวลก้อนเล็กจะกระเด็นกลับ ส่วนมวลก้อนใหญ่จะเคลื่อนที่ไปในทิศเดียวกับมวลก้อนแรกก่อนชน ดังรูป



จากการใช้กฎการเคลื่อนที่ของข้อที่ 3 นิวตันพิจารณาผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและหลังการชน จะเห็นว่าข้อสรุปเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมที่ได้จะต้องไม่พิจารณาแรงลัพธ์ภายนอกที่กระทำต่อระบบ กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมสามารถนำไปอธิบายเกี่ยวกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ เช่น การยิงปืน การระเบิด ของวัตถุ ซึ่งจะได้ว่า

$$\text{โมเมนตัมของลูกปืน} = \text{โมเมนตัมของตัวปืน}$$

$$mv = mu$$

หรือ

$$\sum P_{\text{ลูกปืน}} = \sum P_{\text{ตัวปืน}}$$

พิจารณาเกี่ยวกับการระเบิดของวัตถุจะได้

$$\sum P_{\text{ก่อนการระเบิด}} = \sum P_{\text{หลังการระเบิด}}$$

การชนของวัตถุในทางฟิสิกส์ วัตถุอาจสัมผัสกันหรือไม่สัมผัสกันก็ได้ แต่ผลการชนจะมีการถ่ายทอด โมเมนตัมและพลังงานระหว่างกันซึ่งเป็นไปตามกฎอนุรักษ์โมเมนตัม และการชนแบ่งได้ 2 ประเภท ดังนี้

1 การชนแบบยืดหยุ่น (elastic collision)

เมื่อชนแล้ววัตถุจะแยกออกจากกัน

1.1 เกี่ยวกับโมเมนตัม

ผลรวมของโมเมนตัมก่อนชน = ผลรวมของโมเมนตัมหลังชน

$$\sum P_{\text{ก่อนชน}} = \sum P_{\text{หลังชน}}$$

1.2 เกี่ยวกับพลังงานจลน์

ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนชน = ผลรวมของพลังงานจลน์หลังชน

$$\sum E_{k_{\text{ก่อนชน}}} = \sum E_{k_{\text{หลังชน}}}$$

2 . การชนแบบไม่ยืดหยุ่น (inelastic collision)

เมื่อ พิจารณาเกี่ยวกับกฎอนุรักษ์โมเมนตัมและพลังงานของการชนแบบไม่ยืดหยุ่น จะได้ว่า

2.1 เกี่ยวกับกฎของโมเมนตัม

จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \sum P_{\text{ก่อนชน}} &= \sum P_{\text{หลังชน}} \\ m_1 u_1 + m_2 u_2 &= (m_1 + m_2) v \quad \text{*****เมื่อชนกันแล้ววัตถุเคลื่อนที่ติดกันไป****} \\ m_1 u_1 + m_2 u_2 &= m_1 v_1 + m_2 v_2 \quad \text{*****เมื่อชนกันแล้ววัตถุแยกจากกัน*****} \end{aligned}$$

2.2 เกี่ยวกับพลังงานจลน์

ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนชน > ผลรวมของพลังงานจลน์หลังชน

$$\frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2 > \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

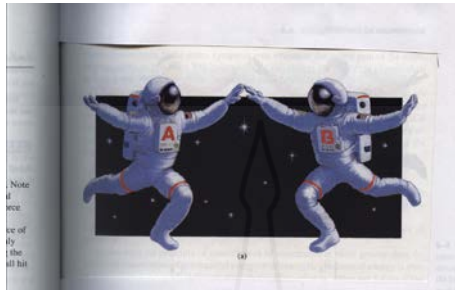
หรือเขียนแทนด้วย

$$\sum E_{k_{\text{ก่อนชน}}} > \sum E_{k_{\text{หลังชน}}}$$

ใบความรู้ที่ 5 เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

รายวิชา ฟิสิกส์ ว 30201

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



จากรูป ให้ $\vec{F}_{B \text{ on } A}$ แทน แรงที่มนุษย์อวกาศ B กระทำต่อมนุษย์อวกาศ A
 $\vec{F}_{A \text{ on } B}$ แทน แรงที่มนุษย์อวกาศ A กระทำต่อมนุษย์อวกาศ B
 Δt แทน ช่วงเวลาที่มนุษย์อวกาศ A ชนกับมนุษย์อวกาศ B
 จะได้ว่า

$$\vec{F}_{B \text{ on } A} = \frac{\Delta \vec{P}_A}{\Delta t} = m_A \frac{(\vec{v}_A - \vec{u}_A)}{\Delta t}$$

$$\vec{F}_{A \text{ on } B} = \frac{\Delta \vec{P}_B}{\Delta t} = m_B \frac{(\vec{v}_B - \vec{u}_B)}{\Delta t}$$

และ

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน กล่าวว่า “ ทุกแรงกิริยา จะต้องมืแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากัน แต่ทิศทางตรงกันข้ามเสมอ ” จึงได้ว่า

$$\vec{F}_{B \text{ on } A} = -\vec{F}_{A \text{ on } B} \quad \text{หรือ} \quad \vec{F}_{B \text{ on } A} + \vec{F}_{A \text{ on } B} = 0$$

นั่นคือ

$$m_A \frac{(\vec{v}_A - \vec{u}_A)}{\Delta t} = -m_B \frac{(\vec{v}_B - \vec{u}_B)}{\Delta t}$$

$\vec{m}_A \vec{v}_A - \vec{m}_A \vec{u}_A = \vec{0} - \vec{m}_B \vec{v}_B + \vec{m}_B \vec{u}_B$ $\vec{m}_A \vec{u}_A + \vec{m}_B \vec{u}_B = \vec{m}_A \vec{v}_A + \vec{m}_B \vec{v}_B$

นั่นคือ

$$\sum \vec{P}_{\text{ก่อนชน}} = \sum \vec{P}_{\text{หลังชน}}$$

ถ้านักเรียนพิจารณามวล A หรือมวล B เพียงก้อนเดียว จะเห็นว่า โมเมนตัมของวัตถุก้อนนั้น

มีการเปลี่ยนแปลง เพราะมีแรงลัพธ์มากระทำ โดย

มวล A มีแรง $\vec{F}_{B \text{ on } A}$ มากระทำ

มวล B มีแรง $\vec{F}_{A \text{ on } B}$ มากระทำ

ถ้าพิจารณาทั้งระบบ จะเห็นว่า $\sum \vec{F} = 0$ ทำให้ โมเมนตัมรวมของระบบ ($\sum \vec{P}$) มีค่าคงตัว
ถ้าโมเมนตัมรวมของระบบมีค่าคงตัว แต่โมเมนตัมของมวล A หรือมวล B อย่างเดียว จะมีค่า
เปลี่ยนแปลง เราสามารถบอกได้ว่า

$\Delta \vec{P}_A$ และ $\Delta \vec{P}_B$ มีขนาดเท่ากัน แต่ทิศทางตรงกันข้าม



ใบงานที่ 6 เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

กลุ่มที่

รายชื่อสมาชิก

1.
2.
3.
4.
5.
6.

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. การชนของวัตถุในทางฟิสิกส์มีกี่ประเภทอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

2. มวล 3 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 m/s เข้าชนมวล 2 kg ที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 3 m/s ในทิศเดียวกันกับมวล 3 kg ถ้าเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น จงหาว่าพลังงานจลน์ลดลงเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

3. วัตถุมวล 10 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 m/s เข้าชนมวล 15 kg ที่วางหยุดนิ่งบนพื้นที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างวัตถุกับ พื้นเท่ากับ 0.2 หลังชนมวลทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไป จงหาวัตถุทั้งสองจะเคลื่อนที่ได้ไกลสุดเท่าใดหลังชน

.....

.....

.....

4. ปล่อยลูกตุ้มเหล็กมวล 3000 kg จากที่สูง 5 m เหนือหัวเสาเข็มซึ่งมีมวล 2000 kg โดยที่ลูกตุ้มเหล็กไม่กระดอนออกจากหัวเสาเข็ม ทำให้เสาเข็มจมลงไปในดินได้ 20 cm แรงต้านเฉลี่ยของดินเป็นกี่นิวตัน

.....

.....

.....

.....

.....

5. ลูกปืนมวล 200 g วิ่งด้วยความเร็ว 500 m/s ชนทะลุแท่งไม้มวล 5 kg ซึ่งแขวนติดกับเพดานด้วยเชือกยาว 1 m ปรากฏว่าลูกปืนทะลุออกไปทันทีและ แท่งไม้แกว่งขึ้นไปได้สูงสุด 0.2 m จงหาความเร็วของลูกปืนหลังทะลุแท่งไม้

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชา ฟิสิกส์ (ว 30201)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง การดล

เวลา 2 คาบ

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว.4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว.4.2. เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ผลการเรียนรู้

การอภิปรายการสืบค้นและอธิบายเกี่ยวกับการดลแปลความหมายจากกราฟระหว่างขนาดของแรงและเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุ หาค่าเฉลี่ยได้จากกราฟและหาค่าแรงดล

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของการดลได้
2. แปลความหมายจากกราฟระหว่างขนาดของแรงและเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุได้
3. คำนวณหาการดล แรงดลเฉลี่ย และปริมาณที่เกี่ยวข้องของวัตถุได้เมื่อกำหนด

สถานการณ์ให้

สาระสำคัญ

การดล คือ โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปของวัตถุ โดยโมเมนตัมของวัตถุจะเปลี่ยนไปเมื่อวัตถุเปลี่ยนความเร็วซึ่งอาจเปลี่ยนเฉพาะขนาดความเร็ว เปลี่ยนทิศของความเร็ว หรือเปลี่ยนทั้งขนาดและทิศของความเร็ว โดยความเร็วของวัตถุจะเปลี่ยนเมื่อมีแรงลัพธ์มากระทำไม่เท่ากับศูนย์มากระทำต่อวัตถุ

พฤติกรรมการเรียนรู้

ความรู้ (K) ได้แก่

- โมเมนตัม

ทักษะ (P) ได้แก่

- การรวบรวมข้อมูล
- การลงข้อสรุป
- กระบวนการกลุ่ม
- การอภิปราย
- การใช้คำถาม
- การทดลอง

เจตคติ (A) ได้แก่

- มีเหตุมีผล
- รักการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- มีจิตวิทยาศาสตร์
- ทำงานเป็นระบบ
- การมีวิจารณ์ญาณ
- ชอบค้นคว้าทดลอง

กระบวนการจัดการเรียนรู้**1. ขั้นสร้างความเข้าใจ**

1.1 ให้นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่เกิดโมเมนตัมในชีวิตประจำวัน เช่น การชนของรถบรรทุกกับรถเก๋ง การชนกันของวัตถุ 2 ก้อน

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนจับกลุ่มกลุ่มละ 5 คน แต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาหาโมเมนตัมที่เปลี่ยนจากใบงานที่ 2-1 โดยคนที่ 1 ศึกษาข้อที่ 1 คนที่ 2 ศึกษาข้อที่ 1 คนที่ 3 ศึกษาข้อที่ 3 คนที่ 4 ศึกษาข้อที่ 4 และคนที่ 5 ศึกษาข้อที่ 5

2.2 นักเรียนที่ได้ข้อเดียวกันมารวมกลุ่มกัน เพื่อสืบค้นและอภิปรายหาค่าโมเมนตัมที่เปลี่ยนไปของแต่ละข้อ โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาใช้เวลา 10 นาที

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ให้แต่ละคนกลับไปกลุ่มเดิมแล้วอธิบายวิธีหาโมเมนตัมที่เปลี่ยนไปของแต่ละข้อตามที่ตนได้ให้ทุกคนเข้าใจ

3.2 จับฉลากให้นักเรียนออกมาอธิบายการหาโมเมนตัมที่เปลี่ยนไปของวัตถุในใบงาน

4. ขั้้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าโมเมนตัมของวัตถุจะเปลี่ยนไปเมื่อความเร็วของวัตถุเปลี่ยนไปโดยอาจเปลี่ยน

- ขนาดของความเร็ว
- ทิศของความเร็ว
- ขนาดและทิศของความเร็ว

4.2 นักเรียนสรุปความหมายของการดล

4.3 นักเรียนร่วมกันสรุปความสัมพันธ์ระหว่างทิศของแรงที่มากระทำต่อวัตถุและทิศการดล จนได้ว่า

- ถ้ามีแรงมากระทำต่อวัตถุในทิศเดียวกับการเคลื่อนที่ โมเมนตัมของวัตถุจะเปลี่ยนไปโดยทิศของโมเมนตัมที่เปลี่ยนไปจะมีทิศทางเดียวกับทิศของแรงที่มากระทำ
- ถ้ามีแรงมากระทำต่อวัตถุในทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ โมเมนตัมของวัตถุจะเปลี่ยนไปโดยทิศของโมเมนตัมที่เปลี่ยนไปจะมีทิศทางเดียวกับทิศของแรงที่มากระทำ

5. ขั้้นประเมิน

5.1 นักเรียนสรุปในสิ่งที่ได้เรียนมา

5.2 นักเรียนร่วมกันยกตัวอย่างเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับการดลได้ถูกต้อง

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบงาน
2. แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน
3. หนังสือแบบเรียน
4. หนังสือวิทยาศาสตร์น่ารู้

กระบวนการวัดผลประเมินผล

1. วิธีวัดผลและประเมินผล
 - สังเกตความร่วมมือในการทำกิจกรรม การอภิปรายแสดงความคิดเห็น
 - ประเมินความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่มและผลการทำกิจกรรม
 - ประเมินเจตคติ คุณธรรม ที่นักเรียนแสดงออกขณะที่มีการเรียนรู้
2. เครื่องมือวัดผลและประเมินผล
 - แบบสังเกต

บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางมาลิสา เครือเนตร)

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



ใบงานที่ 2-1
เรื่อง การคล

วัตถุประสงค์ เพื่อหาโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป

1. วัตถุมวล 2 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ถ้ามีแรงกระทำทำให้ความเร็วของวัตถุเป็น 16 เมตรต่อวินาที จงหา
ก. โมเมนตัมเริ่มต้น ข. โมเมนตัมตอนหลัง ค. โมเมนตัมที่เปลี่ยนไป
2. วัตถุมวล 4 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ถ้ามีแรงกระทำทำให้ความเร็วของวัตถุเป็น 2 เมตรต่อวินาที จงหา
ก. โมเมนตัมเริ่มต้น ข. โมเมนตัมตอนหลัง ค. โมเมนตัมที่เปลี่ยนไป
3. วัตถุมวล 0.4 กิโลกรัม เคลื่อนที่ในแนวระดับเข้ากระทบฝาด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที แล้วสะท้อนออกมาในแนวเดิมด้วยอัตราเร็วคงตัว จงหา
ก. โมเมนตัมเริ่มต้น ข. โมเมนตัมตอนหลัง ค. โมเมนตัมที่เปลี่ยนไป
4. วัตถุมวล 5 กิโลกรัม เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกด้วยความเร็ว 3 เมตรต่อวินาที มีแรงกระทำต่อวัตถุทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปทางเหนือด้วยอัตราเร็วเท่าเดิมจงหา
ก. โมเมนตัมเริ่มต้น ข. โมเมนตัมตอนหลัง ค. โมเมนตัมที่เปลี่ยนไป
5. วัตถุมวล 3 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ถ้ามีแรงกระทำทำให้ความเร็วของวัตถุเป็น 16 เมตรต่อวินาที จงหา
ก. โมเมนตัมเริ่มต้น ข. โมเมนตัมตอนหลัง ค. โมเมนตัมที่เปลี่ยนไป

สรุปความเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1

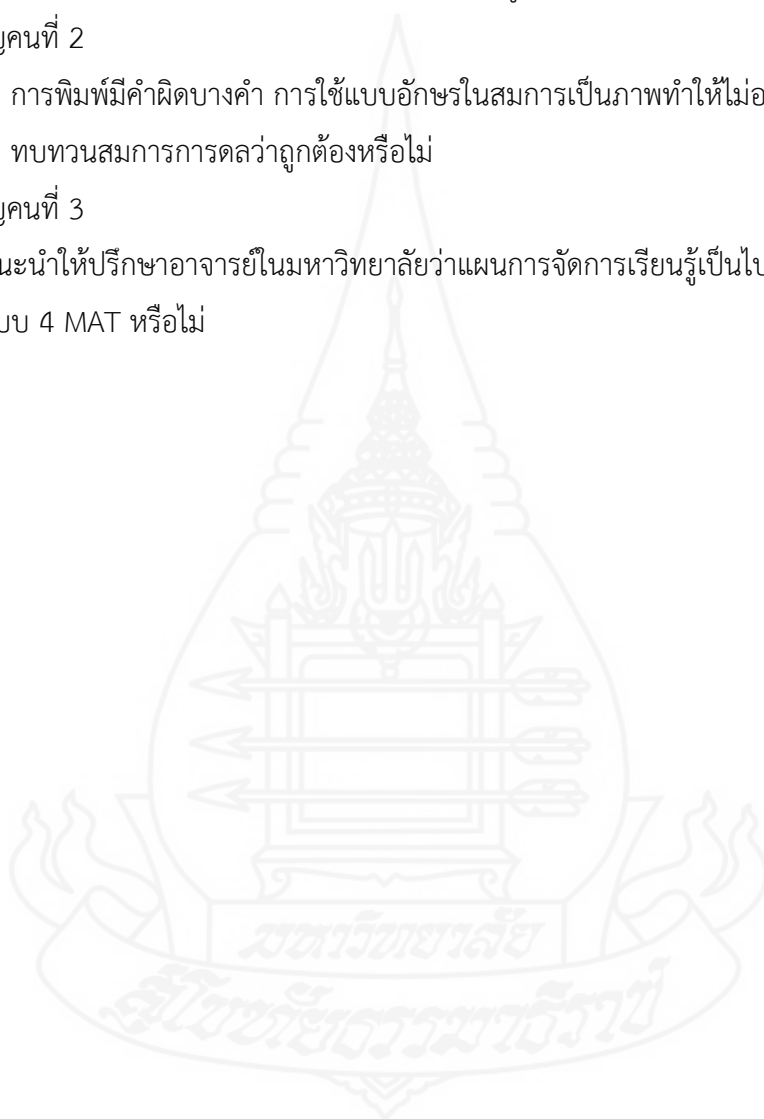
1. การพิมพ์หัวข้อไม่ควรใช้แบบผสม ควรใช้เป็น 1.1 , 1.2
2. พิมพ์ผิดบางคำ การเว้นวรรค เว้นประโยคไม่ถูกต้อง

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2

1. การพิมพ์มีคำผิดบางคำ การใช้แบบอักษรในสมการเป็นภาพทำให้ไม่อยู่ในบรรทัดเดียวกัน
2. ทบทวนสมการการคูณว่าถูกต้องหรือไม่

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3

แนะนำให้ปรึกษาอาจารย์ในมหาวิทยาลัยว่าแผนการจัดการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนของการสอนแบบ 4 MAT หรือไม่



ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดเจตคติ



แบบทดสอบ เรื่อง โมเมนตัม

1. ข้อใดผิด

- ก. การดลของแรงเท่ากับโมเมนตัมที่เพิ่มขึ้น
- ข. เมื่อมีแรงมากระทำกับวัตถุจะทำให้วัตถุมีความเร็วเปลี่ยนไป
- ค. การดลของแรงไม่มีผลกับมวลของวัตถุ
- ง. การดลคือการกระทำโดยแรงในช่วงเวลาสั้นๆ

2. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการชนแบบยืดหยุ่น

- ก. พลังงานจลน์ก่อนชนเท่ากับพลังงานจลน์หลังชน
- ข. พลังงานรวมของระบบก่อนชนเท่ากับพลังงานรวมของระบบหลังชน
- ค. โมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัวเมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อระบบไม่เป็นศูนย์
- ง. ถูกหมดทุกข้อ

3. เมื่อเราเร่งเครื่องยนต์ให้รถยนต์มีความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า จะเกิดผลอย่างไร

- ก. ความเร่งเพิ่มเป็น 3 เท่า
- ข. โมเมนตัมทั้งหมดลดลง
- ค. พลังงานจลน์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น
- ง. พลังงานศักย์โน้มถ่วงเพิ่มเป็น 3 เท่า

4. ถ้าลูกกระสุนปืนใหญ่ ซึ่งถูกยิงออกไปเกิดระเบิดขึ้นกลางอากาศ ลูกปืนใหญ่นั้นมีปริมาณในข้อใดต่อไปนี

- ก. โมเมนตัมทั้งหมดเพิ่มขึ้น
- ข. โมเมนตัมทั้งหมดลดลง
- ค. พลังงานจลน์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น
- ง. พลังงานจลน์ทั้งหมดลดลง

5. เหตุการณ์ใดต่อไปนี้เป็นกรณีการชนแบบยืดหยุ่น

- ก. รถมอเตอร์ไซด์ชนรถบรรทุกแล้วติดครูดไปกับพื้นถนน
- ข. ดินน้ำมันตกกระทบพื้นและติดแน่นบนพื้นนั้น
- ค. ฝนตกลงมากระทบศีรษะกฤษณะพรรณ
- ง. เซียนลิปดาตีลูกบิลเลียดเข้าชนกัน

6. การดลที่กระทำบนวัตถุหนึ่งจะมีค่ากับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณใดต่อไปนี้
- ความเร็ว
 - โมเมนตัม
 - พลังงานจลน์
 - แรง
7. เมื่อวัตถุตั้งแต่ 2 ก้อนขึ้นไปชนกัน ข้อความใดต่อไปนี้จริงเสมอ
- โมเมนตัมของวัตถุแต่ละก้อนไม่เปลี่ยนแปลง
 - พลังงานจลน์ของวัตถุแต่ละก้อนไม่เปลี่ยนแปลง
 - โมเมนตัมทั้งหมดไม่เปลี่ยนแปลง
 - พลังงานจลน์ทั้งหมดไม่เปลี่ยนแปลง
8. ข้อใดกล่าว **ไม่ถูกต้อง**
- วัตถุด้วยแรงสามแรงที่ไม่ขนานกัน แนวแรงทั้งสามต้องพบกันที่จุดจุดหนึ่งเสมอ
 - วัตถุมวล m อยู่สูงจากพื้น h จะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเทียบกับที่พื้นเท่ากับ mgh
 - ระบบจะมีโมเมนตัมคงตัวไว้ได้เสียแต่ว่ามีแรงลัพธ์ที่ไม่เท่ากับศูนย์มากระทำ
 - วัตถุมวลเท่ากันชนกันแบบยืดหยุ่นอย่างสมบูรณ์จะแยกออกจากกันเป็นมุมฉาก
9. ถ้าให้รถชนทดลองสองคันมวลเท่ากัน วิ่งชนกันด้วยความเร็วเท่ากัน โดยชนแบบยืดหยุ่น ภายหลังการชนรถทั้งสองจะมีการเคลื่อนที่อย่างไร
- หยุดนิ่ง
 - ต่างกระดอนกลับด้วยความเร็วเป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วเดิม
 - เคลื่อนที่ติดกันไปโดยมีความเร็วลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของความเร็วเดิม
 - ต่างกระดอนกลับด้วยความเร็วเท่าเดิม
10. วัตถุหนึ่ง เมื่อระเบิดแตกออกเป็น 2 เสี่ยง จะพบว่า
- ทั้ง 2 เสี่ยงเคลื่อนที่ในทิศตรงกันข้ามในบางครั้ง
 - ทั้ง 2 เสี่ยงมีพลังงานจลน์เท่ากันเสมอ
 - ทั้ง 2 เสี่ยงมีโมเมนตัมเท่ากันเสมอ
 - รวมโมเมนตัมของทั้ง 2 เสี่ยงต้องเท่ากับโมเมนตัมก่อนระเบิด

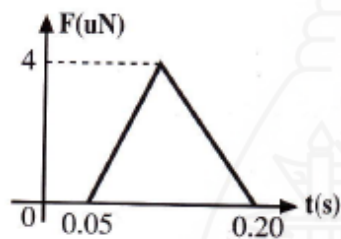
11. ยิงลูกปืนมวล m ด้วยความเร็ว u เข้าไปฝังในถุงทรายมวล M ซึ่งแขวนด้วยเชือกยาว ข้อใดผิด

- ก. โมเมนตัมของระบบคงที่
- ข. มีความร้อนเกิดขึ้นในเหตุการณ์นี้
- ค. สามารถหาความเร็วของลูกปืนได้
- ง. พลังงานจลน์ของลูกปืนเปลี่ยนไปเป็นพลังงานจลน์ของถุงทรายกับลูกปืน

12. ลูกกลม 2 ลูกชนกันและกระเด็นออกจากกัน ข้อความใดต่อไปนี้ถูกต้องที่สุด

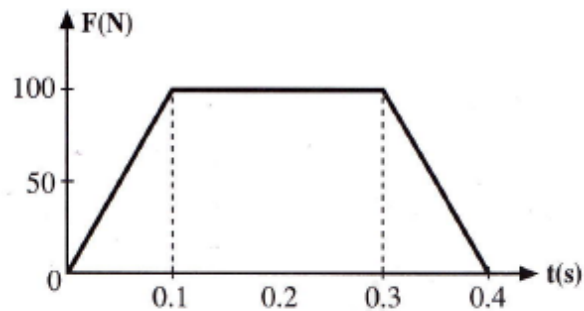
- ก. พลังงานจลน์ของระบบคงตัว
- ข. พลังงานของระบบคงตัว
- ค. โมเมนตัมของระบบคงตัว
- ง. พลังงานและโมเมนตัมของระบบคงตัว

13.



วัตถุหนึ่งมวล 10 กิโลกรัม เคลื่อนที่ในแนวระดับราบด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที ไปทางด้านขวา มีแรงกระทำบนวัตถุในทิศไปทางด้านซ้าย ขนาดของแรงแสดงกราฟ จงหาความเร็วสุดท้าย v ของวัตถุนี้

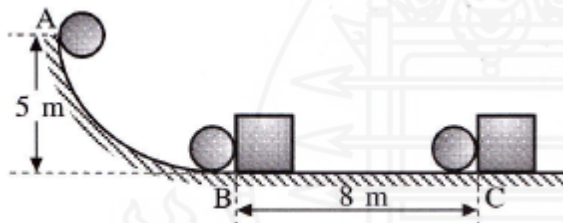
- ก. 5 เมตร/วินาที ไปทางขวา
- ข. 5 เมตร/วินาที ไปทางซ้าย
- ค. 10 เมตร/วินาที ไปทางขวา
- ง. 10 เมตร/วินาที ไปทางซ้าย



14. แรงที่กระทำต่อวัตถุมีลักษณะตามกราฟ วัตถุจะมีโมเมนตัมเปลี่ยนไปเท่าใดในหน่วยนิวตัน.วินาที

- ก. 40
- ข. 35
- ค. 30
- ง. 20

15. ปล่อยวัตถุมวล 2 กิโลกรัม จาก A สูง 5 เมตร ลงมาตามทางโค้งเกลี้ยง AB เข้าชนมวลขนาด 3 กิโลกรัม หยุดนิ่งที่จุด B แล้วไถไปด้วยกันตามพื้นราบไปหยุดที่ C โดยระยะ BC เป็น 8 เมตร อยากทราบสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างพื้นราบกับมวลเป็นดังข้อใด



- ก. 0.1
- ข. 0.2
- ค. 0.3
- ง. 0.4

16. มวล 2 กิโลกรัม และ 1 กิโลกรัม มีความเร็วเป็น 4 และ 1 เมตร/วินาที ตามลำดับ วิ่งตามกันในแนวเส้นตรง ความเร็วหลังชนของมวลทั้งสองเป็นกี่เมตร/วินาที ถ้าชนกันแบบไม่ยืดหยุ่น

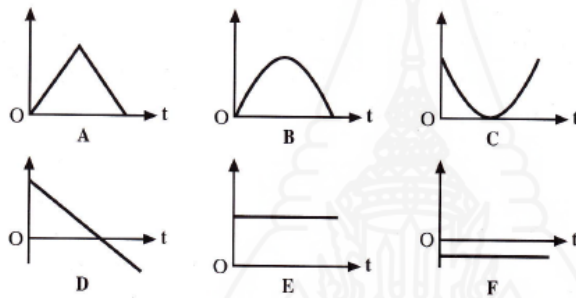
สมบูรณ์

- ก. 2
- ข. 3
- ค. 4
- ง. 5

17. ปืนใหญ่มวล 2000 กิโลกรัม ตั้งให้ปากกระบอกปืนทำมุม 60° กับแนวนอน แล้วยิงลูกปืนมวล 10 กิโลกรัม ออกไปด้วยความเร็ว 100 เมตร/วินาที อยากทราบว่าตัวปืนจะเคลื่อนที่ถอยหลัง ด้วยความเร็วเท่าใด

- ก. 0.25 เมตร/วินาที
- ข. 0.50 เมตร/วินาที
- ค. 0.75 เมตร/วินาที
- ง. 1.00 เมตร/วินาที

18. กราฟต่อไปนี้แสดงการเคลื่อนที่ของหินก้อนหนึ่งที่ถูกโยนขึ้นตามแนวดิ่ง เป็นฟังก์ชันของเวลา กราฟที่แสดงโมเมนตัมของก้อนหิน และกราฟใดแสดงความเร่ง



- ก. B, D
- ข. A, C
- ค. D, F
- ง. C, E

19. ชายคนหนึ่งยืนอยู่ที่หัวเรือซึ่งลอยนิ่งโดยหัวเรืออยู่ห่างจากฝั่ง 0.75 m ต่อมาชายคนนี้เดินจากหัวเรือไปยังท้ายเรือ ถ้าชายคนนี้มีมวล 60 kg และเรือมีมวล 140 kg อยากทราบว่าเรือต้องยาวอย่างน้อยที่สุดกี่ m จึงจะทำให้หัวเรือแตะฝั่งพอดี

- ก. 4.45
- ข. 3.75
- ค. 2.50
- ง. 2.25

20. ต้องแขงลูกสนักเกอร์มวล 100 กรัม ทำใ้ลูกสนักมีความเร็ว 8 เมตรต่อวินาที ถ้าช่วงเวลาที่ไม่คิวกะทบลูกสนักเป็น 0.01 วินาที จงหาแรงเฉลี่ยที่ไม่คิวกะทำต่อลูกสนัก
- ก. 20 N
ข. 40 N
ค. 80 N
ง. 100 N
21. ทั้กระสุนและจรวดถล่มลงบนหน้าอกของซูเปอร์แมนปรากฏว่ากระเด็นกระดอนออกมาหมด สมมติใ้ผู้ร้ายยิงกระสุนมวล 3.0 กรัม ด้วยอัตรา 100 ลูกต่อนาที ความเร็ว 500 m/s ลูกกระสุนกระดอนกลับด้วยความเร็วและทิศทางเดิม จงหาว่าแรงที่เกิดขึ้นบนอกของซูเปอร์แมนเป็นเท่าไร
- ก. 3 N
ข. 5 N
ค. 10 N
ง. 50 N
22. ชายคนหนึ่งมวล 60 กิโลกรัม ยืนอยู่บนเรือมวล 40 กิโลกรัม ซึ่งกำลังแล่นด้วยความเร็ว 4 เมตร/วินาที ชายคนนี้ออกเดินจากท้ายเรือไปยังหัวเรือด้วยความเร็ว 2 เมตร/วินาที (เทียบกับเรือ) จงหาความเร็วของเรือขณะชายคนนี้ออกเดิน
- ก. 2.0 เมตร/วินาที
ข. 2.4 เมตร/วินาที
ค. 2.8 เมตร/วินาที
ง. 24 เมตร/วินาที
23. มวล 100 g เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกด้วยความเร็ว 10 m/s มวล 400 g เคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็ว 5 m/s เข้าชนกันแล้วเคลื่อนที่ติดกันไป ด้วยความเร็วเท่าใด
- ก. 4.5 m/s
ข. 5.0 m/s
ค. 5.5 m/s
ง. 6.0 m/s

