ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

Prince of Songkla University
Pattani Campus

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิค 4 MAT ต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแบบวัดความคิดสร้างสรรค์

1. รองศาสตราจารย์.ดร.มนัส แซ่ด่าน	อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม
2. นางจันทร์ดา พิทักษ์สาลี	อาจารย์โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
3. นางมนฐกาน อรรถสงเคราะห์	อาจารย์โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

2. รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค 4 MAT วิชาฟิสิกส์ เรื่องการดลและโมเมนตัม ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. รองศาสตราจารย์.ดร.มนัส แซ่ด่าน	อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.ธีรพันธ์ สันติเทวะกุล	อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม
3. นายศุภศิลป์ เฟื่องฟุ้ง	อาจารย์แผนกวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพ
4. นางมนฐกาน อรรถสงเคราะห์	อาจารย์โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
5. นายจารึก อรรถสงเคราะห์	อาจารย์โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

Prince of Songkla University Pattani Campus

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

Prince of Songkla University
Pattani Campus

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้นม.4 ห้อง.....

<u>คำแนะนำในการทำแบบทดสอบ</u>

1. แบบวัดนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ซึ่งผลจากการศึกษาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอนในระดับนี้ ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบชุดนี้จะนำไปใช้ในการวิจัยเท่านั้นจะไม่มีผลเสียต่อนักเรียนแต่ประการใด

2. นักเรียนจะได้คะแนนสูงสุดถ้าตอบได้มากวิธี มีเหตุผลและเป็นแนวคิดใหม่ที่เป็นของนักเรียนเองหรือเรื่องที่คนอื่นคิดไม่ถึง

3. แบบทดสอบทั้งหมดมี 4 ข้อ ให้เวลานักเรียนทำข้อละ 15 นาที เมื่อนักเรียนได้ยินสัญญาณหมดเวลาให้หยุดทำทันที

4. เขียนชื่อ-สกุลให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำ

Prince of Songkla University Pattani Campus

ข้อที่ 1

สมมติว่าโลกของเรามีเพียงช่วงเวลากลางคืน โดยไม่มีเวลากลางวันเลย นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตบนโลกจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง โดยให้พยายามคิดหรือคาดคะเนให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....
6. .....
7. .....
8. .....
9. .....
10. .....
11. .....
12. .....
13. .....
14. .....
15. .....
16. .....
17. .....
18. .....
19. .....
21. .....
22. .....
23. .....
24. .....
25. .....
26. .....
27. .....

Prince of Songkla University Pattani Campus

ข้อที่ 2

นักวิทยาศาสตร์พบว่าปัจจุบันโลกของเรามีอุณหภูมิสูงขึ้นและร้อนขึ้นทุกวัน เป็นผลให้น้ำแข็งบริเวณขั้วโลกละลาย และส่งผลให้ระดับน้ำในทะเลและมหาสมุทรสูงขึ้น ถ้าในอนาคตน้ำแข็งบริเวณขั้วโลกละลายจนหมด นักเรียนคิดว่าจะมีเหตุการณ์อะไรเกิดขึ้นบ้าง และนักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างไร

1.สิ่งที่จะเกิดขึ้น.....

การแก้ปัญหา.....

.....

2.สิ่งที่จะเกิดขึ้น.....

การแก้ปัญหา.....

.....

3.สิ่งที่จะเกิดขึ้น.....

การแก้ปัญหา.....

.....

4.สิ่งที่จะเกิดขึ้น.....

การแก้ปัญหา.....

.....

5.สิ่งที่จะเกิดขึ้น.....

การแก้ปัญหา.....

.....

6.สิ่งที่จะเกิดขึ้น.....

การแก้ปัญหา.....

.....

7.สิ่งที่จะเกิดขึ้น.....

การแก้ปัญหา.....

.....

8.สิ่งที่จะเกิดขึ้น.....

การแก้ปัญหา.....

.....

Prince of Songkla University Pattani Campus

ข้อที่ 3

จากนิยายวิทยาศาสตร์มาเป็นภาพยนตร์แนววิทยาศาสตร์หลายต่อหลายเรื่อง เราจะเห็นพาหนะต่างๆมีรูปทรงแปลกไป มีหลักการทำงานแตกต่างไปจากเดิมที่ใช้ล้อก็เปลี่ยนเป็นไม่มีล้อ ถ้านักเรียนเป็นวิศวกรออกแบบรถยนต์ที่ใช้ในอนาคต นักเรียนคิดว่ารถยนต์ในอนาคตต้องมีส่วนประกอบหรืออุปกรณ์อะไรบ้าง และมีไว้เพื่อประโยชน์อะไร

1. อุปกรณ์/ส่วนประกอบชื่อ……
   มีไว้เพื่อ……
   ……..
2. อุปกรณ์/ส่วนประกอบชื่อ……
   มีไว้เพื่อ……
   ……..
3. อุปกรณ์/ส่วนประกอบชื่อ……
   มีไว้เพื่อ……
   ……..
4. อุปกรณ์/ส่วนประกอบชื่อ……
   มีไว้เพื่อ……
   ……..
5. อุปกรณ์/ส่วนประกอบชื่อ……
   มีไว้เพื่อ……
   ……..
6. อุปกรณ์/ส่วนประกอบชื่อ……
   มีไว้เพื่อ……
   ……..
7. อุปกรณ์/ส่วนประกอบชื่อ……
   มีไว้เพื่อ……
   ……..
8. อุปกรณ์/ส่วนประกอบชื่อ……
   มีไว้เพื่อ……

Prince of Songkla University Pattani Campus

ข้อที่ 4

จากอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของประชากรโลก ความต้องการใช้ทรัพยากรมีเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหา การขาดแคลนทรัพยากร อาหารและปัจจัยในการดำรงชีวิต และจากความก้าวหน้าด้านต่างๆทำให้เกิดปัญหากับสิ่งแวดล้อม ส่งผลกระทบเป็นวงกว้าง จนสิ่งมีชีวิตไม่สามารถอาศัยอยู่บนโลกได้อีกต่อไป จำเป็นต้องหาดาวดวงใหม่สำหรับอยู่อาศัย หากนักเรียนเป็นผู้หนึ่งที่อพยพไปยังดาวดวงใหม่ที่มีสภาพเหมือนกับโลกแต่อุดมสมบูรณ์กว่า และนักเรียนมีแนวคิดที่จะป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาเดิมขึ้นมาอีก ให้นักเรียนระบุสาเหตุของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้โลกใหม่สดใสกว่าโลกเดิม

1. สาเหตุ……
   วิธีการ
   แก้ปัญหา……
   ……
2. สาเหตุ……
   วิธีการ
   แก้ปัญหา……
   ……
3. สาเหตุ……
   วิธีการ
   แก้ปัญหา……
   ……
4. สาเหตุ……
   วิธีการ
   แก้ปัญหา……
   ……
5. สาเหตุ……
   วิธีการ
   แก้ปัญหา……
   ……

Prince of Songkla University Pattani Campus

ภาคผนวก จ

แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิค 4 MAT
เรื่อง การชนและโมเมนตัม

Prince of Songkla University
Pattani Campus

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชาฟิสิกส์ **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่ เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม เวลา 4 ชั่วโมง

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4-6 ทดลองและอธิบายหลักการของการชนใน 1 มิติ การชนใน 2 มิติ การชนใน 3 มิติและโมเมนตัม รวมทั้งคำนวณและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

.....

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังด้านความรู้ความเข้าใจ

1. บอกความหมายของโมเมนตัมได้
2. บอกได้ว่าแรงที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้โมเมนตัมเปลี่ยนไป
3. บอกความหมายของแรงว่ามีความสัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมตามสมการ $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังด้านทักษะกระบวนการ

1. บอกความหมายของโมเมนตัมได้
2. บอกได้ว่าขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่มีโมเมนตัม และหาค่าโมเมนตัมของวัตถุได้เมื่อกำหนดมวลและความเร็วของวัตถุให้
3. บอกได้ว่าโมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศเดียวกับทิศของความเร็ว
4. อธิบายได้ว่า แรงกระทำต่อวัตถุทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไป
5. บอกได้ว่าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุใดจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมนเมนตัมของวัตถุนั้นทั้งขนาดและทิศทาง
6. อธิบายได้ว่า แรงที่ใช้หยุดการเคลื่อนที่ของวัตถุ หรือแรงที่ทำให้มีการเปลี่ยนโมเมนตัมขึ้นอยู่กับมวล ความเร็ว และช่วงเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนโมเมนตัม

เนื้อหา

โมเมนตัม (momentum : P) คือ ผลคูณระหว่างระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ ซึ่งเป็นปริมาณหนึ่งที่บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ

$$\vec{p} = m\vec{v} \qquad \text{.....(1)}$$

Prince of Songkla University Pattani Campus

เมื่อให้ $\vec{p}$ คือ โมเมนตัมของวัตถุ

m คือ มวลของวัตถุ

$\vec{v}$ คือ ความเร็วของวัตถุ

โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศตามทิศของความเร็ว มีหน่วยเป็นกิโลกรัมเมตรต่อวินาที ในการทำให้วัตถุซึ่งกำลังเคลื่อนที่ให้หยุดนิ่งพบว่า วัตถุที่มีโมเมนตัมมากต้องออกแรงต้านมากกว่าวัตถุที่มีโมเมนตัมน้อย

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน ที่เรียกว่ากฎของความเฉื่อย สามารถเขียนในรูปโมเมนตัมได้ว่า โมเมนตัมของวัตถุคงตัวเสมอ นอกจากจะมีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุนั้น