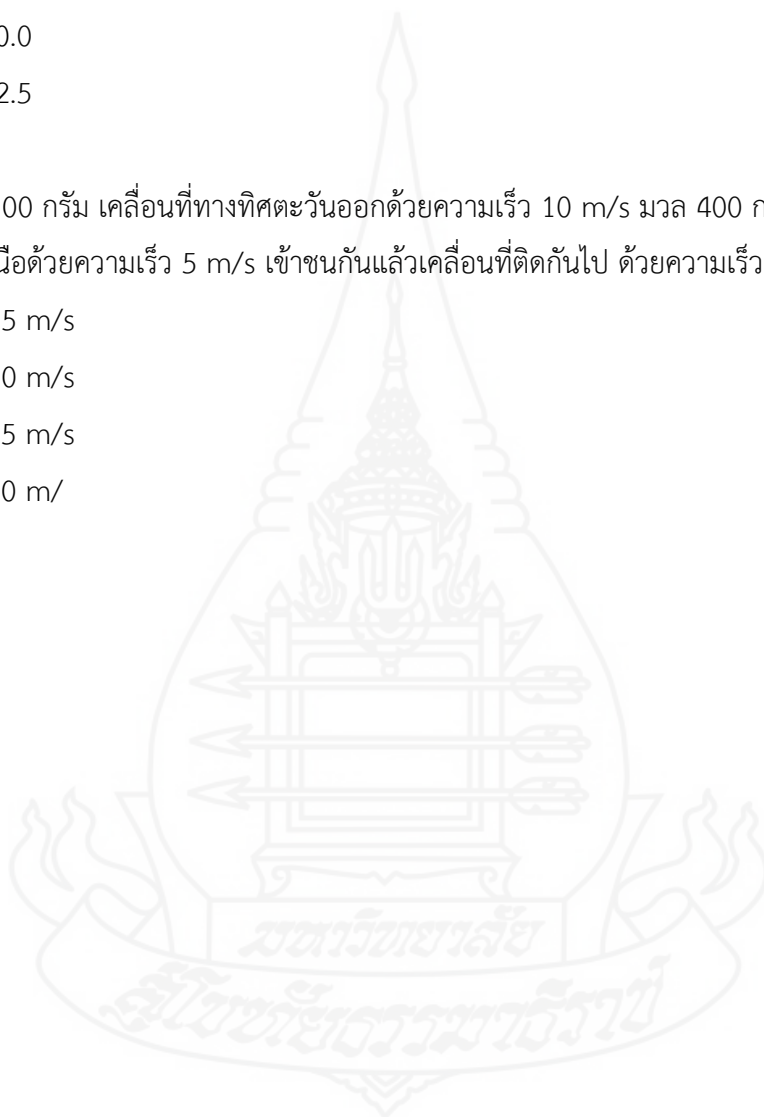
24. มวล 6 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 เมตร/วินาที ในทิศตะวันออกเข้าชนกับมวล 4 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ในทิศทางเหนือ หลังชนปรากฏว่ามวลทั้งสองติดกันไป จงหาความเร็วของมวลทั้งสองหลังชนกัน
- 2.5 เมตร/วินาที
 - 5.0 เมตร/วินาที
 - 10.0 เมตร/วินาที
 - 12.5 เมตร/วินาที
25. ลูกปืนมวล 10 กรัม ถูกยิงด้วยความเร็ว 800 เมตร/วินาที เข้าไปฝังในแท่งไม้มวล 5 กิโลกรัมที่วางอยู่บนโต๊ะ ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างแท่งไม้กับโต๊ะเท่ากับ 0.4 แท่งไม้จะไกลไปได้ไกลเท่าไร
- 0.08 เมตร
 - 0.32 เมตร
 - 2.00 เมตร
 - 4.00 เมตร
26. รถรางหนัก W เคลื่อนที่ไปมาบนรางได้โดยไม่มีแรงเสียดทานมีความเร็ว V_0 ไปทางขวา ชายคนหนึ่งน้ำหนัก w เดินไปทางซ้ายบนรถรางด้วยความเร็ว V_{rel} สัมพันธ์กับรถราง จงหาความเร็วของรถรางที่เปลี่ยนไป
- W/w
 - Ww
 - $W+w$
 - $W-w$
27. นักรักบี้ A มีมวล 70 กิโลกรัม วิ่งด้วยความเร็ว 8 เมตร/วินาที นักรักบี้ B มีมวล 60 กิโลกรัม ต้องวิ่งด้วยความเร็วเท่าไรจึงจะมีโมเมนตัมเท่ากับนักรักบี้ A
- 8.3 เมตร/วินาที
 - 9.3 เมตร/วินาที
 - 10.3 เมตร/วินาที
 - 13.0 เมตร/วินาที

28. กล้องมวล $m_1 = 100 \text{ kg}$ อยู่นิ่งกับพื้นโต๊ะผิวเรียบ ปลายด้านหนึ่งของโต๊ะอยู่ชิดกับผนัง และมีกล้องอีกใบหนึ่งมวล m_2 อยู่ระหว่างผนังกับมวล m_1 และเคลื่อนที่ไปด้านซ้ายด้วยอัตรา v_2 ดังรูป สมมติว่าเป็นการชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์และผ่านจุดศูนย์กลางมวล จงหาค่าของ m_2 โดยที่หลังชนนั้นกล้องทั้งสองต่างเคลื่อนที่ด้วยความเร็วขนาดเท่ากันและ m_2 กระทบกลับเข้าหาผนัง
- $m_2 = 2m_1$
 - $m_2 = m_1/2$
 - $m_2 = 3m_1$
 - $m_2 = m_1/3$
29. นักบินอวกาศได้ทำการทดลองเชื่อมยานอวกาศกับจรวดเข้าด้วยกันเมื่อยานอวกาศเชื่อมเข้ากับจรวดแล้ว นักบินบนยานอวกาศได้ยิงเครื่องขับเคลื่อนไอพ่น ซึ่งแรงดัน 1800 N เพื่อปรับทิศทางอยู่นาน 5.0 วินาที ถ้ายานอวกาศมีมวล 3350 kg และจรวด มีมวล 6650 kg อัตราเร็วจะเปลี่ยนไปในช่วงเวลาดังกล่าวกี่ m/s
- 0.1
 - 0.5
 - 0.7
 - 0.9
30. นายดำออกแรง 7.5 นิวตัน ดึงมวล 1 กิโลกรัม ให้เคลื่อนที่ไปบนผิวระดับราบที่มีสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานเป็น 0.5 ถ้าเดิมมวลมีความเร็วเป็น 1 เมตร/วินาที ใช้เวลานานกี่วินาที จึงจะมีความเร็วเป็น 12 เมตร/วินาที ในทิศทางเดิม
- 1.5
 - 2.5
 - 3.5
 - 4.4

31. โมเลกุลของก๊าซตัวที่ 1 มีความเร็ว 200 เมตร/วินาที โมเลกุลของก๊าซตัวที่ 2 ซึ่งเดิมอยู่นิ่ง และมีมวลเท่ากันภายหลังการชนโมเลกุลตัวที่ 1 เบนออกจากแนวเดิม 37 องศา จงหาอัตราเร็วของโมเลกุลทั้งสองภายหลังการชนตามลำดับ
- ก. 150, 120
ข. 120, 160
ค. 160, 120
ง. 160, 150
32. วัตถุมวล 900 กรัม อยู่บนพื้นระดับที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.2 ลูกป็นมวล 100 กรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 100 เมตรต่อวินาที ในแนวระดับ แล้วกระทบวัตถุโดยลูกป็นฝังในไม่ทะลุ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ไกลที่สุดเท่าใด
- ก. 20 เมตร
ข. 25 เมตร
ค. 30 เมตร
ง. 35 เมตร
33. ปืนใหญ่มีมวล 2000 กิโลกรัม ติดสปริงตั้งรูป ยิงกระสุนมวล 10 กิโลกรัมออกไปด้วยความเร็ว 200 เมตร/วินาที ปรากฏว่าหลังยิง ปืนถอยหลังไป 20 เซนติเมตร จงหาค่านิจของสปริง
- ก. 15,000 N/m
ข. 25,000 N/m
ค. 35,000 N/m
ง. 50,000 N/m
34. ปืนกลกระบอกหนึ่งยิงลูกป็นมวล 40 กรัม ด้วยอัตราเร็ว 800 เมตร/วินาที ผู้ยิงสามารถออกแรงต้านตัวปืนเฉลี่ย 160 นิวตัน จงหาว่าเขาจะยิงปืนในอัตราสูงสุดได้กี่นัดต่อนาที
- ก. 100 ข. 200
ค. 300 ง. 400

35. ลูกปืนมวล 3g มีความเร็ว 700 m/s วิ่งทะลุแท่งไม้มวล 600 กรัม เกิดการดลทำให้ไม้มีความเร็ว 2 m/s จงหาความเร็วของลูกปืนหลังทะลุ
- ก. 100 m/s
 - ข. 150 m/s
 - ค. 300 m/s
 - ง. 450 m/s
36. ชายคนหนึ่งมีมวล 60 กิโลกรัม ยืนอยู่บนแพ ซึ่งมีมวล 40 กิโลกรัมลอยนิ่ง โดยชายคนนี้อยู่ห่างจากฝั่ง 10 เมตร ถ้าชายคนนี้เดินบนแพในทิศทางเข้าหาฝั่งเป็นระยะทาง 4 เมตร ชายคนนี้จะอยู่ห่างจากฝั่งเท่าไร
- ก. 4.4 เมตร
 - ข. 6.4 เมตร
 - ค. 8.4 เมตร
 - ง. 10.4 เมตร
37. ลูกปืนใหญ่มวล 0.8 kg ถูกยิงออกจากปากกระบอกปืนซึ่งมีมวล 500 kg ด้วยความเร็ว 1000 m/s ถ้าแรงต้านการเคลื่อนที่ของปืนใหญ่มีค่าเท่ากับ 4000 N จงหาระยะที่ปืนเคลื่อนออกไป
- ก. 2.56×10^3 m
 - ข. 2.56×10^4 m
 - ค. 3.65×10^4 m
 - ง. 5.12×10^4 m
38. ลูกบอลมวล 200 กรัม ตกกระทบพื้นตรงๆ ด้วยความเร็ว 4 m/s แล้วสะท้อนขึ้นตรงๆ ด้วยความเร็ว 3.5 m/s จงหาขนาดของโมเมนตัมที่เปลี่ยนแปลงในหน่วย kg.m/s
- ก. 0.1
 - ข. 0.7
 - ค. 0.8
 - ง. 1.5

39. วัตถุ A มวล 1 กิโลกรัม เคลื่อนที่บนพื้นราบลื่นด้วยอัตราเร็ว 4 m/s เข้าชนวัตถุ B มวล 3 กิโลกรัม ที่หยุดนิ่ง หลังจากชนวัตถุ A และ B เคลื่อนที่ติดกันไป พลังงานจลน์ของการชนในครั้งนี้อยู่ที่กี่จูล
- ก. 6.0
 - ข. 7.2
 - ค. 10.0
 - ง. 12.5
40. มวล 100 กรัม เคลื่อนที่ทางทิศตะวันออกด้วยความเร็ว 10 m/s มวล 400 กรัม เคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็ว 5 m/s เข้าชนกันแล้วเคลื่อนที่ติดกันไป ด้วยความเร็วเท่าใด
- ก. 4.5 m/s
 - ข. 5.0 m/s
 - ค. 5.5 m/s
 - ง. 6.0 m/s



แบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

1. ข้อมูลทั่วไป

เพศ

☐ ชาย☐ หญิง

2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

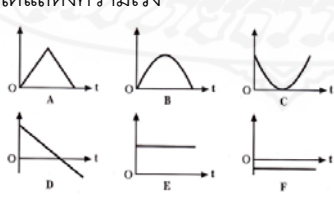
รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
1. ข้าพเจ้าสนใจในวิชาฟิสิกส์					
2. วิชาฟิสิกส์เป็นพื้นฐานที่สำคัญของวิทยาศาสตร์					
3. ข้าพเจ้าตั้งใจที่ได้เรียนวิชาฟิสิกส์					
4. ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกสนานที่ได้เรียนวิชาฟิสิกส์					
5. ข้าพเจ้าชอบอ่านบทความหรือหนังสือฟิสิกส์					
6. ข้าพเจ้าทบทวนวิชาฟิสิกส์อย่างสม่ำเสมอ					
7. เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ไม่ยากจนเกินไป					
8. ถ้าเลือกได้จะไม่เรียนวิชาฟิสิกส์					
9. ข้าพเจ้าชอบกิจกรรมการทดลองทางฟิสิกส์					
10. โจทย์วิชาฟิสิกส์ยิ่งยากยิ่งท้าทายให้ค้นหาคำตอบ					
11. การประดิษฐ์อุปกรณ์ทางฟิสิกส์เป็นเรื่องที่น่าสนใจ					
12. ถ้าตอบปัญหาทางฟิสิกส์ไม่ได้ข้าพเจ้าจะเลิกทำทันที					
13. อยากเรียนวิชาฟิสิกส์ทุกวัน					
14. เรียนฟิสิกส์แล้วทำให้ข้าพเจ้าคิดแก้ปัญหาได้ดีขึ้น					
15. คนที่ชอบวิชาฟิสิกส์มากๆ เหมือนคนเป็นโรคประสาท					
16. ข้าพเจ้าคอยเรียนวิชาฟิสิกส์ด้วยความกระตือรือร้น					
17. การเรียนวิชาฟิสิกส์ทำให้เฉื่อยชา					
18. ความรู้ทางฟิสิกส์สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					
19. อยากให้หมดเวลาเร็ว ๆ เมื่อเรียนวิชาฟิสิกส์					
20. ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ทำท่าย					



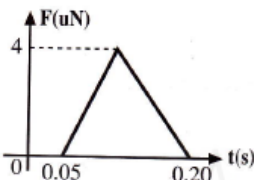
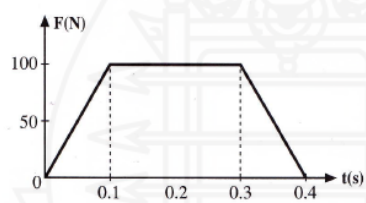
ภาคผนวก ง

ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
และแบบทดสอบวัดเจตคติ วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตารางที่ 4 แบบวิเคราะห์ระดับการวัด-ประเมินผลของแบบทดสอบ เรื่อง โมเมนตัม

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับการวัด						หมายเหตุ
		จำ	เข้าใจ	ใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมิน	
1. อธิบาย ความหมายของ โมเมนตัม และ หาโมเมนตัมของ วัตถุเมื่อกำหนด สถานการณ์ได้	1. เมื่อเราเร่งเครื่องยนต์ให้รถยนต์มี ความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า จะเกิดผล อย่างไร ก. ความเร่งเพิ่มเป็น 3 เท่า ข. โมเมนตัมทั้งหมดลดลง ค. พลังงานจลน์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น ง. พลังงานศักย์โน้มถ่วงเพิ่ม เป็น 3 เท่า		✓					
	2. ถ้าลูกกระสุนปืนใหญ่ ซึ่งถูกยิง ออกไปเกิดระเบิดขึ้นกลางอากาศ ลูกปืนใหญ่นั้นมีปริมาณในข้อใด ต่อไปนี้ ก. โมเมนตัมทั้งหมดเพิ่มขึ้น ข. โมเมนตัมทั้งหมดลดลง ค. พลังงานจลน์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น ง. พลังงานจลน์ทั้งหมดลดลง						✓	
	3. กราฟต่อไปนี้แสดงการเคลื่อนที่ ของหินก้อนหนึ่งที่ถูกโยนขึ้นตาม แนวดิ่ง เป็นฟังก์ชันของเวลา กราฟที่ แสดงโมเมนตัมของก้อนหิน และกราฟ ใดแสดงความเร็ว  รูป ก. B, D ข. A, C ค. D, F ง. C, E			✓				

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับการวัด						หมายเหตุ
		จำ	เข้าใจ	ใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมิน	
1. อธิบายความหมายของโมเมนตัม และหาโมเมนตัมของวัตถุเมื่อกำหนดสถานการณ์ได้ (ต่อ)	4. ลูกกลม 2 ลูกชนกันและกระเด็นออกจากกัน ข้อความใดต่อไปนี้ถูกต้องที่สุด ก. พลังงานจลน์ของระบบคงตัว ข. พลังงานของระบบคงตัว ค. โมเมนตัมของระบบคงตัว ง. พลังงานและโมเมนตัมของระบบคงตัว		✓					
2. อธิบายได้ว่าเมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุทำให้โมเมนตัมของวัตถุนั้น เปลี่ยนไป และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุนั้น	5. นักบินอวกาศได้ทำการทดลองเชื่อมยานอวกาศกับจรวดเข้าด้วยกัน เมื่อยานอวกาศเชื่อมเข้ากับจรวดแล้ว นักบินบนยานอวกาศได้ยิงเครื่องขับเคลื่อนไอพ่น ซึ่งแรงดัน 1800 N เพื่อปรับทิศทางอยู่นาน 5.0 วินาที ถ้ายานอวกาศมีมวล 3350 kg และจรวด มีมวล 6650 kg อัตราเร็วจะเปลี่ยนไปในช่วงเวลาดังกล่าวกี่ m/s ก. 0.1 ข. 0.5 ค. 0.7 ง. 0.9			✓				
	6. นายดำออกแรง 7.5 นิวตัน ดึงมวล 1 กิโลกรัม ให้เคลื่อนที่ไปบนผิวระดับราบที่มีสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานเป็น 0.5 ถ้าเดิมมวลมีความเร็วเป็น 1 เมตร/วินาที ใช้เวลานานกี่วินาที จึงจะมีความเร็วเป็น 12 เมตร/วินาที ในทิศทางเดิม ก. 1.5 ข. 2.5 ค. 3.5 ง. 4.4			✓				