เมื่อวัตถุมวล m เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว $\vec{u}$ มีแรงคงตัว $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลา Δt ทำให้ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนเป็น $\vec{v}$ จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \text{และ} \quad \vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{u}}{\Delta t}$$

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

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

เมื่อ $\vec{F}$ คือ แรงลัพธ์ที่คงตัวที่กระทำต่อวัตถุมวล m

$m\vec{u}$ คือ โมเมนตัมของวัตถุก่อนออกแรงกระทำ

$m\vec{v}$ คือ โมเมนตัมของวัตถุหลังออกแรงกระทำ

$m\vec{v} - m\vec{u}$ คือ โมเมนตัมของวัตถุที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลา Δt

$\frac{m\vec{v} - m\vec{u}}{\Delta t}$ คือ โมเมนตัมของวัตถุที่เปลี่ยนไปใน 1 หน่วยเวลา หรืออัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ

สรุปได้ว่า กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน กล่าวได้อีกแบบหนึ่งว่า แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ เท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุทั้งขนาดและทิศทาง

Prince of Songkla University Pattani Campus

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์

1. ครูอ้างถึงประสบการณ์ที่นักเรียนเคยเล่นกีฬาบางประเภทมาแล้ว เช่น บาสเกตบอล ห่วงยาง ฟุตบอล จะเห็นว่าในการออกแรงรับลูกบอลหรือห่วงยางที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่างกัน ขนาดของแรงที่ใช้รับวัตถุแต่ละครั้งก็ต่างกันด้วย

2. นักเรียนและครูตั้งปัญหาเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรมรับถุงทรายว่า นักเรียนทราบหรือไม่ว่าการที่ออกแรงต่างกันเพื่อรับวัตถุนั้น ขึ้นกับปริมาณใดบ้าง ให้นักเรียนลองทำกิจกรรมการรับถุงทราย

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์

3. ครูสุ่มนักเรียนประมาณ 10 คน ทำกิจกรรมการรับถุงทราย โดยให้ใช้มือขวาถือถุงทรายถุงหนึ่งอยู่เหนือมือซ้ายประมาณ 20 เซนติเมตร ปล่อยถุงทรายตกลงบนมือซ้าย โดยใช้มือซ้ายรับถุงทรายที่ตกลงมาให้หยุดนิ่งในมือโดยพยายามไม่ให้เคลื่อนที่ ทำการทดลองซ้ำโดยมือขวาอยู่เหนือมือซ้ายประมาณ 50 เซนติเมตร แล้วปล่อยถุงทรายถุงเดิม ให้นักเรียนเปรียบเทียบแรงที่มือซ้ายรับถุงทรายเพื่อไม่ให้ถุงทรายเคลื่อนที่ในแต่ละครั้ง

4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลจากการทำกิจกรรม โดยตั้งปัญหาถามว่า

4.1 ในการออกแรงของมือซ้ายที่รับถุงทรายทั้งสองกรณีแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร *(แรงที่ใช้รับถุงทรายจากระดับที่สูงกว่าจะมีค่ามากกว่าถุงทรายระดับต่ำ)*

4.2 ความเร็วของถุงทรายขณะที่ตกถึงมือซ้ายทั้งสองกรณีแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร *(ถุงทรายที่ปล่อยจากระดับสูงจะมีความเร็วมากกว่าถุงทรายที่ปล่อยจากระดับต่ำขณะกระทบมือ)*

4.3 ความเร็วของถุงทรายทั้งสองกรณีเกี่ยวข้องกับการออกแรงรับถุงทรายหรือไม่อย่างไร *(ถุงทรายที่มีความเร็วมากกว่าจะต้องออกแรงรับมากกว่าถุงทรายที่มีความเร็วน้อย)*

ขั้นที่ 3 พัฒนาประสบการณ์

5. ครูให้นักเรียนทำการทดลองใหม่ โดยใช้มือขวารับถุงทราย 1 ถุง จากระดับที่อยู่เหนือมือซ้ายประมาณ 30 เซนติเมตร และใช้มือซ้ายรับถุงทรายให้หยุดนิ่งในมือโดยพยายามไม่ให้ถุงทรายเคลื่อนที่ แล้วทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง แต่เปลี่ยนเป็นถุงทราย 2 ถุง มัดติดกัน โดยปล่อยถุงทรายที่ระยะความสูง 30 เซนติเมตร เปรียบเทียบแรงที่มือซ้ายต้านถุงทรายเพื่อไม่ให้ถุงทรายเคลื่อนที่ในแต่ละครั้ง

6. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลจากการทำกิจกรรม ว่า

6.1 แรงที่มือซ้ายใช้รับถุงทรายทั้งสองกรณีแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร *(แรงที่ใช้รับถุงทรายที่มีมวลมากจะมีค่ามากกว่าแรงที่ใช้รับถุงทรายที่มีมวลน้อย)*

Prince of Songkla University Pattani Campus

6.2 ความเร็วของถุงทรายขณะที่ตกถึงมือซ้ายทั้งสองกรณีแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร *(ความเร็วของถุงทรายทั้งสองกรณีมีค่าเท่ากัน)*

6.3 มวลของถุงทรายทั้งสองกรณีเกี่ยวข้องกับการออกแรงรับถุงทรายหรือไม่อย่างไร *(ถุงทรายที่มีมวลมาก จะต้ออกแรงรับมากกว่าถุงทรายที่มีมวลน้อย)*

ขั้นที่ 4 พัฒนาความรู้ความคิด

7. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปว่า จากการทำกิจกรรมทั้ง 2 ตอน เราจะสรุปได้ว่าอย่างไร *(แรงที่ใช้หยุดการเคลื่อนที่ของวัตถุใดๆขึ้นอยู่กับมวลและความเร็วของวัตถุนั้น)*

8. ครูให้ความรู้นักเรียนเรื่องโมเมนตัมว่า ผลคูณระหว่างมวลกับความเร็วของวัตถุ เรียกว่า โมเมนตัม ซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศเดียวกับทิศของความเร็ว มีหน่วยเป็น กิโลกรัม เมตร/วินาที หรือ นิวตัน/วินาที

9. นักเรียนและครูร่วมกันตั้งข้อสังเกตเพื่อให้เห็นว่า โมเมนตัมของวัตถุเป็นปริมาณที่มีอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ใช้บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ขั้นที่ 5 การปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้

10. นักเรียนร่วมกันอภิปรายประเด็นว่า ถ้าจะทำให้วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ให้หยุดนิ่ง แรงต้านที่กระทำต่อวัตถุที่มีโมเมนตัมมากกับโมเมนตัมน้อยจะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร *(แตกต่างกัน คือ วัตถุที่มีโมเมนตัมมากจะต้องออกแรงต้านมากกว่าวัตถุที่มีโมเมนตัมน้อย)*

11. ครูมอบหมายให้นักเรียนหาวิธีการทดลองการเตะลูกฟุตบอลเพื่อลดโมเมนตัม

ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงานของตน

12. นักเรียนร่วมกันระดมความคิดหาวิธีการเตะลูกฟุตบอลเพื่อลดโมเมนตัม

13. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานของกลุ่มตนเอง

14. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงแรงที่กระทำต่อช่วงระยะเวลา

ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์ผลงาน

15. ครูนำนักเรียนอภิปรายเรื่องแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม โดยใช้สถานการณ์ว่า

Prince of Songkla University Pattani Campus

15.1 ในการเตะลูกฟุตบอลที่หยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ออกไปด้วยความเร็วต่างกัน จะต้องออกแรงต่างกันหรือไม่ อย่างไร *(เตะลูกฟุตบอลให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากต้องออกแรงมากกว่าเตะฟุตบอลให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วน้อย)*

15.2 แรงที่กระทำต่อลูกฟุตบอล มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของลูกฟุตบอลหรือไม่ อย่างไร *(แรงที่กระทำต่อลูกฟุตบอลมากจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลงมาก)*

15.3 จากกรณีนี้เราจะสรุปได้ว่าอย่างไร *(แรงที่กระทำต่อวัตถุมีผลต่อการเปลี่ยนโมเมนตัมขอวัตถุ)*

16. ครูให้ตัวแทนนักเรียนทบทวนกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สอง ของนิวตัน และการนำกฎนี้ไปหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงและโมเมนตัมของวัตถุ จนได้สมการว่า $\vec{F} = \frac{m\bar{v} - m\bar{u}}{\Delta t}$

17. ครูเน้นให้นักเรียนทราบว่า กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน อาจกล่าวอีกแบบหนึ่งว่า แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุใดๆจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุนั้นทั้งขนาดและทิศทาง

18. ครูยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องแรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม 2 ข้อ จากแบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์ แสดงวิธีทำบนกระดาน

ขั้นที่ 8 การแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด

19. ครูให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

20. นักเรียนและครูร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดและสร้างข้อสรุปดังนี้

20.1 โมเมนตัมของวัตถุ คืออะไร *(โมเมนตัม(momentum : P) คือ ผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ ซึ่งเป็นปริมาณหนึ่งที่บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ มีค่า $\vec{P} = m\bar{v}$)*

20.2 โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์หรือสเกลาร์ และมีหน่วยเป็นอะไร *(โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศตามทิศของความเร็ว มีหน่วยเป็นกิโลกรัมเมตรต่อวินาที)*

20.3 แรงลัพธ์สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมอย่างไร *(แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุทั้งขนาดและทิศทาง)*

การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ……..