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับการวัด						หมายเหตุ
		จำ	เข้าใจ	ใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมิน	
2. อธิบายได้ว่า เมื่อมีแรงกระทำ ต่อวัตถุทำให้ โมเมนตัมของวัตถุ นั้น เปลี่ยนไป และแรงลัพธ์ที่ กระทำต่อวัตถุจะ เท่ากับอัตราการ เปลี่ยนโมเมนตัม ของวัตถุนั้น (ต่อ)	7.  วัตถุหนึ่งมวล 10 กิโลกรัม เคลื่อนที่ใน แนวระดับราบด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที ไปทางด้านขวา มีแรง กระทำบนวัตถุในทิศไปทางด้านซ้าย ขนาดของแรงแสดงกราฟ จงหา ความเร็วสุดท้าย v ของวัตถุนี้ ก. 5 เมตร/วินาที ไปทางขวา ข. 5 เมตร/วินาที ไปทางซ้าย ค. 10 เมตร/วินาที ไปทางขวา ง. 10 เมตร/วินาที ไปทางซ้าย		✓					
	8.  แรงที่กระทำต่อวัตถุมีลักษณะตาม กราฟ วัตถุจะมีโมเมนตัมเปลี่ยนไป เท่าใดในหน่วยนิวตัน.วินาที ก. 40 ข. 35 ค. 30 ง. 20					✓		

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับการวัด						หมายเหตุ
		จำ	เข้าใจ	ใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมิน	
2. อธิบายได้ว่า เมื่อมีแรงกระทำ ต่อวัตถุทำให้ โมเมนตัมของวัตถุนั้น เปลี่ยนไป และแรงลัพธ์ที่ กระทำต่อวัตถุจะ เท่ากับอัตราการ เปลี่ยนโมเมนตัม ของวัตถุนั้น (ต่อ)	9. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อกล่าว <i>ไม่ถูกต้อง</i> ก. วัตถุสมมูลด้วยแรงสามแรง ที่ไม่ขนานกัน แนวแรงทั้ง สามต้องพบกันที่จุดจุดหนึ่ง เสมอ ข. วัตถุมวล m อยู่สูงจากพื้น h จะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วง เท่ากับที่พื้นเท่ากับ mgh ค. ระบบจะมีโมเมนตัมคงตัว เว้นไว้เสียแต่ว่ามีแรงลัพธ์ที่ ไม่เท่ากับศูนย์มากระทำ ง. วัตถุมวลเท่ากันชนกันแบบ ยืดหยุ่นอย่างสมบูรณ์จะ แยกออกจากกันเป็นมุมฉาก				✓			
3. อธิบายได้ว่า แรงที่ใช้หยุดการ เคลื่อนที่ของวัตถุ ใดจะเท่ากับอัตรา การเปลี่ยน โมเมนตัมขึ้นอยู่ กับมวล ความเร็ว และช่วงเวลาที่ใช้ ในการเปลี่ยน โมเมนตัม	10. รถรางหนัก W เคลื่อนที่ไปมาบน รางได้โดยไม่มีแรงเสียดทานมีความเร็ว V_0 ไปทางขวา ชายคนหนึ่งน้ำหนัก w เดินไปทางซ้ายบนรถรางด้วยความเร็ว V_{rel} สัมพันธ์กับรถราง จงหาความเร็ว ของรถรางที่เปลี่ยนไป ก. W/w ข. Ww ค. $W+w$ ง. $W-w$					✓		

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับการวัด						หมายเหตุ
		จำ	เข้าใจ	ใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมิน	
4. อธิบายแรงดลและการดล	11. ข้อใด ผิด ก. การดลของแรงเท่ากับโมเมนตัมที่เพิ่มขึ้น ข. เมื่อมีแรงมากระทำกับวัตถุ จะทำให้วัตถุมีความเร็วเปลี่ยนไป ค. การดลของแรงไม่มีผลกับมวลของวัตถุ ง. การดลคือการกระทำโดยแรงในช่วงเวลาสั้นๆ				✓			
	12. การดลที่กระทำบนวัตถุหนึ่งจะมีค่ากับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณใดต่อไปนี้ ก. ความเร็ว ข. โมเมนตัม ค. พลังงานจลน์ ง. แรง	✓						
5. หาการดลและแรงดลเฉลี่ยที่กระทำต่อวัตถุได้เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องให้	13. ลูกบอลมวล 200 กรัม ตกกระทบพื้นตรงๆ ด้วยความเร็ว 4 m/s แล้วสะท้อนขึ้นตรงๆ ด้วยความเร็ว 3.5 m/s จงหาขนาดของโมเมนตัมที่เปลี่ยนแปลงในหน่วย kg.m/s ก. 0.1 ข. 0.7 ค. 0.8 ง. 1.5			✓				

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับการวัด						หมายเหตุ
		จำ	เข้าใจ	ใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมิน	
5. ทหาการดลและแรงดลเฉลี่ยที่กระทำต่อวัตถุได้เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องให้ (ต่อ)	14. ทั้งกระสุนและจรวดถล่มลงบนหน้าอกของซูเปอร์แมนปรากฏว่ากระดิ่งกระดอนออกมาหมด สมมติให้ผู้ร้ายยิงกระสุนมวล 3.0 กรัม ด้วยอัตรา 100 ลูกต่อนาที ความเร็ว 500 m/s ลูกกระสุนกระดอนกลับด้วยความเร็วและทิศทางเดิม จงหาว่าแรงที่เกิดขึ้นบนอกของซูเปอร์แมนเป็นเท่าไร ก. 3 N ข. 5 N ค. 10 N ง. 50 N			✓				
	15. ต้องแขงลูกสั่นกเกอร์มวล 100 กรัม ทำให้ลูกสั่นกมีความเร็ว 8 เมตรต่อวินาที ถ้าช่วงเวลาที่ไม่ควิกระทบลูกสั่นกเป็น 0.01 วินาที จงหาแรงเฉลี่ยที่ไม่ควิกระทำต่อลูกสั่นก ก. 20 N ข. 40 N ค. 80 N ง. 100 N			✓				
	16. ลูกปืนมวล 3g มีความเร็ว 700 m/s วิ่งทะลุมั่วไม้มวล 600 กรัม เกิดการดลทำให้ไม้มีความเร็ว 2 m/s จงหาความเร็วของลูกปืนหลังทะลุ ก. 100 m/s ข. 150 m/s ค. 300 m/s ง. 450 m/s			✓				

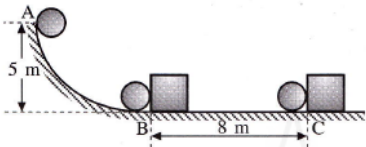
ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับการวัด						หมายเหตุ
		จำ	เข้าใจ	ใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมิน	
6. ทดลองการชนของวัตถุในแนวตรงและการติดตัวแยกจากกันของวัตถุในแนวตรงสรุปผลได้ว่า โมเมนตัมรวมของระบบคงตัวเมื่อไม่มีแรงลัพธ์กระทำต่อระบบ	17. ถ้าให้รถชนทดลองสองคันมวลเท่ากัน วิ่งชนกันด้วยความเร็วเท่ากัน โดยชนแบบยืดหยุ่น ภายหลังการชนรถทั้งสองจะมีการเคลื่อนที่อย่างไร ก. หยุดนิ่ง ข. ต่างกระดอนกลับด้วยความเร็วเป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วเดิม จ. เคลื่อนที่ติดกันไปโดยมีความเร็วลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของความเร็วเดิม ฉ. ต่างกระดอนกลับด้วยความเร็วเท่าเดิม				✓			
7. อธิบายการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่น	18. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการชนแบบยืดหยุ่น ก. พลังงานจลน์ก่อนชนเท่ากับพลังงานจลน์หลังชน ข. พลังงานรวมของระบบก่อนชนเท่ากับพลังงานรวมของระบบหลังชน ค. โมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัวเมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อระบบไม่เป็นศูนย์ ง. ถูกทุกข้อ				✓			

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับการวัด						หมายเหตุ
		จำ	เข้าใจ	ใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมิน	
7. อธิบายการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่น (ต่อ)	19. เหตุการณ์ใดต่อไปนี้เป็น การชนแบบยืดหยุ่น ก. รถมอเตอร์ไซด์ชนรถบรรทุก แล้วติดครูดไปกับพื้นถนน ข. ดินน้ำมันตกกระทบพื้นและติดแน่นบนพื้นนั้น ค. ฝนตกลงมากระทบศีรษะ กฤษณะพรรณ ง. เขียนลิปดาดีลูกบิลเลียดเข้าชนกัน		✓					
	20. ยิงลูกปืนมวล m ด้วยความเร็ว u เข้าไปฝังในถุงทรายมวล M ซึ่งแขวนด้วยเชือกยาว ข้อใดผิด ก. โมเมนตัมของระบบคงที่ ข. มีความร้อนเกิดขึ้นในเหตุการณ์นี้ ค. สามารถหาความเร็วของลูกปืนได้ ง. พลังงานจลน์ของลูกปืนเปลี่ยนไปเป็นพลังงานจลน์ของถุงทรายกับลูกปืน				✓			
8. อธิบายการอนุรักษ์โมเมนตัมได้และใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันแสดงกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม	21. ชายคนหนึ่งมวล 60 กิโลกรัม ยืนอยู่บนเรือมวล 40 กิโลกรัม ซึ่งกำลังแล่นด้วยความเร็ว 4 เมตร/วินาที ชายคนนี้ออกเดินจากท้ายเรือไปยังหัวเรือด้วยความเร็ว 2 เมตร/วินาที (เทียบกับเรือ) จงหาความเร็วของเรือขณะชายคนนี้ออกเดิน ก. 2.0 เมตร/วินาที ข. 2.4 เมตร/วินาที ค. 2.8 เมตร/วินาที ง. 24 เมตร/วินาที			✓				

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับการวัด						หมายเหตุ
		จำ	เข้าใจ	ใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมิน	
8. อธิบายการอนุรักษ์โมเมนตัมได้และใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันแสดงกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม (ต่อ)	22. ลูกปืนมวล 10 กรัม ถูกยิงด้วยความเร็ว 800 เมตร/วินาที เข้าไปฝังในแท่งไม้มวล 5 กิโลกรัมที่วางอยู่บนโต๊ะ ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างแท่งไม้กับโต๊ะเท่ากับ 0.4 แท่งไม้จะไถลไปได้ไกลเท่าไร ก. 0.08 เมตร ข. 0.32 เมตร ค. 2.00 เมตร ง. 4.00 เมตร			✓				
	23. ปืนใหญ่มีมวล 2000 กิโลกรัม ติดสปริงตั้งรูป ยิงกระสุนมวล 10 กิโลกรัมออกไปด้วยความเร็ว 200 เมตร/วินาที ปรากฏว่าหลังยิง ปืนถอยหลังไป 20 เซนติเมตร จงหาค่านิจของสปริง ก. 15,000 N/m ข. 25,000 N/m ค. 35,000 N/m ง. 50,000 N/m			✓				
	24. ปืนกลกระบอกหนึ่งยิงลูกปืนมวล 40 กรัม ด้วยอัตราเร็ว 800 เมตร/วินาที ผู้ยิงสามารถถอยถ่วงด้านตัวปืนเฉลี่ย 160 นิวตัน จงหาว่าเขาจะยิงปืนในอัตราสูงสุดได้กี่นัดต่อนาที ก. 100 ข. 200 ค. 300 ง. 400						✓	

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับการวัด						หมายเหตุ
		จำ	เข้าใจ	ใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมิน	
8. อธิบายการอนุรักษ์โมเมนตัมได้และใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันแสดงกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม (ต่อ)	25. นักรักบี้ A มีมวล 70 กิโลกรัม วิ่งด้วยความเร็ว 8 เมตร/วินาที นักรักบี้ B มีมวล 60 กิโลกรัม ต้องวิ่งด้วยความเร็วเท่าไรจึงจะมีโมเมนตัมเท่ากับนักรักบี้ A ก. 8.3 เมตร/วินาที ข. 9.3 เมตร/วินาที ค. 10.3 เมตร/วินาที ง. 13.0 เมตร/วินาที						✓	
	26. วัตถุ A มวล 1 กิโลกรัม เคลื่อนที่บนพื้นราบลื่นด้วยอัตราเร็ว 4 m/s เข้าชนวัตถุ B มวล 3 กิโลกรัม ที่หยุดนิ่ง หลังจากชนวัตถุ A และ B เคลื่อนที่ติดกันไป พลังงานกลของการชนในครั้งนี้นายไปกี่จูล ก. 6.0 ข. 7.2 ค. 10.0 ง. 12.5						✓	
	27. วัตถุมวล 900 กรัม อยู่นิ่งบนพื้นระดับที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.2 ลูกปืนมวล 100 กรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 100 เมตรต่อวินาที ในแนวระดับ แล้วกระทบวัตถุโดยลูกปืนฝังในไม่ทะลุ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ไกลที่สุดเท่าใด ก. 20 เมตร ข. 25 เมตร ค. 30 เมตร ง. 35 เมตร						✓	

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับการวัด						หมายเหตุ
		จำ	เข้าใจ	ใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมิน	
9. อธิบายได้ว่าการชนของวัตถุในสองมิติ มีทั้งการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่นรวมทั้งบอกความแตกต่างของการชนดังกล่าวได้	28. เมื่อวัตถุตั้งแต่ 2 ก้อนขึ้นไปชนกัน ข้อความใดต่อไปนี้เป็น จริงเสมอ ก. โมเมนตัมของวัตถุแต่ละก้อนไม่เปลี่ยนแปลง ข. พลังงานจลน์ของวัตถุแต่ละก้อนไม่เปลี่ยนแปลง ค. โมเมนตัมทั้งหมดไม่เปลี่ยนแปลง ง. พลังงานจลน์ทั้งหมดไม่เปลี่ยนแปลง				✓			
	29. วัตถุหนึ่ง เมื่อระเบิดแตกออกเป็น 2 เลี่ยง จะพบว่า ก. ทั้ง 2 เลี่ยงเคลื่อนที่ในทิศตรงกันข้ามในบางครั้ง ข. ทั้ง 2 เลี่ยงมีพลังงานจลน์เท่ากันเสมอ ค. ทั้ง 2 เลี่ยงมีโมเมนตัมเท่ากันเสมอ ง. รวมโมเมนตัมของทั้ง 2 เลี่ยงต้องเท่ากับโมเมนตัมก่อนระเบิด					✓		
	30. ชายคนหนึ่งยืนอยู่ที่หัวเรือซึ่งลอยนิ่งโดยหัวเรืออยู่ห่างจากฝั่ง 0.75 m ต่อมาชายคนนี้เดินจากหัวเรือไปยังท้ายเรือ ถ้าชายคนนี้มีมวล 60 kg และเรือมีมวล 140 kg อยากทราบว่าเรือต้องยาวอย่างน้อยที่สุดกี่ m จึงจะทำให้หัวเรือแตะฝั่งพอดี ก. 4.45 ข. 3.75 ค. 2.50 ง. 2.25						✓	

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับการวัด						หมายเหตุ
		จำ	เข้าใจ	ใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมิน	
9. อธิบายได้ว่าการชนของวัตถุในสองมิติ มีทั้งการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่นรวมทั้งบอกความแตกต่างของการชนดังกล่าวได้ (ต่อ)	31.  ปล่อยวัตถุมวล 2 กิโลกรัม จาก A สูง 5 เมตร ลงมาตามทางโค้งเกลี้ยง AB เข้าชนมวลขนาด 3 กิโลกรัม หยุดนิ่งที่จุด B แล้วไถไปด้วยกันตามพื้นราบไปหยุดที่ C โดยระยะ BC เป็น 8 เมตร อยากทราบสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างพื้นราบกับมวลเป็นดังข้อใด ก. 0.1 ข. 0.2 ค. 0.3 ง. 0.4				✓			
	32. ปืนใหญ่มวล 2000 กิโลกรัม ตั้งให้ปากกระบอกปืนทำมุม 60° กับแนวราบ แล้วยิงลูกปืนมวล 10 กิโลกรัม ออกไปด้วยความเร็ว 100 เมตร/วินาที อยากทราบว่าตัวปืนจะเคลื่อนที่ถอยหลังด้วยความเร็วเท่าใด ก. 0.25 เมตร/วินาที ข. 0.50 เมตร/วินาที ค. 0.75 เมตร/วินาที ง. 1.00 เมตร/วินาที			✓				

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับการวัด						หมายเหตุ
		จำ	เข้าใจ	ใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมิน	
9. อธิบายได้ว่าการชนของวัตถุในสองมิติ มีทั้งการชนแบบยืดหยุ่น และการชนแบบไม่ยืดหยุ่นรวมทั้งบอกความแตกต่างของการชนดังกล่าวได้ (ต่อ)	33. มวล 100 g เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกด้วยความเร็ว 10 m/s มวล 400 g เคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็ว 5 m/s เข้าชนกันแล้วเคลื่อนที่ติดกันไป ด้วยความเร็วเท่าใด ก. 1.0 m/s ข. 5.0 m/s ค. 5.5 m/s ง. 6.0 m/s			✓				
	34. มวล 6 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 เมตร/วินาที ในทิศตะวันออกเข้าชนกับมวล 4 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ในทิศทางเหนือ หลังชนปรากฏว่ามวลทั้งสองติดกันไป จงหาความเร็วของมวลทั้งสองหลังชนกัน ก. เมตร/วินาที ข. 5.0 เมตร/วินาที ค. 10.0 เมตร/วินาที ง. 12.5 เมตร/วินาที			✓				
	35. มวล 2 กิโลกรัม และ 1 กิโลกรัม มีความเร็วเป็น 4 และ 1 เมตร/วินาที ตามลำดับ วิ่งตามกันในแนวเส้นตรง ความเร็วหลังชนของมวลทั้งสองเป็นกี่เมตร/วินาที ถ้าชนกันแบบไม่ยืดหยุ่น สมบูรณ์ ก. 2 ข. 3 ค. 4 ง. 5			✓				

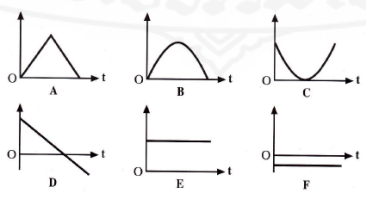
ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับการวัด						หมายเหตุ
		จำ	เข้าใจ	ใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมิน	
9. อธิบายได้ว่าการชนของวัตถุในสองมิติ มีทั้งการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่นรวมทั้งบอกความแตกต่างของการชนดังกล่าวได้ (ต่อ)	36. กล้องมวล $m_1 = 100 \text{ kg}$ ยืนนิ่งกับพื้นโต๊ะผิวเรียบ ปลายด้านหนึ่งของโต๊ะอยู่ชิดกับผนัง และมีกล้องอีกใบหนึ่งมวล m_2 อยู่ระหว่างผนังกับมวล m_1 และเคลื่อนที่ไปด้านซ้ายด้วยอัตรา v_2 ดังรูป สมมติว่าเป็นการชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์และผ่านจุดศูนย์กลางมวล จงหาค่าของ m_2 โดยที่หลังชนนั้นกล้องทั้งสองต่างเคลื่อนที่ด้วยความเร็วขนาดเท่ากันและ m_2 กระดอนกลับเข้าหาผนัง ก. $m_2 = 2m_1$ ข. $m_2 = m_1/2$ ค. $m_2 = 3m_1$ ง. $m_2 = m_1/3$					✓		
	37. โมเลกุลของก๊าซตัวที่ 1 มีความเร็ว 200 เมตร/วินาที ชนโมเลกุลของก๊าซตัวที่ 2 ซึ่งเดิมอยู่นิ่งและมีมวลเท่ากันภายหลังการชนโมเลกุลตัวที่ 1 เบนออกจากแนวเดิม 37 องศา จงหาอัตราเร็วของโมเลกุลทั้งสองภายหลังการชนตามลำดับ ก. 150, 120 ข. 120, 160 ค. 160, 120 ง. 160, 150			✓				

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับการวัด						หมายเหตุ
		จำ	เข้าใจ	ใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมิน	
9. อธิบายได้ว่าการชนของวัตถุในสองมิติ มีทั้งการชนแบบยืดหยุ่น และการชนแบบไม่ยืดหยุ่นรวมทั้งบอกความแตกต่างของการชนดังกล่าวได้ (ต่อ)	38. มวล 100 กรัม เคลื่อนที่ทางทิศตะวันออกด้วยความเร็ว 10 m/s มวล 400 กรัม เคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็ว 5 m/s เข้าชนกันแล้วเคลื่อนที่ติดกันไป ด้วยความเร็วเท่าใด ก. 4.5 m/s ข. 5.0 m/s ค. 5.5 m/s ง. 6.0 m/s			✓				
	39. ลูกปืนใหญ่มวล 0.8 kg ถูกยิงออกจากปากกระบอกปืนซึ่งมีมวล 500 kg ด้วยความเร็ว 1000 m/s ถ้าแรงต้านการเคลื่อนที่ของปืนใหญ่มีค่าเท่ากับ 4000 N จงหาระยะที่ปืนเคลื่อนถอยไป ก. 2.56×10^3 m ข. 2.56×10^4 m ค. 3.65×10^4 m ง. 5.12×10^4 m			✓				
	40. ชายคนหนึ่งมีมวล 60 กิโลกรัม ยืนอยู่บนแพ ซึ่งมีมวล 40 กิโลกรัม ลอยนิ่ง โดยชายคนนี้อยู่ห่างจากฝั่ง 10 เมตร ถ้าชายคนนี้ได้เดินบนแพในทิศทางเข้าหาฝั่งเป็นระยะทาง 4 เมตร ชายคนนี้จะอยู่ห่างจากฝั่งเท่าไร ก. 4.4 เมตร ข. 6.4 เมตร ค. 8.4 เมตร ง. 10.4 เมตร			✓				
สรุปรวม	40 ข้อ	1	4	18	8	3	6	

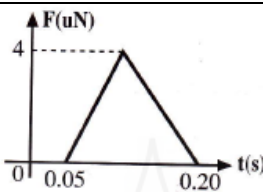
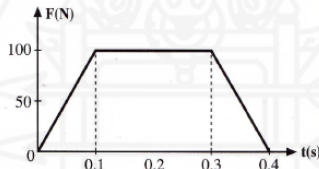
แบบวิเคราะห์ระดับการวัด-ประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียนต่อแบบทดสอบ เรื่อง โมเมนตัม

ผลการเรียนรู้		ระดับการวัดพฤติกรรม					
		จำ	เข้าใจ	ใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมิน
1. อธิบายความหมายของโมเมนตัม และหาโมเมนตัมของวัตถุเมื่อกำหนดมวลและความเร็วของวัตถุได้	4	-	2	-	1		1
2. อธิบายได้ว่า เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุทำให้ โมเมนตัมของวัตถุนั้นเปลี่ยนไป และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ จะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุนั้น	5	-	1	2	1	1	-
3. อธิบายได้ว่าแรงที่ใช้หยุดการเคลื่อนที่ของวัตถุใดจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมขึ้นอยู่กับมวล ความเร็ว และช่วงเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนโมเมนตัม	1	-	-	-	-	1	-
4. อธิบายแรงดลและการดล	2	1	-	-	1	-	-
5. หาการดลและแรงดลเฉลี่ยที่กระทำต่อวัตถุได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องให้	4	-	-	-	4	-	-
6. ทดลองการชนของวัตถุในแนวตรง และการติดตัวแยกจากกันของวัตถุในแนวตรง สรุปผลได้ว่า โมเมนตัมรวมของระบบคงตัว	1	-	-	-	1	-	-
7. อธิบายการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่น	3	-	1	-	2	-	-
8. อธิบายการอนุรักษ์โมเมนตัมได้และใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน แสดงกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม	7	-	-	3	-	-	4
9. อธิบายได้ว่า การชนของวัตถุในสองมิติ มีทั้งการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่นรวมทั้งบอกความแตกต่างของการชนดังกล่าวได้	13	-	-	9	2	1	1
สรุปรวม	40 ข้อ	1	4	18	8	3	6

ตารางที่ 1 แบบวิเคราะห์ระดับความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ของแบบทดสอบ เรื่อง โมเมนตัม

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมิน ระดับความสอดคล้อง			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1. อธิบายความหมายของโมเมนตัม และหาโมเมนตัมของวัตถุเมื่อกำหนดสถานการณ์ได้	1. เมื่อเราเร่งเครื่องยนต์ให้รถยนต์มีความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า จะเกิดผลอย่างไร ก. ความเร่งเพิ่มเป็น 3 เท่า ข. โมเมนตัมทั้งหมดลดลง ค. พลังงานจลน์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น ง. พลังงานศักย์โน้มถ่วงเพิ่มเป็น 3 เท่า	+1	+1	+1	+1
	2. ถ้าลูกกระสุนปืนใหญ่ ซึ่งถูกยิงออกไปเกิดระเบิดขึ้นกลางอากาศ ลูกปืนใหญ่นั้นมีปริมาณในข้อใดต่อไปนี้ ก. โมเมนตัมทั้งหมดเพิ่มขึ้น ข. โมเมนตัมทั้งหมดลดลง ค. พลังงานจลน์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น ง. พลังงานจลน์ทั้งหมดลดลง	+1	+1	+1	+1
	3. กราฟต่อไปนี้แสดงการเคลื่อนที่ของหินก้อนหนึ่งที่ถูกโยนขึ้นตามแนวดิ่ง เป็นฟังก์ชันของเวลา กราฟที่แสดงโมเมนตัมของก้อนหิน และกราฟใดแสดงความเร่ง  รูป ก. B, D ข. A, C ค. D, F ง. C, E	+1	+1	0	+0.67

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมิน ระดับความสอดคล้อง			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1. อธิบายความหมายของโมเมนตัม และหาโมเมนตัมของวัตถุเมื่อกำหนดสถานการณ์ได้ (ต่อ)	4. ลูกกลม 2 ลูกชนกันและกระเด็นออกจากกัน ข้อความใดต่อไปนี้ถูกต้องที่สุด ก. พลังงานจลน์ของระบบคงตัว ข. พลังงานของระบบคงตัว ค. โมเมนตัมของระบบคงตัว ง. พลังงานและโมเมนตัมของระบบคงตัว	+1	+1	+1	+1
2. อธิบายได้ว่า เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุทำให้โมเมนตัมของวัตถุนั้นเปลี่ยนไป และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุนั้น	5. นักบินอวกาศได้ทำการทดลองเชื่อมยานอวกาศกับจรวดเข้าด้วยกัน เมื่อยานอวกาศเชื่อมเข้ากับจรวดแล้ว นักบินบนยานอวกาศได้ยิงเครื่องขับเคลื่อนไอพ่น ซึ่งแรงดัน 1800 N เพื่อปรับทิศทางอยู่นาน 5.0 วินาที ถ้ายานอวกาศมีมวล 3350 kg และจรวด มีมวล 6650 kg อัตราเร็วจะเปลี่ยนไปในช่วงเวลาดังกล่าวกี่ m/s ก. 0.1 ข. 0.5 ค. 0.7 ง. 0.9	+1	+1	+1	+1
	6. นายดำออกแรง 7.5 นิวตัน ดึงมวล 1 กิโลกรัม ให้เคลื่อนที่ไปบนผิวระดับราบที่มีสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานเป็น 0.5 ถ้าเดิมมวลมีความเร็วเป็น 1 เมตร/วินาที ใ้เวลานานกี่วินาที จึงจะมีความเร็วเป็น 12 เมตร/วินาที ในทิศทางเดิม ก. 1.5 ข. 2.5 ค. 3.5 ง. 4.4	+1	+1	+1	+1

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมิน ระดับความสอดคล้อง			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
2. อธิบายได้ว่า เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุทำให้โมเมนตัมของวัตถุนั้นเปลี่ยนไป และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุนั้น (ต่อ)	7. 	0	+1	+1	+0.67
	8. 	+1	+1	0	+0.67

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมิน ระดับความสอดคล้อง			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
2. อธิบายได้ว่า เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุทำให้โมเมนตัมของวัตถุนั้นเปลี่ยนไป และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุนั้น (ต่อ)	9. ข้อใดต่อไปนี้กล่าว <i>ไม่ถูกต้อง</i> ก. วัตถุสมมูลด้วยแรงสามแรงที่ไม่ขนานกัน แนวแรงทั้งสามต้องพบกันที่จุดจุดหนึ่งเสมอ ข. วัตถุมวล m อยู่สูงจากพื้น h จะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเทียบกับที่พื้นเท่ากับ mgh ค. ระบบจะมีโมเมนตัมคงตัว เว้นไว้เสียแต่ว่ามีแรงลัพธ์ที่ไม่เท่ากับศูนย์มากระทำ ง. วัตถุมวลเท่ากันชนกันแบบยืดหยุ่นอย่างสมบูรณ์จะแยกออกจากกันเป็นมุมฉาก		+1	+1	+0.67
3. อธิบายได้ว่าแรงที่ใช้หยุดการเคลื่อนที่ของวัตถุใดจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมขึ้นอยู่กับมวล ความเร็ว และช่วงเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนโมเมนตัม	10. รถรางหนัก W เคลื่อนที่ไปมาบนรางได้โดยไม่มีแรงเสียดทานมีความเร็ว V_0 ไปทางขวา ชายคนหนึ่งน้ำหนัก w เดินไปทางซ้ายบนรถรางด้วยความเร็ว V_{rel} สัมพันธ์กับรถราง จงหาความเร็วของรถรางที่เปลี่ยนไป ก. W/w ข. Ww ค. $W+w$ ง. $W-w$	+1	+1	+1	+1

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมิน ระดับความสอดคล้อง			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
4. อธิบายแรงดลและ การดล	11. ข้อใด ผิด ก. การดลของแรงเท่ากับ โมเมนตัมที่เพิ่มขึ้น ข. เมื่อมีแรงมากระทำกับวัตถุ จะทำให้วัตถุมีความเร็ว เปลี่ยนไป ค. การดลของแรงไม่มีผลกับ มวลของวัตถุ ง. การดลคือการกระทำโดย แรงในช่วงเวลาสั้นๆ	+1	+1	+1	+1
	12. การดลที่กระทำบนวัตถุหนึ่งจะมี ค่ากับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณใด ต่อไปนี้ ก. ความเร็ว ข. โมเมนตัม ค. พลังงานจลน์ ง. แรง	+1	+1	+1	+1
5. หาการดลและแรงดล เฉลี่ยที่กระทำต่อวัตถุได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่ เกี่ยวข้องให้	13. ลูกบอลมวล 200 กรัม ตก กระทบพื้นตรงๆ ด้วยความเร็ว 4 m/s แล้วสะท้อนขึ้นตรงๆ ด้วย ความเร็ว 3.5 m/s จงหาขนาดของ โมเมนตัมที่เปลี่ยนแปลงในหน่วย kg.m/s ก. 0.1 ข. 0.7 ค. 0.8 ง. 1.5	+1	+1	0	+0.67

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมิน ระดับความสอดคล้อง			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
5. ทหาการดลและแรงดล เฉลี่ยที่กระทำต่อวัตถุได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่ เกี่ยวข้องให้ (ต่อ)	14. ทั้งกระสุนและจรวดถล่มลงบน หน้าอกของซูเปอร์แมนปรากฏว่า กระเด็นกระดอนออกมาหมด สมมติ ให้ผู้ร้ายยิงกระสุนมวล 3.0 กรัม ด้วย อัตรา 100 ลูกต่อวินาที ความเร็ว 500 m/s ลูกกระสุนกระดอนกลับด้วย ความเร็วและทิศทางเดิม จงหาว่าแรง ที่เกิดขึ้นบนอกของซูเปอร์แมนเป็น เท่าไร ก. 3 N ข. 5 N ค. 10 N ง. 50 N	+1	+1	+1	+1
	15. ต้องแทงลูกสุนักระเบิดมวล 100 กรัม ทำให้ลูกสุนักระเบิดมีความเร็ว 8 เมตร ต่อวินาที ถ้าช่วงเวลาที่ไม่ควักกระบอก ลูกสุนักระเบิดเป็น 0.01 วินาที จงหาแรง เฉลี่ยที่ไม่ควักกระบอกกระทำต่อลูกสุนักระเบิด ก. 20 N ข. 40 N ค. 80 N ง. 100 N	+1	+1	+1	+1
	16. ลูกปืนมวล 3g มีความเร็ว 700 m/s วิ่งทะลุแท่งไม้มวล 600 กรัม เกิดการดลทำให้ไม้มีความเร็ว 2 m/s จงหาความเร็วของลูกปืนหลังทะลุ ก. 100 m/s ข. 150 m/s ค. 300 m/s ง. 450 m/s	+1	+1	+1	+1

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมิน ระดับความสอดคล้อง			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
6. ทดลองการชนของวัตถุในแนวตรงและการติดตัวแยกจากกันของวัตถุในแนวตรง สรุปผลได้ว่า โมเมนตัมรวมของระบบคงตัวเมื่อไม่มีแรงลัพธ์กระทำ	17. ถ้าให้รถชนทดลองสองคันมวลเท่ากัน วิ่งชนกันด้วยความเร็วเท่ากัน โดยชนแบบยืดหยุ่น ภายหลังการชนรถทั้งสองจะมีการเคลื่อนที่อย่างไร ก. หยุดนิ่ง ข. ต่างกระดอนกลับด้วยความเร็วเป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วเดิม ค. เคลื่อนที่ติดกันไปโดยมีความเร็วลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของความเร็วเดิม ง. ต่างกระดอนกลับด้วยความเร็วเท่าเดิม	+1	+1	0	+0.67
7. อธิบายการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่น	18. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการชนแบบยืดหยุ่น ก. พลังงานจลน์ก่อนชนเท่ากับพลังงานจลน์หลังชน ข. พลังงานรวมของระบบก่อนชนเท่ากับพลังงานรวมของระบบหลังชน ค. โมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัวเมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อระบบไม่เป็นศูนย์ ง. ถูกทุกข้อ	+1	+1	0	+0.67