.....

Prince of Songkla University Pattani Campus

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอน/ใบความรู้/แบบฝึกเสริมฯ เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม
2. ถุงทราย ลูกเทนนิส ลูกฟุตบอล

การวัดและประเมินผล

1.วัดความเข้าใจของนักเรียน โดยดูจาการตอบคำถามของนักเรียน
2. การอภิปรายในกลุ่มและการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
3. วัดความสนใจของนักเรียน โดยดูจากการตั้งใจฟังครูบรรยาย และการพยายามตอบคำถามครู และมีความสนใจที่จะถามข้อสงสัย และการให้ความร่วมมือในการเรียน
4. การทำแบบฝึกหัดจากใบงานที่แจกให้นักเรียน/การส่งการบ้าน
5. ประเมินเจตคติ คุณธรรมที่นักเรียนแสดงออกในขณะที่มีการเรียนรู้

กิจกรรมเสนอแนะ ……..

.....

Prince of Songkla University Pattani Campus

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่	ใบงานที่ 1 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม	เวลา 4 ชั่วโมง

ชื่อ-สกุล .....ชั้น.....ห้อง.....เลขที่.....

<u>คำแนะนำในการทำแบบทดสอบ</u>

1. แบบทดสอบนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม ซึ่งผลจากการศึกษาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอนในระดับนี้ ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบชุดนี้จะนำไปใช้ในการวิจัยเท่านั้นจะไม่มีผลเสียต่อนักเรียนแต่ประการใด

2. นักเรียนจะได้คะแนนสูงสุดถ้าตอบได้มากวิธี มีเหตุผลและเป็นแนวคิดใหม่ที่เป็นของนักเรียนเองหรือเรื่องที่คนอื่นคิดไม่ถึง

<u>คำถาม</u>

ให้นักเรียนเขียนประเภทของกีฬาที่นักเรียนเคยเล่นมาให้ได้มากที่สุด ที่เป็นกีฬาที่แสดงเห็นว่าความเร็วต่างกัน ลักษณะขนาดของแรงที่กระทำกับวัตถุจะต่างกัน

1.กีฬา.....

ลักษณะขนาดของแรงที่กระทำกับวัตถุ

.....

.....

2.กีฬา.....

ลักษณะขนาดของแรงที่กระทำกับวัตถุ

.....

.....

3.กีฬา.....

ลักษณะขนาดของแรงที่กระทำกับวัตถุ

.....

.....

Prince of Songkla University Pattani Campus

4.กีฬา.....

ลักษณะขนาดของแรงที่กระทำกับวัตถุ

.....

.....

5.กีฬา.....

ลักษณะขนาดของแรงที่กระทำกับวัตถุ

.....

.....

6.กีฬา.....

ลักษณะขนาดของแรงที่กระทำกับวัตถุ

.....

.....

7.กีฬา.....

ลักษณะขนาดของแรงที่กระทำกับวัตถุ

.....

.....

8.กีฬา.....

ลักษณะขนาดของแรงที่กระทำกับวัตถุ

.....

.....

9.กีฬา.....

ลักษณะขนาดของแรงที่กระทำกับวัตถุ

.....

.....

10.กีฬา.....

ลักษณะขนาดของแรงที่กระทำกับวัตถุ

.....

.....

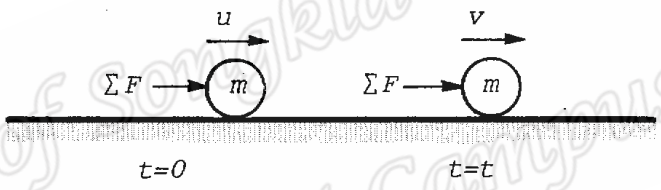
Prince of Songkla University Pattani Campus

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่	ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม	เวลา 4 ชั่วโมง

ความหมายของการดล

ในชีวิตประจำวันเรามักจะพบกับแรงชนิดต่างๆ ที่กระทำต่อวัตถุ บางแรงกระทำต่อวัตถุเป็นเวลานาน บางแรงกระทำต่อวัตถุเป็นเวลาสั้นๆ ถ้าแรงกระทำต่อวัตถุนาน เราหาขนาดของแรงนั้นได้จากสมการ F = ma ได้เลย แต่ถ้าแรงนั้นกระทำต่อวัตถุเป็นเวลาสั้นๆ การหาแรงจากสมการดังกล่าวจะไม่ค่อยสะดวกนัก เช่น แรงที่ลูกบอลกระทบพื้น แรงที่ลูกปิงปองกระทบไม้ หรือแรงที่เกิดจากการชนกันของวัตถุเป็นต้น

กำหนดให้วัตถุมวล m ถูกกระทำด้วยแรงลัพธ์ $\sum F$ ให้เคลื่อนที่บนพื้นราบจากความเร็วต้น u เป็น v กินเวลานาน t



จากกฎข้อ 2 ของนิวตัน $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ = m $\vec{a}$

แต่ $\vec{a} = \frac{\vec{v}-\vec{u}}{t}$

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

$$\sum \vec{F} \times t = m\vec{v} - m\vec{u}$$

แรงที่เกิดกับวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรงดล (Impulsive Force)

แรงลัพธ์ที่คูณกับเวลา ($\sum \vec{F} \times t$) เรียกว่า การดล (Impulse)

มวลคูณด้วยความเร็ว ($m\vec{v}, m\vec{u}$) เรียกว่า โมเมนตัม ใช้สัญลักษณ์ $\vec{P}$

จากสมการข้างบนจะได้ การดล = $\sum \vec{F} \times t = m\vec{v} - m\vec{u} = \Delta\vec{P}$

การดลและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ($\Delta\vec{P}$) เป็นปริมาณเวกเตอร์มีทั้งขนาดและทิศทาง

Prince of Songkla University Pattani Campus

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชาฟิสิกส์ **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่ **เรื่อง การดลและแรงดล** **เวลา 4 ชั่วโมง**

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4-6 ทดลองและอธิบายหลักการของการชนใน 1 มิติ การชนใน 2 มิติ การชนใน 3 มิติ และโมเมนตัม รวมทั้งคำนวณและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

.....

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังด้านความรู้ความเข้าใจ

1. บอกได้ว่าแรงดลเป็นแรงที่กระทำในช่วงเวลาสั้นๆ
2. วิเคราะห์ความหมายของการดลว่าเท่ากับผลคูณของแรงดลกับช่วงเวลาการชน
3. คำนวณหาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการดลและแรงดลได้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังด้านทักษะกระบวนการ

1. บอกได้ว่าผลคูณของแรงที่ทำให้วัตถุมีการเปลี่ยนโมเมนตัมกับช่วงเวลาที่ใช้ เรียกว่า การดล
2. แปลความหมายจากกราฟระหว่างขนาดของแรงและเวลาที่แรงกระทำต่อวัตถุได้ว่า พื้นที่ใต้กราฟ คือ ขนาดของการดล และสามารถหาค่าแรงเฉลี่ยได้จากกราฟนี้ด้วย
3. บอกได้ว่า แรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ เรียกว่า แรงดล หาค่าแรงดลได้จากสูตรที่กำหนดให้ โดยถือว่าเป็นแรงดลเฉลี่ย
4. คำนวณหาการดล แรงดลเฉลี่ย และปริมาณที่เกี่ยวข้องของวัตถุได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

เนื้อหา

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

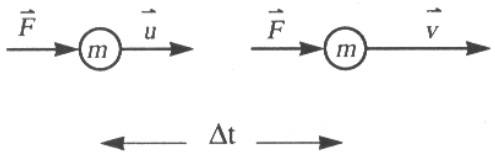
ถ้าให้ $\vec{F}$ เป็นแรงลัพธ์คงตัวที่กระทำกับวัตถุในช่วงเวลา Δt

ผลคูณ $\vec{F}$ กับ Δt หรือ $\vec{F}\Delta t$ เรียกว่า การดล

จากสมการ จะได้ว่า

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

Prince of Songkla University Pattani Campus



รูปที่ 1 แรง $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลา Δt ทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนจาก $m\vec{u}$ เป็น $m\vec{v}$

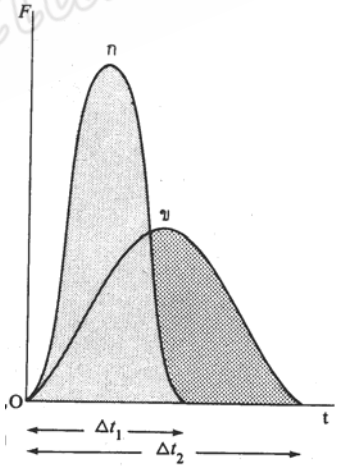
เมื่อมีแรง $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลา Δt ทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนจาก $m\vec{u}$ เป็น $m\vec{v}$ แสดงดังรูปที่ 1 ในกรณีที่วัตถุเปลี่ยนโมเมนตัมในแนวตรง การดลกับโมเมนตัมจะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดย

ถ้าการดลเป็นบวก (+) หมายความว่า การดลนั้นจะเสริมการเคลื่อนที่ทำให้โมเมนตัมเพิ่มขึ้นในแนวเส้นตรง ($m\vec{v} > m\vec{u}$ หรือ $\vec{v} > \vec{u}$)

ถ้าการดลเป็นลบ (-) หมายความว่า การดลนั้นจะต้านการเคลื่อนที่ทำให้โมเมนตัมของวัตถุลดลงในแนวเส้นตรง ($m\vec{v} < m\vec{u}$ หรือ $\vec{v} < \vec{u}$)