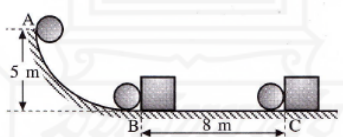
ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมิน ระดับความสอดคล้อง			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
7. อธิบายการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่น (ต่อ)	19. เหตุการณ์ใดต่อไปนี้เป็นการชนแบบยืดหยุ่น ก. รถมอเตอร์ไซด์ชนรถบรรทุกแล้วติดครูดไปกับพื้นถนน ข. ดินน้ำมันตกกระทบพื้นและติดแน่นบนพื้นนั้น ค. ฝนตกลงมากระทบศีรษะกฤษณะพรหม ง. เขียนลิปดาดีลูกบิลเลียดเข้าชนกัน	+1	+1	0	+0.67
	20. ยิงลูกปืนมวล m ด้วยความเร็ว u เข้าไปฝังในถุงทรายมวล M ซึ่งแขวนด้วยเชือกยาว ข้อใดผิด ก. โมเมนตัมของระบบคงที่ ข. มีความร้อนเกิดขึ้นในเหตุการณ์นี้ ค. สามารถหาความเร็วของลูกปืนได้ ง. พลังงานจลน์ของลูกปืนเปลี่ยนไปเป็นพลังงานจลน์ของถุงทรายกับลูกปืน	+1	+1	+1	+1

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมิน ระดับความสอดคล้อง			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
8. อธิบายการอนุรักษ์โมเมนตัมได้และใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันแสดงกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม	21. ชายคนหนึ่งมวล 60 กิโลกรัม ยืนอยู่บนเรือมวล 40 กิโลกรัม ซึ่งกำลังแล่นด้วยความเร็ว 4 เมตร/วินาที ชายคนนี้ออกเดินจากท้ายเรือไปยังหัวเรือด้วยความเร็ว 2 เมตร/วินาที (เทียบกับเรือ) จงหาความเร็วของเรือขณะชายคนนี้ออกเดิน ก. 2.0 เมตร/วินาที ข. 2.4 เมตร/วินาที ค. 2.8 เมตร/วินาที ง. 24 เมตร/วินาที	+1	+1	+1	+1
	22. ลูกปืนมวล 10 กรัม ถูกยิงด้วยความเร็ว 800 เมตร/วินาที เข้าไปฝังในแท่งไม้มวล 5 กิโลกรัมที่วางอยู่บนโต๊ะ ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างแท่งไม้กับโต๊ะเท่ากับ 0.4 แท่งไม้จะไถลไปได้ไกลเท่าไร ก. 0.08 เมตร ข. 0.32 เมตร ค. 2.00 เมตร ง. 4.00 เมตร	+1	+1	+1	+1
	23. ปืนใหญ่มีมวล 2000 กิโลกรัม ติดสปริงดังรูป ยิงกระสุนมวล 10 กิโลกรัมออกไปด้วยความเร็ว 200 เมตร/วินาที ปรากฏว่าหลังยิง ปืนถอยหลังไป 20 เซนติเมตร จงหาค่านิจของสปริง ก. 15,000 N/m ข. 25,000 N/m ค. 35,000 N/m ง. 50,000 N/m	+1	+1	+1	+1

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมิน ระดับความสอดคล้อง			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
8. อธิบายการอนุรักษ์โมเมนตัมได้และใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันแสดงกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม (ต่อ)	24. ปืนกลกระบอกหนึ่งยิงลูกปืนมวล 40 กรัม ด้วยอัตราเร็ว 800 เมตร/วินาที ผู้ยิงสามารถออกแรงต้านตัวปืนเฉลี่ย 160 นิวตัน จงหาว่าเขายิงปืนในอัตราสูงสุดได้กี่นัดต่อนาที ก. 100 ข. 200 ค. 300 ง. 400	+1	+1	+1	+1
	25. นักรักบี้ A มีมวล 70 กิโลกรัม วิ่งด้วยความเร็ว 8 เมตร/วินาที นักรักบี้ B มีมวล 60 กิโลกรัม ต้องวิ่งด้วยความเร็วเท่าไรจึงจะมีโมเมนตัมเท่ากับนักรักบี้ A ก. 8.3 เมตร/วินาที ข. 9.3 เมตร/วินาที ค. 10.3 เมตร/วินาที ง. 13.0 เมตร/วินาที	+1	+1	+1	+1
	26. วัตถุ A มวล 1 กิโลกรัม เคลื่อนที่บนพื้นราบลื่นด้วยอัตราเร็ว 4 m/s เข้าชนวัตถุ B มวล 3 กิโลกรัม ที่หยุดนิ่ง หลังจากชนวัตถุ A และ B เคลื่อนที่ติดกันไป พลังงานจลน์ของการชนในครั้งนี้นายไปกี่จูล ก. 6.0 ข. 7.2 ค. 10.0 ง. 12.5	+1	+1	+1	+1

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมิน ระดับความสอดคล้อง			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
8. อธิบายการอนุรักษ์โมเมนตัมได้และใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันแสดงกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม (ต่อ)	27. วัตถุมวล 900 กรัม อยู่นิ่งบนพื้นระดับที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.2 ลูกปืนมวล 100 กรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 100 เมตรต่อวินาที ในแนวระดับ แล้วกระทบวัตถุโดยลูกปืนฝังในไม่ทะลุ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ไกลที่สุดเท่าใด ก. 20 เมตร ข. 25 เมตร ค. 30 เมตร ง. 35 เมตร	+1	+1	+1	+1
9. อธิบายได้ว่า การชนของวัตถุในสองมิติ มีทั้งการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่น รวมทั้งบอกความแตกต่างของการชนดังกล่าวได้	28. เมื่อวัตถุตั้งแต่ 2 ก้อนขึ้นไปชนกัน ข้อความใดต่อไปนี้ <i>เป็นจริงเสมอ</i> ก. โมเมนตัมของวัตถุแต่ละก้อนไม่เปลี่ยนแปลง ข. พลังงานจลน์ของวัตถุแต่ละก้อนไม่เปลี่ยนแปลง ค. โมเมนตัมทั้งหมดไม่เปลี่ยนแปลง ง. พลังงานจลน์ทั้งหมดไม่เปลี่ยนแปลง	+1	0	+1	+0.67
	29. วัตถุหนึ่ง เมื่อระเบิดแตกออกเป็น 2 เลี่ยง จะพบว่า ก. ทั้ง 2 เลี่ยงเคลื่อนที่ในทิศตรงกันข้ามในบางครั้ง ข. ทั้ง 2 เลี่ยงมีพลังงานจลน์เท่ากันเสมอ ค. ทั้ง 2 เลี่ยงมีโมเมนตัมเท่ากันเสมอ ง. รวมโมเมนตัมของทั้ง 2	+1	+1	0	+0.67

	เสียงดังเท่ากับ				
--	-----------------	--	--	--	--

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมิน ระดับความสอดคล้อง			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
9. อธิบายได้ว่า การชนของวัตถุในสองมิติ มีทั้งการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่น รวมทั้งบอกความแตกต่างของการชนดังกล่าวได้ (ต่อ)	30. ชายคนหนึ่งยืนอยู่ที่หัวเรือซึ่งลอยนิ่งโดยหัวเรืออยู่ห่างจากฝั่ง 0.75 m ต่อมาชายคนนี้ได้เดินจากหัวเรือไปยังท้ายเรือ ถ้าชายคนนี้มีมวล 60 kg และเรือมีมวล 140 kg อยากทราบว่าเรือต้องยวายน้อยที่สุดกี่ m จึงจะทำให้หัวเรือแตะฝั่งพอดี ก. 4.45 ข. 3.75 ค. 2.50 ง. 2.25	+1	+1	+1	+1
	31. บล็อกวัตถุมวล 2 กิโลกรัม จาก A สูง 5 เมตร ลงมาตามทางโค้งเกลี้ยง AB เข้าชนมวลขนาด 3 กิโลกรัม หยุดนิ่งที่จุด B แล้วไหลไปด้วยกันตามพื้นราบไปหยุดที่ C โดย  ระยะ BC เป็น 8 เมตร อยากทราบสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างพื้นราบกับมวลเป็นดังข้อใด ก. 0.1 ข. 0.2 ค. 0.3 ง. 0.4	+1	+1	0	+0.67

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมิน ระดับความสอดคล้อง			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
9. อธิบายได้ว่า การชนของวัตถุในสองมิติ มีทั้งการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่น รวมทั้งบอกความแตกต่างของการชนดังกล่าวได้ (ต่อ)	32. ปืนใหญ่มวล 2000 กิโลกรัม ตั้งให้ปากกระบอกปืนทำมุม 60° กับแนวนอน แล้วยิงลูกปืนมวล 10 กิโลกรัม ออกไปด้วยความเร็ว 100 เมตร/วินาที อยากทราบว่าตัวปืนจะเคลื่อนที่ถอยหลังด้วยความเร็วเท่าใด ก. 0.25 เมตร/วินาที ข. 0.50 เมตร/วินาที ค. 0.75 เมตร/วินาที ง. 1.00 เมตร/วินาที	+1	+1	+1	+1
	33. มวล 100 g เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกด้วยความเร็ว 10 m/s มวล 400 g เคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็ว 5 m/s เข้าชนกันแล้วเคลื่อนที่ติดกันไป ด้วยความเร็วเท่าใด ก. 1.0 m/s ข. 5.0 m/s ค. 5.5 m/s ง. 6.0 m/s	+1	+1	+1	+1
	34. มวล 6 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 เมตร/วินาที ในทิศตะวันออกเข้าชนกับมวล 4 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ในทิศทางเหนือ หลังชนปรากฏว่ามวลทั้งสองติดกันไป จงหาความเร็วของมวลทั้งสองหลังชนกัน ก. 2.5 เมตร/วินาที ข. 5.0 เมตร/วินาที ค. 10.0 เมตร/วินาที ง. 12.5 เมตร/วินาที	+1	+1	+1	+1

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมิน ระดับความสอดคล้อง			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
9. อธิบายได้ว่า การชนของวัตถุในสองมิติ มีทั้งการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่น รวมทั้งบอกความแตกต่างของการชนดังกล่าวได้ (ต่อ)	35. มวล 2 กิโลกรัม และ 1 กิโลกรัม มีความเร็วเป็น 4 และ 1 เมตร/วินาที ตามลำดับ วิ่งตามกันในแนวเส้นตรง ความเร็วหลังชนของมวลทั้งสองเป็นกี่ เมตร/วินาที ถ้าชนกันแบบไม่ยืดหยุ่น สมบูรณ์ ก. 2 ข. 3 ค. 4 ง. 5	+1	+1	+1	+1
	36. กล้องมวล $m_1 = 100 \text{ kg}$ อยู่นิ่งกับพื้นโต๊ะผิวเรียบ ปลายด้านหนึ่งของโต๊ะอยู่ชิดกับผนัง และมีกล่องอีกใบหนึ่งมวล m_2 อยู่ระหว่างผนังกับมวล m_1 และเคลื่อนที่ไปด้านซ้าย ด้วยอัตรา v_2 ดังรูป สมมติว่าเป็นการชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์และผ่านจุดศูนย์กลางมวล จงหาค่าของ m_2 โดยที่หลังชนนั้นกล่องทั้งสองต่างเคลื่อนที่ด้วยความเร็วขนาดเท่ากันและ m_2 กระดอนกลับเข้าหาผนัง ก. $m_2 = 2m_1$ ข. $m_2 = m_1/2$ ค. $m_2 = 3m_1$ ง. $m_2 = m_1/3$	+1	+1	+1	+1

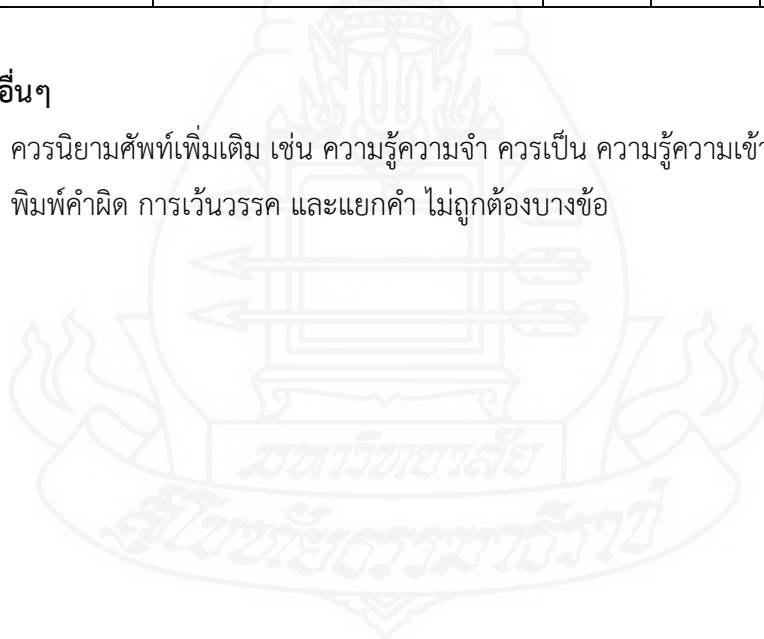
ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมิน ระดับความสอดคล้อง			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
9. อธิบายได้ว่า การชนของวัตถุในสองมิติ มีทั้งการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่น รวมทั้งบอกความแตกต่างของการชนดังกล่าวได้ (ต่อ)	37. โมเลกุลของก๊าซตัวที่ 1 มีความเร็ว 200 เมตร/วินาที ชนโมเลกุลของก๊าซตัวที่ 2 ซึ่งเดิมอยู่นิ่ง และมีมวลเท่ากันภายหลังการชน โมเลกุลตัวที่ 1 เบนออกจากแนวเดิม 37 องศา จงหาอัตราเร็วของโมเลกุลทั้งสองภายหลังการชนตามลำดับ ก. 150, 120 ข. 120, 160 ค. 160, 120 ง. 160, 150	+1	+1	+1	+1
	38. มวล 100 กรัม เคลื่อนที่ทางทิศตะวันออกด้วยความเร็ว 10 m/s มวล 400 กรัม เคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็ว 5 m/s เข้าชนกัน แล้วเคลื่อนที่ติดกันไป ด้วยความเร็วเท่าใด ก. 4.5 m/s ข. 5.0 m/s ค. 5.5 m/s ง. 6.0 m/s	+1	+1	+1	+1
	39. ลูกปืนใหญ่มวล 0.8 kg ถูกยิงออกจากปากกระบอกปืนซึ่งมีมวล 500 kg ด้วยความเร็ว 1000 m/s ถ้าแรงต้านการเคลื่อนที่ของปืนใหญ่มีค่าเท่ากับ 4000 N จงหาระยะที่ปืนเคลื่อนถอยไป จ. 2.56×10^3 m ฉ. 2.56×10^4 m ช. 3.65×10^4 m	+1	+1	+1	+1

	ซ. 5.12×10^4 m				
--	-------------------------	--	--	--	--

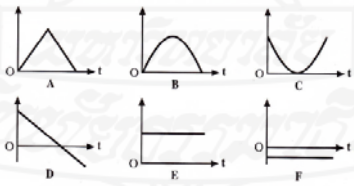
ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมิน ระดับความสอดคล้อง			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
9. อธิบายได้ว่า การชนของวัตถุในสองมิติ มีทั้งการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่น รวมทั้งบอกความแตกต่างของการชนดังกล่าวได้ (ต่อ)	40. ชายคนหนึ่งมีมวล 60 กิโลกรัม ยืนอยู่บนแพ ซึ่งมีมวล 40 กิโลกรัม ลอยนิ่ง โดยชายคนนี้อยู่ห่างจากฝั่ง 10 เมตร ถ้าชายคนนั้นเดินบนแพในทิศทางเข้าหาฝั่งเป็นระยะทาง 4 เมตร ชายคนนี้จะอยู่ห่างจากฝั่งเท่าไร ก. 4.4 เมตร ข. 6.4 เมตร ค. 8.4 เมตร ง. 10.4 เมตร	+1	+1	+1	+1