แรงดล(Impulse Force) คือ อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัม หรือ แรงลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนโมเมนตัม ในช่วงเวลาสั้นๆ

ถ้าวัตถุชิ้นเดียวกันถูกทำให้เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่แบบเดียวกัน แต่ใช้ช่วงเวลา แตกต่างกันแล้ว จะเกิดแรงดลไม่เท่ากัน ดังแสดงในกราฟรูปที่ 2



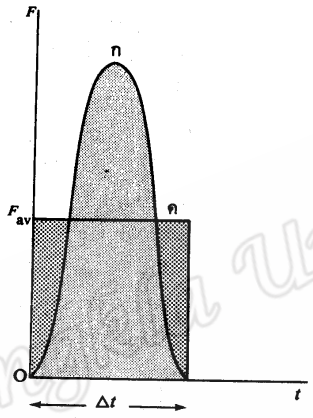
รูปที่ 2 กราฟระหว่างขนาดของแรงและเวลาในขณะที่วัตถุกระทบกัน

จากรูปจะเห็นว่า ถ้าใช้ช่วงเวลาสั้น (Δt_1) แล้วจะเกิดแรงดลมาก ถ้าใช้ช่วงเวลายาว (Δt_2) จะเกิดแรงดลน้อย

Prince of Songkla University Pattani Campus

จากกราฟ ก ในรูปที่ 2 จะเห็นว่าขนาดของแรงกระทำต่อวัตถุไม่คงตัวในช่วงเวลาในการกระทบ แต่การคำนวณการดล ขนาดของแรง ที่ใช้จะต้องมีค่าคงตัวค่าหนึ่ง ซึ่งเมื่อเขียนกราฟระหว่างขนาดของแรงนี้กับเวลา จะได้ดังกราฟในรูปที่ 3 โดยพื้นที่ใต้กราฟรูปที่ 3 เท่ากับพื้นที่ใต้กราฟรูปที่ 2 ก ขนาดของแรง จากกราฟรูป 3 นี้เรียกว่า ขนาดของแรงเฉลี่ย ในช่วงเวลา Δt

กรณีที่แรงค่ามากกระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ เช่น รถยนต์ชนกัน การตอกตะปูด้วยค้อน การตีลูกเทนนิส เป็นต้น แรงค่ามากที่กระทำในช่วงเวลาสั้นๆนี้เรียกว่า แรงดล ค่าแรงดลที่เราหาได้จึงถือว่าเป็นแรงดลเฉลี่ย



รูปที่ 3 การหาแรงเฉลี่ยจากการดล

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์

1. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุปเรื่อง แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม จากที่ได้เรียนในครั้งที่ผ่านมา

2. นักเรียนตัวแทนออกมาทบทวนว่า เมื่อมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำกับวัตถุจะทำให้โมเมนตัม ของวัตถุเปลี่ยนไป

3. ครูตั้งปัญหาเพื่อนำเข้าสู่การพิจารณาสถานการณ์การปล่อยไข่มวลเท่ากันให้ตกลงบนฟองน้ำหนาๆ และปล่อยให้ตกบนพื้นแข็ง จากที่ระดับความสูง 1 เมตร เท่ากัน ถ้าต้องการให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลงค่าหนึ่ง ขนาดของแรงกระทำจะเกี่ยวข้องกับช่วงเวลาที่ออกแรงกระทำกับวัตถุหรือไม่ อย่างไร

Prince of Songkla University Pattani Campus

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์

4. นักเรียนร่วมกันระดมความคิดเพื่อพิจารณาประเด็นคำถามที่ครูมอบหมาย

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอวิธีคิดเพื่อให้เพื่อนในห้องร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็น

ขั้นที่ 3 พัฒนาประสบการณ์

6. ครูให้ตัวแทนนักเรียนสาธิตการปล่อยไข่ 2 ใบที่มีมวลเท่ากัน ตกจากระดับความสูงเดียวกัน ใบหนึ่งให้ตกลงบนพื้นแข็ง อีกใบหนึ่งให้ตกลงบนฟองน้ำนุ่ม ๆ จากสถานการณ์การปล่อยไข่ ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้คำถาม

6.1 ความเร็วของไข่ ขณะตกกระทบฟองน้ำกับพื้นแข็งต่างกันหรือไม่ อย่างไร *(เท่ากัน เนื่องจาก ปล่อยที่ระดับความสูงเดียวกัน)*

6.2 ผลที่เกิดขึ้นเมื่อไข่ตกกระทบกับฟองน้ำกับตกกระทบพื้นแข็งต่างกันหรือไม่อย่างไร *(ไข่ที่ตกลงบนพื้นแข็งจะแตก ส่วนไข่ที่ตกลงบนฟองน้ำจะไม่แตก)*

6.3 โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปของไข่ทั้งสองเมื่อตกลงบนฟองน้ำกับตกลงบนพื้นแข็งแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร ถ้ามวลของไข่เท่ากัน *(เท่ากัน)*

6.4 แรงที่ฟองน้ำกระทำกับไข่และแรงพื้นกระทำกับไข่แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร *(แรงที่ฟองน้ำกระทำกับไข่น้อยกว่าแรงพื้นกระทำกับไข่)*

6.5 ช่วงเวลาที่ไข่ใช้ในการเปลี่ยนโมเมนตัมขณะกระทบฟองน้ำจนหยุดนิ่งต่างกับช่วงเวลาที่ไข่กระทบพื้นแข็งแล้วหยุดนิ่งหรือไม่ อย่างไร*(ช่วงเวลาที่ไข่เปลี่ยนโมเมนตัมขณะกระทบฟองน้ำจนหยุดนิ่งมากกว่าช่วงเวลาที่ไข่กระทบพื้นแข็ง)*

ขั้นที่ 4 พัฒนาความรู้ความคิด

7. ครูชี้ให้เห็นว่าจากสถานการณ์การปล่อยไข่ แรงที่กระทำต่อวัตถุนอกจากจะขึ้นอยู่กับค่าของการเปลี่ยนโมเมนตัมแล้วยังขึ้นกับช่วงเวลาที่แรงกระทำกับวัตถุเพื่อเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ

8. ครูให้นักเรียนตัวแทนออกมาทบทวนสมการของนิวตันตามกฎข้อที่ 2

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

Prince of Songkla University Pattani Campus

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

11. นักเรียนและครูร่วมกันยกตัวอย่างการกระทบกันของวัตถุ 2 สิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น ลูกบอลกระทบกำแพง ลูกเทนนิสกระทบไม้เทนนิส ค้อนกระทบตะปู รถยนต์ชนกัน เป็นต้น แล้วชี้ให้เห็นว่า แรงที่วัตถุกระทำต่อกันในช่วงเวลาของการกระทบมีขนาดไม่คงตัว ตัวอย่างของจริง คือ ลูกเทนนิสกระทบไม้ตีเทนนิส

ขั้นที่ 5 การปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้

12. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาทบทวนเกี่ยวกับแรงที่ทำให้สปริงยืดออกหรือหดเข้าที่เคยศึกษามาในเรื่องพลังงานศักย์ยืดหยุ่น

13. นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เมื่อวัตถุออกแรงกระทำต่อสปริง ขนาดของแรงที่สปริงทำกับวัตถุแปรตามระยะที่สปริงยืดออก หรือหดจากตำแหน่งสมดุล

14. ครูอธิบายเพิ่มเติมจากสถานการณ์ลูกเทนนิสกระทบไม้ตีเทนนิส ลูกเทนนิสจะออกแรงดันเอ็นไนลอนให้ยุบเข้าไป เอ็นไนลอนจะออกแรงกระทำกับลูกเทนนิสในทิศทางตรงข้ามด้วยขนาดที่ไม่คงที่เนื่องจากขนาดของแรงนี้แปรตามระยะทาง เมื่อบันทึกแรงกับเวลา นำมาเขียนกราฟจะได้กราฟดังรูปที่ 2

ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงานของตน

15. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดพิจารณากราฟรูปที่ 2 ก. และ ข. แล้วอภิปรายเกี่ยวกับขนาดของแรงที่กระทำต่อลูกเทนนิสในช่วงเวลาต่างกัน

16. นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนผลการอภิปรายของกลุ่มตนเองลงในแผ่นใส

17. ครูสุ่มกลุ่มนักเรียนนำเสนอผลการอภิปรายที่หน้าชั้น

Prince of Songkla University Pattani Campus

ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์ผลงาน

18. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่าขนาดของแรงกระทำขณะที่ลูกเทนนิสกระทบไม้ตีเทนนิสไม่คงตัวขณะที่วัตถุสองสิ่งกระทบกัน แรงที่เกิดขึ้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ค่าแรงสูงสุดอ่านได้ตรงจุดยอดของเส้นกราฟพื้นที่ใต้กราฟ คือ ขนาดการดลถ้าขนาดของการดลเท่าเดิม แต่เวลาในการกระทบของวัตถุมากขึ้น ค่าของแรงสูงสุดจะลดลง

19. ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า ถ้าจะทำให้วัตถุมีการดลค่าหนึ่ง อาจออกแรงมากกระทำกับวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ หรือออกแรงน้อยๆกระทำต่อวัตถุในช่วงเวลายาวก็ได้

20. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ในกรณีหาค่าการดลจากผลคูณของแรง $\vec{F}$ กับช่วงเวลา Δt นั้น แรงที่ใช้ต้องคงตัว แต่ในการกระทบกันของวัตถุทั่วไป แรงมีขนาดไม่คงตัว ดังนั้นจึงต้องใช้แรงเฉลี่ยในการคำนวณ จากนั้นครูอธิบายวิธีการหาแรงเฉลี่ยและการหาการดลจากพื้นที่ใต้กราฟ F-t ซึ่งจะได้ว่า พื้นที่ใต้กราฟหรือการดลเฉลี่ยในช่วงเวลา Δt จะต้องเท่ากับพื้นที่ใต้กราฟหรือการดลของแรงขนาดไม่คงตัวซึ่งกระทำกับวัตถุในช่วงเวลา Δt ดังรูปที่ 3

21. ครูอธิบายความหมายของแรงดลและแรงดลเฉลี่ย

22. ครูยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์จากแบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์แสดงวิธีทำบนกระดาน

23. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง การดลและแรงดล ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

ขั้นที่ 8 การแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด

24. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย สรุปเนื้อหา ด้วยคำถามต่อไปนี้

24.1 การดล คืออะไร *(การดล คือ การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม มีหน่วยเป็น kg.m/s)*

24.2 แรงดลคืออะไร *(แรงดล คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม หรือ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ)*

24.3 จากกราฟระหว่างขนาดแรงและเวลาในขณะที่วัตถุกระทบกัน จะบอกอะไรกับเราบ้าง

(1. ขนาดของแรงกระทำ ขณะที่วัตถุ 2 สิ่งกระทบไม่คงตัว

2. ขณะที่วัตถุสองสิ่งกระทบกัน แรงที่เกิดขึ้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ค่าแรงสูงสุอ่านได้ตรงจุดยอดของเส้นกราฟ

3. พื้นที่ใต้กราฟ คือ ขนาดการดล

4. ถ้าขนาดของการดลเท่าเดิมแต่เวลาในการกระทบของวัตถุมากขึ้น ค่าของแรงสูงสุดจะลดลง)

24.4 ค่าของแรงที่ใช้ในการหาการดล จะต้องเป็นแรงอย่างไร *(แรงเฉลี่ย)*

Prince of Songkla University Pattani Campus

25. ครูมอบหมายให้นักเรียนไป ศึกษาเนื้อหา เรื่อง การชนใน 1 มิติและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม ซึ่งจะเรียนในคาบเรียนต่อไปมาล่วงหน้า

การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ……..

.....

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอน/ใบความรู้/แบบฝึกเสริมฯ เรื่อง การดลและแรงดล
3. ลูกเทนนิส สปริง
3. ไข่ไก่
4. แผ่นใส

การวัดและประเมินผล

1.วัดความเข้าใจของนักเรียน โดยดูจาการตอบคำถามของนักเรียน

2. การอภิปรายในกลุ่มและการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

3. วัดความสนใจของนักเรียน โดยดูจากการตั้งใจฟังครูบรรยาย และการพยายามตอบคำถามครู และมี

ความสนใจที่จะถามข้อสงสัย และการให้ความร่วมมือในการเรียน

4. การทำแบบฝึกหัดจากใบงานที่แจกให้นักเรียน/การส่งการบ้าน

5. ประเมินเจตคติ คุณธรรมที่นักเรียนแสดงออกในขณะที่มีการเรียนรู้

กิจกรรมเสนอแนะ ……..

.....

……

Prince of Songkla University Pattani Campus

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่	ใบงานที่ 2 เรื่อง การดลและแรงดล	เวลา 4 ชั่วโมง

ชื่อ-สกุล .....ชั้น.....ห้อง.....เลขที่.....

<u>คำแนะนำในการทำแบบทดสอบ</u>

1. แบบทดสอบนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน เรื่อง การดลและแรงดล ซึ่ง ผลจากการศึกษาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอนในระดับนี้ ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบชุดนี้จะนำไปใช้ในการวิจัยเท่านั้นจะไม่มีผลเสียต่อนักเรียนแต่ประการใด

2. นักเรียนจะได้คะแนนสูงสุดถ้าตอบได้มากวิธี มีเหตุผลและเป็นแนวคิดใหม่ที่เป็นของนักเรียนเองหรือเรื่องที่คนอื่นคิดไม่ถึง

<u>คำถาม</u>

จากสถานการณ์ลูกเทนนิสกระทบไม้ตีเทนนิสลูกเทนนิสจะออกแรงดันเอ็นไนลอนให้ยุบเข้าไป เอ็นไนลอนจะออกแรงกระทำกับลูกเทนนิสในทิศทางตรงข้ามด้วยขนาดที่ไม่คงที่ ให้นักเรียนเขียนวัสดุอื่นนอกเหนือจากไนลอน แล้วแรงที่กระทำกับลูกเทนนิสจะเป็นอย่างไร

ชื่อวัสดุที่ใช้แทนไนลอน

.....

แรงที่กระทำกับลูกเทนนิสจะเป็นอย่างไร.....

.....

ชื่อวัสดุที่ใช้แทนไนลอน

.....

แรงที่กระทำกับลูกเทนนิสจะเป็นอย่างไร.....

.....

ชื่อวัสดุที่ใช้แทนไนลอน

.....

แรงที่กระทำกับลูกเทนนิสจะเป็นอย่างไร.....

.....

Prince of Songkla University Pattani Campus

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่	ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การดลและแรงดล	เวลา 4 ชั่วโมง

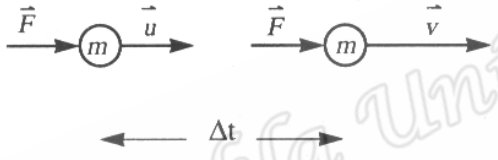
การดล (Impulse) คือ การเปลี่ยนโมเมนตัม เป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศเดียวกับทิศของความเร็วที่เปลี่ยนไป มีหน่วยเป็น kg. m/s หรือ N.s

ถ้าให้ $\vec{F}$ เป็นแรงลัพธ์คงตัวที่กระทำกับวัตถุในช่วงเวลา Δt

ผลคูณ $\vec{F}$ กับ Δt หรือ $\vec{F}\Delta t$ เรียกว่า การดล

จากสมการ จะได้ว่า

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



รูปที่ 1 แรง $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลา Δt ทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนจาก $m\vec{u}$ เป็น $m\vec{v}$

เมื่อมีแรง $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลา Δt ทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนจาก $m\vec{u}$ เป็น $m\vec{v}$ แสดงดังรูปที่ 1 ในกรณีที่วัตถุเปลี่ยนโมเมนตัมในแนวตรง การดลกับโมเมนตัมจะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดย

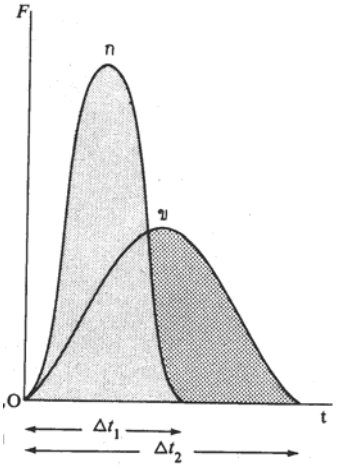
ถ้าการดลเป็นบวก (+) หมายความว่า การดลนั้นจะเสริมการเคลื่อนที่ทำให้โมเมนตัมเพิ่มขึ้นในแนวเส้นตรง ($m\vec{v} > m\vec{u}$ หรือ $\vec{v} > \vec{u}$)

ถ้าการดลเป็นลบ (-) หมายความว่า การดลนั้นจะต้านการเคลื่อนที่ทำให้โมเมนตัมของวัตถุลดลงในแนวเส้นตรง ($m\vec{v} < m\vec{u}$ หรือ $\vec{v} < \vec{u}$)

แรงดล(Impulse Force) คือ อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัม หรือ แรงลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนโมเมนตัม ในช่วงเวลาสั้นๆ

ถ้าวัตถุชิ้นเดียวกันถูกทำให้เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่แบบเดียวกัน แต่ใช้ช่วงเวลา แตกต่างกันแล้ว จะเกิดแรงดลไม่เท่ากัน ดังแสดงในกราฟรูปที่ 2

Prince of Songkla University Pattani Campus

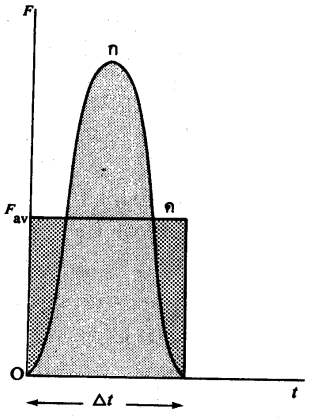


รูปที่ 2 กราฟระหว่างขนาดของแรงและเวลาในขณะที่วัตถุกระทบกัน

จากรูปจะเห็นว่า ถ้าใช้ช่วงเวลาสั้น (Δt_1) แล้วจะเกิดแรงดลมาก ถ้าใช้ช่วงเวลายาว (Δt_2) จะเกิดแรงดลน้อย

จากกราฟ ก ในรูปที่ 2 จะเห็นว่าขนาดของแรงกระทำต่อวัตถุไม่คงตัวในช่วงเวลาในการกระทบ แต่การคำนวณการดล ขนาดของแรง ที่ใช้จะต้องมีค่าคงตัวค่าหนึ่ง ซึ่งเมื่อเขียนกราฟระหว่างขนาดของแรงนี้กับเวลา จะได้ดังกราฟในรูปที่ 3 โดยพื้นที่ใต้กราฟรูปที่ 3 เท่ากับพื้นที่ใต้กราฟรูปที่ 2 ก ขนาดของแรง จากกราฟรูป 3 นี้เรียกว่า ขนาดของแรงเฉลี่ย ในช่วงเวลา Δt

กรณีที่แรงค่ามากกระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้นๆ เช่น รถยนต์ชนกัน การตอกตะปูด้วยค้อน การตีลูกเทนนิส เป็นต้น แรงค่ามากที่กระทำในช่วงเวลาสั้นๆนี้เรียกว่า แรงดล ค่าแรงดลที่เราหาได้จึงถือว่าเป็นแรงดลเฉลี่ย



รูปที่ 3 การหาแรงเฉลี่ยจากการดล

Prince of Songkla University Pattani Campus

การคำนวณเกี่ยวกับการดลและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

การคำนวณการดล เราสามารถหาการดลได้ 2 แบบ คือ

1. การดลจาก แรงกระทำ ต่อวัตถุ การคำนวณอยู่ในรูปสมการ $\sum \vec{F} \times t$

2. การดลจากอัตราเร็วของวัตถุ การคำนวณอยู่ในรูปสมการ $m\vec{v} - m\vec{u}$

การคำนวณการดลจากแรงกระทำ

แยกการพิจารณาได้ 2 แบบคือ

1. การดลเนื่องจากแรงคงที่

ถ้ามีแรงดลกระทำต่อวัตถุจะให้การดลมีค่าเท่ากับ ผลคูณของแรงลัพธ์กับเวลา มีหน่วยเป็น นิวตัน-วินาที

การดล $= \sum \vec{F} \times t$

2. การดลเนื่องจากแรงไม่คงที่

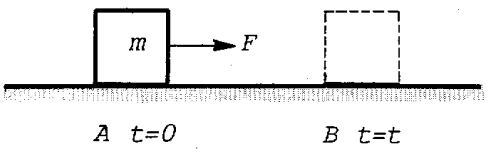
ถ้ามีแรงไม่คงที่กระทำต่อวัตถุจะได้การดลมีค่าเท่ากับ พื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับเวลา

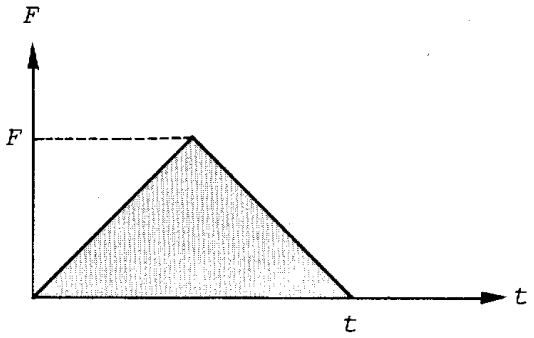
การดล = F x t = พื้นที่ใต้กราฟระหว่าง F กับ t

การดลจากแรงไม่คงที่แยกการพิจารณาได้ 2 แบบคือ

1. ถ้ามีแรงไม่คงที่เพียงแรงเดียวกระทำกับวัตถุ จะได้การดลเท่ากับ พื้นที่ใต้กราฟ F กับ t

จากรูปวัตถุมวล m ถูกกระทำด้วยแรง F ไม่คงที่ดังกราฟให้เคลื่อนที่จาก A ไป B นาน t ต้องการหาการดลของการเคลื่อนที่จาก A ไป B





การดล = F x t = พื้นที่ใต้กราฟระหว่าง F กับ t

Prince of Songkla University Pattani Campus

เพราะฉะนั้นการดล $= \frac{1}{2}$ x F x t $= \frac{1}{2}$ Ft

2. ถ้ามีแรงคงที่และไม่คงที่กระทำกับวัตถุ มีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

1. ให้เขียนรูปการเคลื่อนที่ของวัตถุพร้อมทั้งกำหนดทิศทางของแรง
2. เขียนกราฟของแรงต่างๆ ในความสัมพันธ์ของ F กับ t
3. คำนวณหาการดลจากสมการ

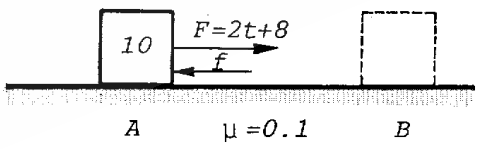
การดล $= \sum \vec{F} \times t$

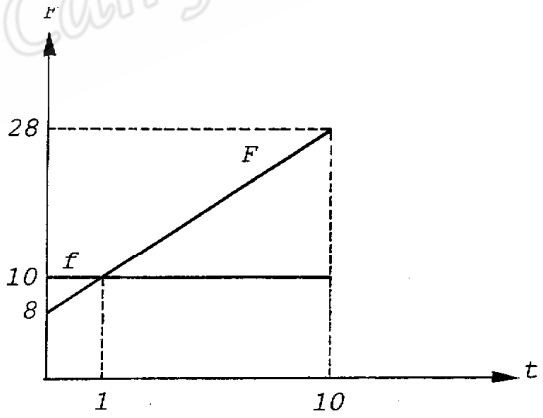
โดยแรงที่ไม่คงที่คูณกับเวลามีค่าคงที่เท่ากับพื้นที่ใต้กราฟ F กับ t สำหรับแรงคงที่คูณกับเวลามีค่าเท่ากับผลคูณได้เลย

ตัวอย่างที่ 1 จากรูปวัตถุมวล 10 กิโลกรัม ถูกกระทำด้วยแรงที่ไม่คงที่ ตามสมการ F = 2t + 8 ให้เคลื่อนที่บนพื้นที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.1 จาก A ไป B นาน 10 วินาที จงหา

ก. การดลของการเคลื่อนที่จาก A ไป B

ข. อัตราเร็วของวัตถุที่จุด B





วิธีทำ จากสมการ F = 2t +8 เขียนเป็นกราฟจะได้กราฟเส้นตรงดังรูปขวามือ

ถ้า t = 0, F = 8 ; ถ้า t = 10 ; F = 28

หาแรงเสียดทาน จาก f = μN

แทนค่า f = μmg = 0.1 x 100 = 10 นิวตัน

แสดงว่าวัตถุจะเคลื่อนที่ได้ต่อเมื่อแรงกระทำต่อวัตถุมีค่าอย่างน้อยเท่ากับ 10 นิวตัน

Prince of Songkla University Pattani Campus

จากกราฟเมื่อ t = 0 แรง = 8 นิวตัน < f แสดงว่าวัตถุยังไม่เคลื่อนที่

หาเวลาที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ วัตถุจะเริ่มเคลื่อนที่เมื่อ F = 10 นิวตัน

จากสมการ

$F = 2t + 8$

เมื่อ $F = 10$; $t = ?$

แทนค่า $10 = 2t + 8$

$t = 1$

ดังนั้นวัตถุจะเริ่มเคลื่อนที่เมื่อ t = 1 วินาที แสดงว่าวัตถุใช้เวลาเคลื่อนที่นานเท่ากับ 10 - 1 = 9 วินาที

จากการดล = $\sum \vec{F} \times t =$ (F - f)t

การดล = F x t - ft = พื้นที่ใต้กราฟ F, t - ft

= $\frac{1}{2}$ (10+28)x 9 - 10x9 = 9(19 - 10) = 81 นิวตัน.วินาที

ดังนั้นการดล = 81 นิวตัน .วินาที

หาอัตราเร็ววัตถุที่จุด B จาก $\Sigma \vec{F} \times t = m\vec{v} - m\vec{u}$

แทนค่า $81 = 10v - 0$

$v = 8.1$ เมตร/วินาที

4. การคำนวณการดลจากการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ($\Delta \vec{P}$)

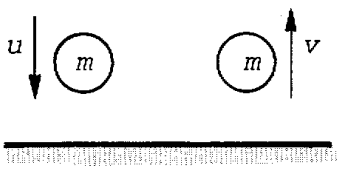
การหาการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมมีวิธีการหาได้ 2 แบบคือ

4.1 ถ้าความเร็วต้นและความเร็วปลายอยู่ในแนวเดียวกันมีขั้นตอนดังนี้

1.ให้หยิบวัตถุออกมาเขียนแรงกระทำและความเร็ว

2. กำหนดทิศของ v เป็นบวก (+) เสมอแล้วคำนวณหาค่าที่ต้องการจากสมการ

$\sum \vec{F} \times t = m\vec{v} - m\vec{u}$ หรือ $\Delta \vec{P} = m\vec{v} - m\vec{u}$



Prince of Songkla University Pattani Campus

จากรูปมวล m ตกกระทบพื้นด้วยความเร็วต้น u และกระดอนขึ้นมาด้วยความเร็ว v ต้องการหา

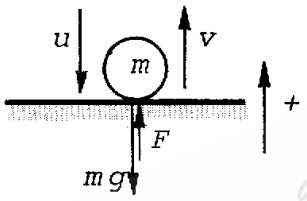
ก. การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

ข. แรงดลที่พื้นกระทำต่อมวล m

วิธีทำ

ก. หาการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ($\Delta \vec{P}$)

เขียนแรงและความเร็วที่วัตถุมวล m



จาก $\Delta \vec{P} = m\vec{v} - m\vec{u}$

ดังนั้น $\Delta \vec{P}$ = mv - m(u)