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

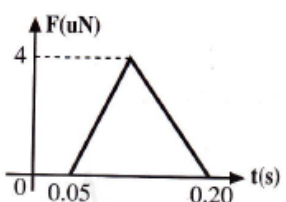
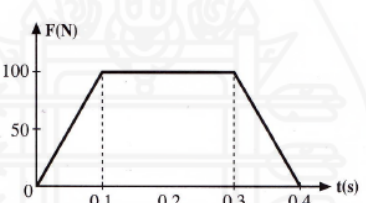
1. ควรนิยามศัพท์เพิ่มเติม เช่น ความรู้ความจำ ควรเป็น ความรู้ความเข้าใจ
2. พิมพ์คำผิด การเว้นวรรค และแยกคำ ไม่ถูกต้องบางข้อ



ตารางที่ 2 แบบวิเคราะห์ระดับความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ของแบบทดสอบ เรื่อง โมเมนตัม

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับความสอดคล้อง		
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
1. อธิบายความหมายของโมเมนตัม และหาโมเมนตัมของวัตถุเมื่อกำหนดสถานการณ์ได้	1. เมื่อเราเร่งเครื่องยนต์ให้รถยนต์มีความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า จะเกิดผลอย่างไร ก. ความเร่งเพิ่มเป็น 3 เท่า ข. โมเมนตัมทั้งหมดลดลง ค. พลังงานจลน์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น ง. พลังงานศักย์โน้มถ่วงเพิ่มเป็น 3 เท่า			
	2. ถ้าลูกกระสุนปืนใหญ่ ซึ่งถูกยิงออกไปเกิดระเบิดขึ้นกลางอากาศ ลูกปืนใหญ่นั้นมีปริมาณในข้อใดต่อไปนี้ ก. โมเมนตัมทั้งหมดเพิ่มขึ้น ข. โมเมนตัมทั้งหมดลดลง ค. พลังงานจลน์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น ง. พลังงานจลน์ทั้งหมดลดลง			
	3. กราฟต่อไปนี้แสดงการเคลื่อนที่ของหินก้อนหนึ่งที่ถูกโยนขึ้นตามแนวดิ่ง เป็นฟังก์ชันของเวลา กราฟที่แสดงโมเมนตัมของก้อนหิน และกราฟใดแสดงความเร็ว  รูป ก. B, D ข. A, C ค. D, F ง. C, E			

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับความสอดคล้อง		
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
1. อธิบายความหมายของโมเมนตัม และหาโมเมนตัมของวัตถุเมื่อกำหนดสถานการณ์ได้ (ต่อ)	4. ลูกกลม 2 ลูกชนกันและกระเด็นออกจากกัน ข้อความใดต่อไปนี้ถูกต้องที่สุด ก. พลังงานจลน์ของระบบคงตัว ข. พลังงานของระบบคงตัว ค. โมเมนตัมของระบบคงตัว ง. พลังงานและโมเมนตัมของระบบคงตัว			
2. อธิบายได้ว่า เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุทำให้โมเมนตัมของวัตถุนั้นเปลี่ยนไป และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุนั้น	5. นักบินอวกาศได้ทำการทดลองเชื่อมยานอวกาศกับจรวดเข้าด้วยกันเมื่อยานอวกาศเชื่อมเข้ากับจรวดแล้ว นักบินบนยานอวกาศได้ยิงเครื่องขับเคลื่อนไอพ่น ซึ่งแรงดัน 1800 N เพื่อปรับทิศทางอยู่นาน 5.0 วินาที ถ้ายานอวกาศมีมวล 3350 kg และจรวด มีมวล 6650 kg อัตราเร็วจะเปลี่ยนไปในช่วงเวลาดังกล่าวกี่ m/s ก. 0.1 ข. 0.5 ค. 0.7 ง. 0.9			
	6. นายดำออกแรง 7.5 นิวตัน ดึงมวล 1 กิโลกรัม ให้เคลื่อนที่ไปบนผิวระดับราบที่มีสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานเป็น 0.5 ถ้าเดิมมวลมีความเร็วเป็น 1 เมตร/วินาที ใช้เวลานานกี่วินาที จึงจะมีความเร็วเป็น 12 เมตร/วินาที ในทิศทางเดิม ก. 1.5 ข. 2.5 ค. 3.5 ง. 4.4			

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับความสอดคล้อง		
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
2. อธิบายได้ว่า เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุทำให้โมเมนตัมของวัตถุนั้นเปลี่ยนไป และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุนั้น (ต่อ)	7.  วัตถุหนึ่งมวล 10 กิโลกรัม เคลื่อนที่ในแนวระดับราบด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที ไปทางด้านขวา มีแรงกระทำบนวัตถุในทิศไปทางด้านซ้าย ขนาดของแรงแสดงกราฟ จงหาความเร็วสุดท้าย v ของวัตถุนี้ ก. 5 เมตร/วินาที ไปทางขวา ข. 5 เมตร/วินาที ไปทางซ้าย ค. 10 เมตร/วินาที ไปทางขวา ง. 10 เมตร/วินาที ไปทางซ้าย			
	8.  แรงที่กระทำต่อวัตถุมีลักษณะตามกราฟ วัตถุจะมีโมเมนตัมเปลี่ยนไปเท่าใดในหน่วยนิวตัน.วินาที ก. 40 ข. 35 ค. 30 ง. 20			

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับความสอดคล้อง		
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
2. อธิบายได้ว่า เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุทำให้โมเมนตัมของวัตถุนั้นเปลี่ยนไป และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุนั้น (ต่อ)	9. ข้อใดต่อไปนี้กล่าว <i>ไม่ถูกต้อง</i> ก. วัตถุสมมูลด้วยแรงสามแรงที่ไม่ขนานกัน แนวแรงทั้งสามต้องพบกันที่จุดจุดหนึ่งเสมอ ข. วัตถุมวล m อยู่สูงจากพื้น h จะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเทียบกับที่พื้นเท่ากับ mgh ค. ระบบจะมีโมเมนตัมคงตัวเว้นไว้เสียแต่ว่ามีแรงลัพธ์ที่ไม่เท่ากับศูนย์มากระทำ ง. วัตถุมวลเท่ากันชนกันแบบยืดหยุ่นอย่างสมบูรณ์จะแยกออกจากกันเป็นมุมฉาก			
3. อธิบายได้ว่าแรงที่ใช้หยุดการเคลื่อนที่ของวัตถุใดจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมขึ้นอยู่กับมวล ความเร็ว และช่วงเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนโมเมนตัม	10. รถรางหนัก W เคลื่อนที่ไปมาบนรางได้โดยไม่มีแรงเสียดทานมีความเร็ว V_0 ไปทางขวา ชายคนหนึ่งน้ำหนัก w เดินไปทางซ้ายบนรถรางด้วยความเร็ว V_{rel} สัมพันธ์กับรถราง จงหาความเร็วของรถรางที่เปลี่ยนไป ก. W/w ข. Ww ค. $W+w$ ง. $W-w$			
4. อธิบายแรงดลและการดล	11. ข้อใด <i>ผิด</i> ก. การดลของแรงเท่ากับโมเมนตัมที่เพิ่มขึ้น ข. เมื่อมีแรงมากระทำกับวัตถุจะทำให้วัตถุมีความเร็วเปลี่ยนไป ค. การดลของแรงไม่มีผลกับมวลของวัตถุ ง. การดลคือการกระทำโดยแรงในช่วงเวลาสั้นๆ			

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับความสอดคล้อง		
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
4. อธิบายแรงตลและการตล (ต่อ)	12. การตลที่กระทำบนวัตถุหนึ่งจะมีค่ากับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณใดต่อไปนี้ ก. ความเร็ว ข. โมเมนตัม ค. พลังงานจลน์ ง. แรง			
5. หาการตลและแรงตลเฉลี่ยที่กระทำต่อวัตถุได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องให้	13. ลูกบอลมวล 200 กรัม ตกกระทบพื้นตรงๆ ด้วยความเร็ว 4 m/s แล้วสะท้อนขึ้นตรงๆ ด้วยความเร็ว 3.5 m/s จงหาขนาดของโมเมนตัมที่เปลี่ยนแปลงในหน่วย kg.m/s ก. 0.1 ข. 0.7 ค. 0.8 ง. 1.5			
	14. ทั้งกระสุนและจรวดถล่มลงบนหน้าอกของซูเปอร์แมนปรากฏว่ากระเด็นกระดอนออกมาหมด สมมติให้ผู้ร้ายยิงกระสุนมวล 3.0 กรัม ด้วยอัตรา 100 ลูกต่อนาที ความเร็ว 500 m/s ลูกกระสุนกระดอนกลับด้วยความเร็วและทิศทางเดิม จงหาว่าแรงที่เกิดขึ้นบนอกของซูเปอร์แมนเป็นเท่าไร ก. 3 N ข. 5 N ค. 10 N ง. 50 N			

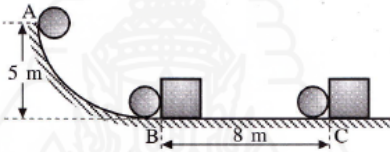
ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับความสอดคล้อง		
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
5. ทหาการดลและแรงดล เฉลี่ยที่กระทำต่อวัตถุได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่ เกี่ยวข้องให้ (ต่อ)	15. ต้องแทงลูกส้กเกอร์มวล 100 กรัม ทำให้ลูกส้กเกอร์มีความเร็ว 8 เมตรต่อวินาที ถ้าช่วงเวลาที่ไม่ควิกระทบลูกส้กเกอร์เป็น 0.01 วินาที จงหาแรงเฉลี่ยที่ไม่ควิกระทำ ต่อลูกส้กเกอร์ ก. 20 N ข. 40 N ค. 80 N ง. 100 N			
	16. ลูกปืนมวล 3g มีความเร็ว 700 m/s วิ่งทะลุแท่งไม้มวล 600 กรัม เกิดการดล ทำให้ไม้มีความเร็ว 2 m/s จงหาความเร็ว ของลูกปืนหลังทะลุ ก. 100 m/s ข. 150 m/s ค. 300 m/s ง. 450 m/s			
6. ทดลองการชนของวัตถุใน แนวตรงและการติดตัวแยก จากกันของวัตถุในแนวตรง สรุปผลได้ว่า โมเมนตัมรวม ของระบบคงตัวเมื่อไม่มีแรง ลัพธ์กระทำต่อระบบ	17. ถ้าให้รถชนทดลองสองคันมวล เท่ากัน วิ่งชนกันด้วยความเร็วเท่ากัน โดย ชนแบบยืดหยุ่น ภายหลังการชนรถทั้งสอง จะมีการเคลื่อนที่อย่างไร ก. หยุดนิ่ง ข. ต่างกระดอนกลับด้วยความเร็ว เป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วเดิม ค. เคลื่อนที่ติดกันไปโดยมีความเร็ว ลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของ ความเร็วเดิม ง. ต่างกระดอนกลับด้วยความเร็ว เท่าเดิม			

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับความสอดคล้อง		
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
7. อธิบายการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่น	18. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการชนแบบยืดหยุ่น ก. พลังงานจลน์ก่อนชนเท่ากับพลังงานจลน์หลังชน ข. พลังงานรวมของระบบก่อนชนเท่ากับพลังงานรวมของระบบหลังชน ค. โมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัวเมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อระบบไม่เป็นศูนย์ ง. ถูกทุกข้อ			
	19. เหตุการณ์ใดต่อไปนี้เป็นการชนแบบยืดหยุ่น ก. รถมอเตอร์ไซด์ชนรถบรรทุกแล้วติดครูดไปกับพื้นถนน ข. ดินน้ำมันตกกระทบพื้นและติดแน่นบนพื้นนั้น ค. ฝนตกลงมากระทบศีรษะกฤษณะพรหม ง. เขียนลิปดาตีลูกบิลเลียดเข้าชนกัน			
	20. ยิงลูกปืนมวล m ด้วยความเร็ว u เข้าไปฝังในถุงทรายมวล M ซึ่งแขวนด้วยเชือกยาว ข้อใดผิด ก. โมเมนตัมของระบบคงที่ ข. มีความร้อนเกิดขึ้นในเหตุการณ์นี้ ค. สามารถหาความเร็วของลูกปืนได้ ง. พลังงานจลน์ของลูกปืนเปลี่ยนไปเป็นพลังงานจลน์ของถุงทรายกับลูกปืน			

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับความสอดคล้อง		
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
8. อธิบายการอนุรักษ์โมเมนตัมได้และใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันแสดงกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม	21. ชายคนหนึ่งมวล 60 กิโลกรัม ยืนอยู่บนเรือมวล 40 กิโลกรัม ซึ่งกำลังแล่นด้วยความเร็ว 4 เมตร/วินาที ชายคนนี้ออกเดินจากท้ายเรือไปยังหัวเรือด้วยความเร็ว 2 เมตร/วินาที (เทียบกับเรือ) จงหาความเร็วของเรือขณะชายคนนี้ออกเดิน ก. 2.0 เมตร/วินาที ข. 2.4 เมตร/วินาที ค. 2.8 เมตร/วินาที ง. 24 เมตร/วินาที			
	22. ลูกปืนมวล 10 กรัม ถูกยิงด้วยความเร็ว 800 เมตร/วินาที เข้าไปฝังในแท่งไม้มวล 5 กิโลกรัมที่วางอยู่บนโต๊ะ ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างแท่งไม้กับโต๊ะเท่ากับ 0.4 แท่งไม้จะไถลไปได้ไกลเท่าไร ก. 0.08 เมตร ข. 0.32 เมตร ค. 2.00 เมตร ง. 4.00 เมตร			
	23. ปืนใหญ่มีมวล 2000 กิโลกรัม ติดสปริงดังรูป ยิงกระสุนมวล 10 กิโลกรัมออกไปด้วยความเร็ว 200 เมตร/วินาที ปรากฏว่าหลังยิง ปืนถอยหลังไป 20 เซนติเมตร จงหาค่านิจของสปริง ก. 15,000 N/m ข. 25,000 N/m ค. 35,000 N/m ง. 50,000 N/m			

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับความสอดคล้อง		
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
8. อธิบายการอนุรักษ์โมเมนตัมได้และใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันแสดงกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม (ต่อ)	24. ปืนกลกระบอกหนึ่งยิงลูกปืนมวล 40 กรัม ด้วยอัตราเร็ว 800 เมตร/วินาที ผู้ยิงสามารถออกแรงต้านตัวปืนเฉลี่ย 160 นิวตัน จงหาว่าเขาจะยิงปืนในอัตราสูงสุดได้กี่นัดต่อนาที ก. 100 ข. 200 ค. 300 ง. 400			
	25. นักรักบี้ A มีมวล 70 กิโลกรัม วิ่งด้วยความเร็ว 8 เมตร/วินาที นักรักบี้ B มีมวล 60 กิโลกรัม ต้องวิ่งด้วยความเร็วเท่าไรจึงจะมีโมเมนตัมเท่ากับนักรักบี้ A ก. 8.3 เมตร/วินาที ข. 9.3 เมตร/วินาที ค. 10.3 เมตร/วินาที ง. 13.0 เมตร/วินาที			
	26. วัตถุ A มวล 1 กิโลกรัม เคลื่อนที่บนพื้นราบลื่นด้วยอัตราเร็ว 4 m/s เข้าชนวัตถุ B มวล 3 กิโลกรัม ที่หยุดนิ่ง หลังจากชนวัตถุ A และ B เคลื่อนที่ติดกันไป พลังงานจลน์ของการชนในครั้งนี้อย่างไร ก. 6.0 ข. 7.2 ค. 10.0 ง. 12.5			

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับความสอดคล้อง		
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย
8. อธิบายการอนุรักษ์โมเมนตัมได้และใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันแสดงกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม (ต่อ)	27. วัตถุมวล 900 กรัม อยู่นิ่งบนพื้นระดับที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.2 ลูกปืนมวล 100 กรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 100 เมตรต่อวินาที ในแนวระดับ แล้วกระทบวัตถุโดยลูกปืนฝังในไม่ทะลุ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ไกลที่สุดเท่าใด ก. 20 เมตร ข. 25 เมตร ค. 30 เมตร ง. 35 เมตร			
9. อธิบายได้ว่า การชนของวัตถุในสองมิติ มีทั้งการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่นรวมทั้งบอกความแตกต่างของการชนดังกล่าวได้	28. เมื่อวัตถุตั้งแต่ 2 ก้อนขึ้นไปชนกัน ข้อความใดต่อไปนี้เป็น จริงเสมอ ก. โมเมนตัมของวัตถุแต่ละก้อนไม่เปลี่ยนแปลง ข. พลังงานจลน์ของวัตถุแต่ละก้อนไม่เปลี่ยนแปลง ค. โมเมนตัมทั้งหมดไม่เปลี่ยนแปลง ง. พลังงานจลน์ทั้งหมดไม่เปลี่ยนแปลง			
	29. วัตถุหนึ่ง เมื่อระเบิดแตกออกเป็น 2 ชิ้น จะพบว่า ก. ทั้ง 2 ชิ้นเคลื่อนที่ในทิศตรงกันข้ามในบางครั้ง ข. ทั้ง 2 ชิ้นมีพลังงานจลน์เท่ากันเสมอ ค. ทั้ง 2 ชิ้นมีโมเมนตัมเท่ากันเสมอ ง. รวมโมเมนตัมของทั้ง 2 ชิ้นต้องเท่ากับโมเมนตัมก่อนระเบิด			