$\Delta \vec{P}$ = mv + mu

ข. หาแรงที่พื้นกระทำต่อมวล m

จาก $\sum \vec{F} \times t = m\vec{v} - m\vec{u}$

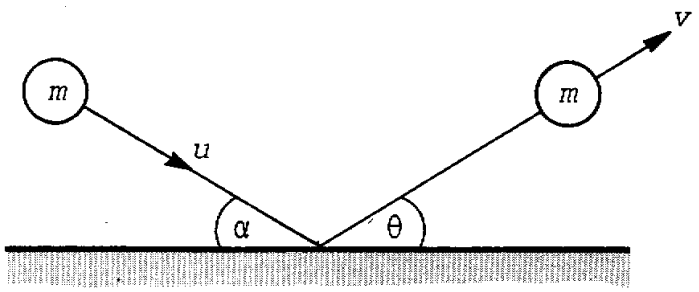
(F - mg) t = mv - m(-u)

$$F - mg = \frac{mv + mu}{t}$$

$$F = \frac{mv + mu}{t} + mg$$

4.2 ถ้าความเร็วต้นและความเร็วปลายอยู่คนละแนว มีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

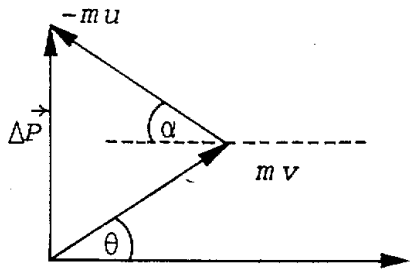
1. หาขนาดและทิศทางของ $m\vec{v}$ และ $m\vec{u}$
2. วาดรูปตามสมการ $\Delta \vec{P} = m\vec{v} - m\vec{u}$ หรือ $\sum \vec{F} \times t = m\vec{v} - m\vec{u}$
3. คำนวณหาค่าที่ต้องการจากรูป



Prince of Songkla University Pattani Campus

จากรูป วัตถุมวล m กระทบพื้นด้วยความเร็วต้น u ทำมุม α กับพื้นและสะท้อนขึ้นด้วยความเร็ว v ทำมุม θ กับพื้น จงหาการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ΔP

วิธีทำ หาขนาดและทิศทางของ mu และ mv

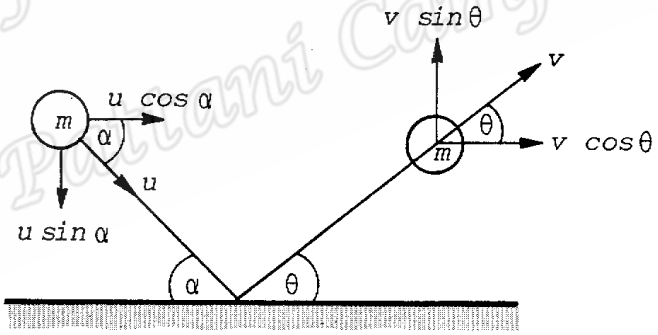


หาการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมจากสมการ

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

เขียนรูปตามสมการจะได้ดังรูปบน คำนวณหา $\Delta\vec{P}$ จากรูปได้

<u>ข้อสังเกต</u> กรณีที่ต้องการหาการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมในแกนใดแกนหนึ่ง ให้ใช้วิธีการแตก Vector จะสะดวกกว่า ดังรูปต้องการหาการเปลี่ยนโมเมนตัมในแกน X และแกน Y จะได้



จากรูป ΔP_x = mvcosθ - mucosα ทิศ $\rightarrow$

ΔP_y = mvsinθ - m(-u sinα)

ΔP_y = mvsinθ + musinα) ทิศ $\uparrow$

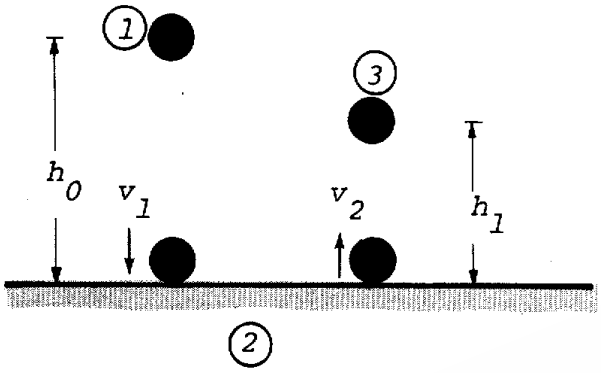
การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

$$\Delta P = \sqrt{(\Delta P_x)^2 + (\Delta P_y)^2}$$

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตัวอย่างที่ 2 ลูกบอลมวล m กิโลกรัม ถูกปล่อยลงมาจากที่สูง h_0 เมตร เมื่อกระทบพื้นดินแล้วมันจะกระเด้งขึ้นไปสูง h_1 เมตร เวลาที่ลูกบอลสัมผัสพื้น เท่ากับ t วินาที จงหาแรงที่ลูกบอลได้รับจากพื้นในระหว่างกระแทกพื้น

วิธีทำ สเกตรูปวัตถุ



มวลเคลื่อนที่จาก 1 ไปยัง 2 ไม่มีแรงภายนอกมากระทำ จะได้

$$E_1 = E_2$$

แทนค่า $$mgh_0 = \frac{1}{2} mv_1^2$$

$$v_1 = \sqrt{2gh_0}$$

มวล m เคลื่อนที่จาก 2 ไปยัง 3 ไม่มีแรงภายนอกมากระทำ จะได้

$$E_2 = E_3$$

แทนค่า $$\frac{1}{2} mv_2^2 = mgh_1$$

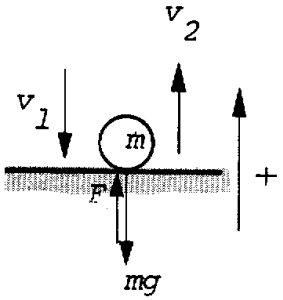
$$v_2 = \sqrt{2gh_1}$$

พิจารณาแรงที่มวล m; จาก $\Sigma \vec{F} \times t = m\vec{v} - m\vec{u}$ จะได้

$$(F-mg)t = mv_2 - m(-v_1)$$

$$F - mg = \frac{mv_2 + mv_1}{t}$$

$$F = \frac{mv_2 + mv_1}{t} + mg$$



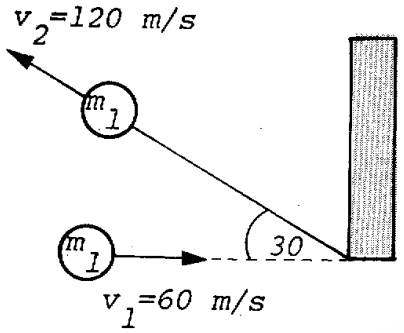
แทนค่า v_1 , v_2 ; $$F = \frac{m\sqrt{2gh_1} + \sqrt{2gh_0}}{t} + mg$$

$$F = \frac{m\sqrt{2g}(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_0})}{t} + mg$$ ตอบ

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตัวอย่างที่ 3 บอลมวล m_1 วิ่งบนพื้นด้วยความเร็ว v_1 เมื่อถูกตีด้วยไม้แล้ววิ่งไปตามทิศดังรูป ด้วยความเร็ว v_2 ถ้าเวลาที่ลูกบอลกระทบไม้ = 0.3 วินาที จงคำนวณหาแรงเฉลี่ยที่กระทำต่อลูกบอล

วิธีทำ



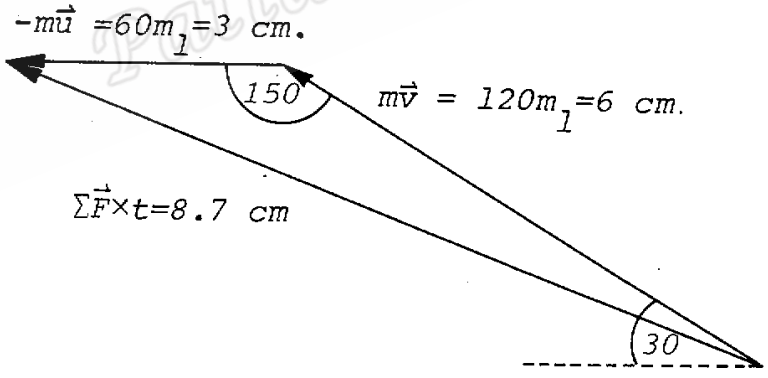
เนื่องจากความเร็ว v_1 และ v_2 อยู่คนละแนว ดังนั้นจึงต้องหาขนาด และทิศทางของ mv และ mu เสียก่อน

$$m\vec{u} = 60m_1 \qquad \text{ทิศทาง} \rightarrow$$

$$m\vec{v} = 120\ m_1$$

จาก $$\sum \vec{F} \times t = m\vec{v} - m\vec{u}$$

วาดรูปตามสมการ กำหนดให้ 1 เซนติเมตร = $20\ m_1$



จากรูปวัด $\sum \vec{F} \times t$ = 8.7 เซนติเมตร

$$= 8.7 \times 20\ m_1$$

$$F \times 0.03 = 174m_1$$

$$F = \frac{174m_1}{0.03}$$

$$= 580\ m_1 \qquad \text{ตอบ}$$

Prince of Songkla University Pattani Campus

หรือเราจะคำนวณหา $\sum \vec{F} \times t$ จากรูปก็ได้ ดังนี้

$$\left(\sum \vec{F} \times t\right)^2 = (60m_1)^2 + (120m_1)^2 - 2(60m_1)(120m_1)\cos 150^0$$

$$= 3600m_1^2 + 1440m_1^2 - 14400m_1^2 (\cos 30^0)$$

$$= 18{,}000m_1^2 + 12.47m_1^2 = 30{,}470m_1^2$$

$$F \times t = 174.55m_1$$

$$F = \frac{174m_1}{0.03}$$

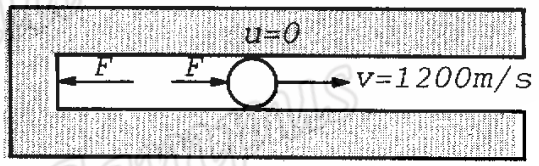
$$= 580\ m_1 \qquad \text{ตอบ}$$

ตัวอย่างที่ 4 ปืนกลกระบอกหนึ่งยิงลูกปืนมวล 50 กรัม ออกด้วยอัตราเร็ว 1200 เมตร/วินาที ผู้ยิงถือปืนในมือและทนแรงตีกลับได้ 200 นิวตัน จงหาว่าเขาจะยิงได้เต็มที่กี่นัด/วินาที เขาจึงจะไม่ล้ม