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับความสอดคล้อง		
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
9. อธิบายได้ว่า การชนของวัตถุในสองมิติ มีทั้งการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่นรวมทั้งบอกความแตกต่างของการชนดังกล่าวได้ (ต่อ)	30. ชายคนหนึ่งยืนอยู่ที่หัวเรือซึ่งลอยนิ่งโดยหัวเรืออยู่ห่างจากฝั่ง 0.75 m ต่อมาชายคนนี้เดินจากหัวเรือไปยังท้ายเรือ ถ้าชายคนนี้มีมวล 60 kg และเรือมีมวล 140 kg อยากทราบว่าเรือต้องยาวอย่างน้อยที่สุดกี่ m จึงจะทำให้หัวเรือแตะฝั่งพอดี ก. 4.45 ข. 3.75 ค. 2.50 ง. 2.25			
	31.  ปล่อยวัตถุมวล 2 กิโลกรัม จาก A สูง 5 เมตร ลงมาตามทางโค้งเกลี้ยง AB เข้าชนมวลขนาด 3 กิโลกรัม หยุดนิ่งที่จุด B แล้วไถลไปด้วยกันตามพื้นราบไปหยุดที่ C โดยระยะ BC เป็น 8 เมตร อยากทราบสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างพื้นราบกับมวลเป็นดังข้อใด ก. 0.1 ข. 0.2 ค. 0.3 ง. 0.4			

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับความสอดคล้อง		
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
9. อธิบายได้ว่า การชนของวัตถุในสองมิติ มีทั้งการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่นรวมทั้งบอกความแตกต่างของการชนดังกล่าวได้ (ต่อ)	32. ปืนใหญ่มวล 2000 กิโลกรัม ตั้งให้ปากกระบอกปืนทำมุม 60° กับแนวนราบแล้วยิงลูกปืนมวล 10 กิโลกรัม ออกไปด้วยความเร็ว 100 เมตร/วินาที อยากรหาว่าตัวปืนจะเคลื่อนที่ถอยหลังด้วยความเร็วเท่าใด ก. 0.25 เมตร/วินาที ข. 0.50 เมตร/วินาที ค. 0.75 เมตร/วินาที ง. 1.00 เมตร/วินาที			
	33. มวล 100 g เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกด้วยความเร็ว 10 m/s มวล 400 g เคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็ว 5 m/s เข้าชนกันแล้วเคลื่อนที่ติดกันไป ด้วยความเร็วเท่าใด ก. 1.0 m/s ข. 5.0 m/s ค. 5.5 m/s ง. 6.0 m/s			
	34. มวล 6 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 เมตร/วินาที ในทิศตะวันออกเข้าชนกับมวล 4 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ในทิศทางเหนือ หลังชนปรากฏว่ามวลทั้งสองติดกันไป จงหาความเร็วของมวลทั้งสองหลังชนกัน ก. เมตร/วินาที ข. 5.0 เมตร/วินาที ค. 10.0 เมตร/วินาที ง. 12.5 เมตร/วินาที			

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับความสอดคล้อง		
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
9. อธิบายได้ว่า การชนของวัตถุในสองมิติ มีทั้งการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่นรวมทั้งบอกความแตกต่างของการชนดังกล่าวได้ (ต่อ)	35. มวล 2 กิโลกรัม และ 1 กิโลกรัม มีความเร็วเป็น 4 และ 1 เมตร/วินาที ตามลำดับ วิ่งตามกันในแนวเส้นตรง ความเร็วหลังชนของมวลทั้งสองเป็นกี่ เมตร/วินาที ถ้าชนกันแบบไม่ยืดหยุ่น สมบูรณ์			
	ก. 2 ข. 3 ค. 4 ง. 5			
	36. กล้องมวล $m_1 = 100$ kg ยืนนิ่งกับพื้นโต๊ะผิวเรียบ ปลายด้านหนึ่งของโต๊ะอยู่ชิดกับผนัง และมีกล้องอีกใบหนึ่งมวล m_2 อยู่ระหว่างผนังกับมวล m_1 และเคลื่อนที่ไปด้านซ้ายด้วยอัตรา v_2 ดังรูป สมมติว่าเป็นการชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์และผ่านจุดศูนย์กลางมวล จงหาค่าของ m_2 โดยที่หลังชนนั้นกล้องทั้งสองต่างเคลื่อนที่ด้วยความเร็วขนาดเท่ากันและ m_2 กระดอนกลับเข้าหาผนัง			
	ก. $m_2 = 2m_1$ ข. $m_2 = m_1/2$ ค. $m_2 = 3m_1$ ง. $m_2 = m_1/3$			

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับความสอดคล้อง		
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
9. อธิบายได้ว่า การชนของวัตถุในสองมิติ มีทั้งการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่นรวมทั้งบอกความแตกต่างของการชนดังกล่าวได้ (ต่อ)	37. โมเลกุลของก๊าซตัวที่ 1 มีความเร็ว 200 เมตร/วินาที ชนโมเลกุลของก๊าซตัวที่ 2 ซึ่งเดิมอยู่นิ่ง และมีมวลเท่ากัน ภายหลังการชนโมเลกุลตัวที่ 1 เบนออกจากแนวเดิม 37 องศา จงหาอัตราเร็วของโมเลกุลทั้งสองภายหลังการชนตามลำดับ ก. 150, 120 ข. 120, 160 ค. 160, 120 ง. 160, 150			
	38. มวล 100 กรัม เคลื่อนที่ทางทิศตะวันออกด้วยความเร็ว 10 m/s มวล 400 กรัม เคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือด้วยความเร็ว 5 m/s เข้าชนกันแล้วเคลื่อนที่ติดกันไป ด้วยความเร็วเท่าใด จ. 4.5 m/s ฉ. 5.0 m/s ช. 5.5 m/s ซ. 6.0 m/s			
	39. ลูกปืนใหญ่มวล 0.8 kg ถูกยิงออกจากปากกระบอกปืนซึ่งมีมวล 500 kg ด้วยความเร็ว 1000 m/s ถ้าแรงต้านการเคลื่อนที่ของปืนใหญ่มีค่าเท่ากับ 4000 N จงหาระยะที่ปืนเคลื่อนถอยไป ก. 2.56×10^3 m ข. 2.56×10^4 m ค. 3.65×10^4 m ง. 5.12×10^4 m			

ผลการเรียนรู้	แบบทดสอบข้อที่	ระดับความสอดคล้อง		
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย
9. อธิบายได้ว่า การชนของวัตถุในสองมิติ มีทั้งการชนแบบยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่นรวมทั้งบอกความแตกต่างของการชนดังกล่าวได้ (ต่อ)	40. ชายคนหนึ่งมีมวล 60 กิโลกรัม ยืนอยู่บนแพ ซึ่งมีมวล 40 กิโลกรัมลอยนิ่ง โดยชายคนนี้อยู่ห่างจากฝั่ง 10 เมตร ถ้าชายคนนั้นเดินบนแพในทิศทางเข้าหาฝั่งเป็นระยะทาง 4 เมตร ชายคนนี้จะอยู่ห่างจากฝั่งเท่าไร ก. 4.4 เมตร ข. 6.4 เมตร ค. 8.4 เมตร ง. 10.4 เมตร			
สรุปรวม	40 ข้อ			



แบบวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

ผู้เชี่ยวชาญชื่อ.....

คำชี้แจง ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านว่าแต่ละรายการมีความเหมาะสมหรือไม่และเป็นไปตามเจตคติเชิงบวก เชิงลบตามที่กำหนดไว้หรือไม่

รายการ	ค่าเจตคติ	ระดับความคิดเห็น		
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
1. ข้าพเจ้าสนใจในวิชาฟิสิกส์	+			
2. วิชาฟิสิกส์เป็นพื้นฐานที่สำคัญของวิทยาศาสตร์	+			
3. ข้าพเจ้าตั้งใจที่ได้เรียนวิชาฟิสิกส์	+			
4. ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกสนานที่ได้เรียนวิชาฟิสิกส์	+			
5. ข้าพเจ้าชอบอ่านบทความหรือหนังสือฟิสิกส์	+			
6. ข้าพเจ้าทบทวนวิชาฟิสิกส์อย่างสม่ำเสมอ	+			
7. วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยาก	-			
8. ถ้าเลือกได้จะไม่เรียนวิชาฟิสิกส์	-			
9. ข้าพเจ้าชอบกิจกรรมการทดลองทางฟิสิกส์	+			
10. โจทย์วิชาฟิสิกส์ยิ่งยากยิ่งท้าทายให้ค้นหาคำตอบ	+			
11. การประดิษฐ์อุปกรณ์ทางฟิสิกส์เป็นเรื่องที่น่าสนใจ	+			
12. ถ้าตอบปัญหาทางฟิสิกส์ไม่ได้ข้าพเจ้าจะเลิกทำทันที	-			
13. อยากเรียนวิชาฟิสิกส์ทุกวัน	+			
14. เรียนฟิสิกส์แล้วทำให้ข้าพเจ้าคิดแก้ปัญหาได้ดีขึ้น	+			
15. คนที่ชอบวิชาฟิสิกส์มากๆ เหมือนคนเป็นโรคประสาท	-			
16. ข้าพเจ้าคอยเรียนวิชาฟิสิกส์ด้วยความกระตือรือร้น	+			
17. การเรียนวิชาฟิสิกส์ทำให้เฉื่อยชา	-			
18. ความรู้ทางฟิสิกส์สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	+			
19. อยากให้หมดเวลาเร็ว ๆ เมื่อเรียนวิชาฟิสิกส์	-			
20. ถ้าครูไม่เข้าสอนวิชาฟิสิกส์ข้าพเจ้าจะดีใจมาก	-			

ตารางที่ 6 สรุปการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

จากความคิดเห็นเกี่ยวกับความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

รายการ	ค่าเจตคติ	ค่าความสอดคล้อง			
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1. ข้าพเจ้าสนใจในวิชาฟิสิกส์	+	+1	+1	+1	+1
2. วิชาฟิสิกส์เป็นพื้นฐานที่สำคัญของวิทยาศาสตร์	+	+1	+1	+1	+1
3. ข้าพเจ้าตั้งใจที่ได้เรียนวิชาฟิสิกส์	+	+1	+1	+1	+1
4. ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกสนานที่ได้เรียนวิชาฟิสิกส์	+	+1	+1	+1	+1
5. ข้าพเจ้าชอบอ่านบทความหรือหนังสือฟิสิกส์	+	+1	+1	+1	+1
6. ข้าพเจ้าทบทวนวิชาฟิสิกส์อย่างสม่ำเสมอ	+	+1	+1	+1	+1
7. วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยาก	-	+1	+1	+1	+1
8. ถ้าเลือกได้จะไม่เรียนวิชาฟิสิกส์	-	+1	+1	+1	+1
9. ข้าพเจ้าชอบกิจกรรมการทดลองทางฟิสิกส์	+	+1	+1	+1	+1
10. โจทย์วิชาฟิสิกส์ยิ่งยากยิ่งท้าทายให้ค้นหาคำตอบ	+	+1	+1	+1	+1
11. การประดิษฐ์อุปกรณ์ทางฟิสิกส์เป็นเรื่องที่น่าสนใจ	+	+1	+1	+1	+1
12. ถ้าตอบปัญหาทางฟิสิกส์ไม่ได้ข้าพเจ้าจะเลิกทำทันที	-	+1	+1	+1	+1
13. อยากเรียนวิชาฟิสิกส์ทุกวัน	+	+1	+1	+1	+1
14. เรียนฟิสิกส์แล้วทำให้ข้าพเจ้าคิดแก้ปัญหาได้ดีขึ้น	+	+1	+1	+1	+1
15. คนที่ชอบวิชาฟิสิกส์มากๆ เหมือนคนเป็นโรคประสาท	-	+1	+1	+1	+1
16. ข้าพเจ้าคอยเรียนวิชาฟิสิกส์ด้วยความกระตือรือร้น	+	+1	+1	+1	+1
17. การเรียนวิชาฟิสิกส์ทำให้เฉื่อยชา	-	+1	+1	+1	+1
18. ความรู้ทางฟิสิกส์สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	+	+1	+1	+1	+1
19. อยากให้หมดเวลาเร็ว ๆ เมื่อเรียนวิชาฟิสิกส์	-	+1	+1	+1	+1
20. ถ้าครูไม่เข้าสอนวิชาฟิสิกส์ข้าพเจ้าจะดีใจมาก	-	+1	+1	+1	+1

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเที่ยงทั้งฉบับของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดเจตคติ

ตารางที่ 7 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายข้อ (B) และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ เรื่อง โมเมนตัม

ข้อ	B	ข้อ	B
1	0.67	21	0.67
2	0.58	22	0.62
3	0.54	23	0.75
4	0.41	24	0.54
5	0.63	25	0.58
6	0.46	26	0.42
7	0.5	27	0.46
8	0.25	28	0.42
9	0.33	29	0.42
10	0.46	30	0.62
11	0.54	31	0.54
12	0.46	32	0.5
13	0.46	33	0.33
14	0.42	34	0.62
15	0.5	35	0.29
16	0.58	36	0.75
17	0.5	37	0.5
18	0.54	38	0.5
19	0.5	39	0.46
20	0.41	40	0.58

ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ = 0.95

ตารางที่ 8 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง โมเมนตัม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ค่าความยาก	ข้อที่	ค่าความยาก
1.	0.68	23.	0.53
2.	0.60	24.	0.68
3.	0.55	25.	0.58
4.	0.58	26.	0.65
5.	0.60	27.	0.65
6.	0.60	28.	0.58
7.	0.63	29.	0.60
8.	0.63	30.	0.65
9.	0.58	31.	0.65
10.	0.65	32.	0.68
11.	0.55	33.	0.63
12.	0.50	34.	0.60
13.	0.65	35.	0.58
14.	0.58	36.	0.53
15.	0.55	37.	0.63
16.	0.58	38.	0.60
17.	0.63	39.	0.63
18.	0.55	40.	0.60
19.	0.55		
20.	0.58		
21.	0.65		
22.	0.58		

ตารางที่ 9 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนและค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก (B)
1	0.49
2	0.49
3	0.40
4	0.35
5	0.36
6	0.31
7	0.44
8	0.37
9	0.31
10	0.38
11	0.35
12	0.40
13	0.41
14	0.40
15	0.41
16	0.46
17	0.44
18	0.38
19	0.31
20	0.45

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ = 0.82

ภาคผนวก จ

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ของการทดสอบก่อนเรียนหลังเรียนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



ตารางที่ 10 คะแนนก่อนเรียน คะแนนหลังเรียน จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่องโมเมนต์ ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	11	30
2	11	29
3	12	28
4	12	30
5	9	30
6	11	34
7	12	36
8	10	31
9	9	32
10	11	35
11	8	30
12	11	30
13	12	32
14	11	36
15	10	29
16	15	33
17	12	30
18	11	32
19	10	36
20	12	33
21	12	31
22	11	30
23	9	31
24	12	32
25	11	29
26	10	29

ตารางที่ 10 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
27	12	30
28	10	31
29	10	30
30	12	32
31	11	33
32	12	34
33	9	34
34	12	33
35	10	30
36	11	30
37	12	30
38	12	34
39	11	31
40	13	29
41	11	33
42	12	34
รวม	465	1326
เฉลี่ย	11.07	31.57
S.D.	1.276	2.143

ตารางที่ 11 คะแนนก่อนเรียน คะแนนหลังเรียน จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่องโมเมนต์ ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	12	29
2	11	25
3	12	28
4	12	27
5	10	29
6	11	25
7	10	30
8	9	28
9	12	29
10	11	27
11	10	28
12	15	29
13	12	30
14	11	32
15	10	28
16	9	29
17	12	26
18	12	28
19	11	27
20	12	29
21	14	29
22	10	25
23	8	30
24	11	31
25	11	29
26	12	25

ตารางที่ 11 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
27	12	28
28	10	27
29	10	29
30	12	28
31	11	25
32	12	28
33	9	27
34	12	29
35	10	28
36	11	29
37	12	28
38	12	28
39	13	29
40	10	29
41	11	30
42	12	30
รวม	469	1184
เฉลี่ย	11.12	28.14
S.D.	1.347	1.617