วิธีทำ

ให้ยิงปืนได้นาทีละ n นัด

พิจารณาแรงที่กระสุนทั้งหมด n นัด



จาก $\Sigma \vec{F} \times t = m\vec{v} - m\vec{u}$

แทนค่า

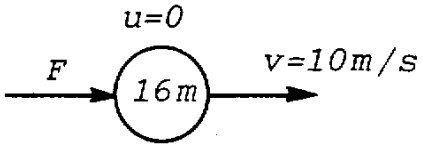
$$200 \times 60 = (n \times 50 \times 10^{-3}) \times 1200 - 0$$

$$n = \frac{12{,}000}{1200 \times 50 \times 10^{-3}} = 200 \text{ นัด} \qquad \text{ตอบ}$$

ตัวอย่างที่ 5 เด็กคนหนึ่งสวมสเกตยืนบนลานน้ำแข็ง ถ้ามวลของเด็กสวมสเกตเป็น 40 กิโลกรัม และเด็กปาลูกบอลมวล $\frac{1}{2}$ กิโลกรัม ออกไปตรงๆ ในแนวระดับด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ถ้าเขาปาลูกบอลได้ครบ 16 ลูกใน 10 วินาที โดยต่อเนื่องกัน เขาจะได้รับแรงกระทำเฉลี่ยเท่าใด

วิธีทำ

พิจารณาการดลที่เกิดขึ้นกับลูกบอล 16 ลูก ดังรูป



จาก $\sum \vec{F} \times t = m\vec{v} - m\vec{u}$

จากรูปแทนค่า

$$F \times 10 = (16 \times 1/2) \times 10 - 0$$

$$F = 8 \text{ นิวตัน} \qquad \text{ตอบ}$$

Prince of Songkla University Pattani Campus

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายวิชาฟิสิกส์ **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่ **เรื่อง การชนใน 1 มิติ** **เวลา 4 ชั่วโมง**

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4-6 ทดลองและอธิบายหลักการของการชนใน 1 มิติ การชนใน 2 มิติ การชนใน 3 มิติ และโมเมนตัม รวมทั้งคำนวณและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

.....

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังด้านความรู้ความเข้าใจ

บอกความหมาย ลักษณะและประเภทของการชนใน 1 มิติได้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังด้านทักษะกระบวนการ

1. บอกลักษณะการชนของวัตถุ 2 สิ่ง ที่เรียกว่า การชนใน 1 มิติได้

2. บอกได้ว่าการชนใน 1 มิติ ศูนย์กลางมวลของวัตถุที่เคลื่อนที่เข้าชนผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชน

3. ทำการทดลองการชนของวัตถุในแนวตรง และสรุปได้ว่า โมเมนตัมรวมของระบบคงตัวเมื่อไม่มีแรงลัพธ์กระทำต่อระบบ

4. บอกได้ว่าการชนใน 1 มิติแบบยืดหยุ่น ผลรวมของพลังงานจลน์ของระบบคงตัว

5. บอกได้ว่าการชนใน 1 มิติแบบไม่ยืดหยุ่น โมเมนตัมของระบบคงตัว แต่ผลรวมพลังงานจลน์ของระบบไม่คงตัว

เนื้อหา

การชน(collision) คือ การที่วัตถุเคลื่อนที่กระทบกันในช่วงเวลาสั้นๆ

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

$$\sum \vec{P} = \textbf{ค่าคงตัว}$$

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

เมื่อ $\sum \vec{P}_1$ = ผลรวมของโมเมนตัมของระบบก่อนชน

Prince of Songkla University Pattani Campus

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

การชนใน 1 มิติ(One Dimension Collision) คือ การชนที่แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งสองจะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันทั้งก่อนการชนและหลังการชน การชนในแนวเส้นตรงจะเกิดขึ้นได้เมื่อแนวการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางมวลของวัตถุที่จะเข้าชนจะต้องผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชนเท่านั้น

การชนใน 1 มิติ แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. **การชนแบบยืดหยุ่น (Elastic Collision)** คือ การชนแบบไม่สูญเสียพลังงานจลน์เลย เช่น การชนของอนุภาคเล็กๆ

2. **การชนแบบไม่ยืดหยุ่น (Inelastic Collision)** คือ การชนแบบสูญเสียพลังงานจลน์ไปบางส่วน พลังงานที่สูญเสียไปบางส่วนอาจจะเปลี่ยนไปเป็นเสียง, แสง, เปลี่ยนรูปทรง การชนโดยทั่วไปจะเป็นการชนแบบนี้

3. **การชนแบบไม่ยืดหยุ่นโดยสมบูรณ์ (Completely Inelastic Collision)** คือ การชนแบบสูญเสียพลังงานจลน์ไปมากที่สุด โดยภายหลังการชนวัตถุจะติดกันไป

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์

1. ครูให้นักเรียนสาธิตโดยการนำลูกบิลเลียดลูกหนึ่ง ชนกับอีกลูกหนึ่งและถามปัญหานักเรียนว่า

เหตุใด ลูกบิลเลียดลูกหนึ่งวิ่งเข้าชนลูกบิลเลียดอีกลูกหนึ่งแล้ว เราจะเห็นว่าบางครั้งลูกบิลเลียดที่วิ่งเข้าชนหยุดการเคลื่อนที่ บางครั้งลูกบิลเลียดที่ถูกชนเคลื่อนที่ออกไป บางครั้งทั้งสองลูกเคลื่อนที่ไปด้วยกัน หรือเคลื่อนที่ไปคนละทิศทาง เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น วันนี้เราจะได้ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการชนกันของวัตถุ

2. ครูใช้ชุดสาธิตการคงตัวของโมเมนตัม สาธิตการคงตัวของโมเมนตัมให้นักเรียนดู โดยครูตั้งปัญหา

ให้นักเรียนคาดคะเนก่อนว่า ถ้าปล่อยลูกกลมพลาสติกลูกที่หนึ่งลงมาชนลูกที่เหลือ ลูกกลมพลาสติกแต่ละลูกจะมีการเคลื่อนที่อย่างไร ต่อไปครูจึงปล่อยลูกกลมพลาสติกลูกที่หนึ่งให้มาชนลูกกลมพลาสติกที่เหลือ และให้นักเรียนสังเกตการเคลื่อนที่

Prince of Songkla University Pattani Campus

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์

3. นักเรียนและครูร่วมกันวิเคราะห์การสาธิตการทดลองเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าขณะที่เกิดการชน ลูกกลมลูกอื่นๆจะหยุดนิ่ง ส่วนลูกกลมลูกสุดท้ายจะกระเด็นขึ้นไปจนสูงประมาณระดับเดียวกันกับลูกกลมลูกที่หนึ่งเมื่อก่อนปล่อย ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า ลูกกลมพลาสติกซึ่งเคลื่อนที่เข้าชนจะถ่ายโอนโมเมนตัมให้กับลูกกลมพลาสติกที่ถูกชน และจะถ่ายโอนต่อกันไปจนถึงลูกสุดท้าย ทำให้ลูกสุดท้ายเคลื่อนที่ไปได้

ขั้นที่ 3 พัฒนาประสบการณ์

3. จากการสาธิตการคงตัวของโมเมนตัม ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า เมื่อมีการชน ทั้งวัตถุที่ถูกชนและวัตถุที่เคลื่อนที่เข้าชนจะมีโมเมนตัมเปลี่ยนไปจากเดิม โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปของวัตถุดังกล่าว จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไรจะได้ศึกษาต่อไป

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

รูปที่ 1 การตั้งอุปกรณ์สาธิตการชน

5. ก่อนทำการสาธิต ครูตั้งปัญหาให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า เมื่อผลักรถ A ให้วิ่งไปในแนวเส้นตรงไปชนรถ B หลังจากการชนแล้วรถทั้งสองคันจะเคลื่อนที่อย่างไร ให้นักเรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้น

6. นักเรียนร่วมกันอภิปรายการสาธิตการทดลอง

7. นักเรียนและครูช่วยกันสรุปผลการสาธิตว่า ภายหลังการชน รถคันที่วิ่งไปชนจะหยุดนิ่ง รถคันที่ถูกชนจะเคลื่อนที่ไปในแนวเดียวกับคันแรก ครูให้ความรู้ต่อไปว่า การชนของวัตถุที่ก่อนชนและหลังการชนมีแนวการเคลื่อนที่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน เรียกว่า การชนใน 1 มิติ หรือการ

Prince of Songkla University Pattani Campus

ชนในแนวตรง ซึ่งแนวการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางมวลของวัตถุที่เคลื่อนที่เข้าชนจะผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชน

8. ครูกำหนดประเด็นปัญหากับนักเรียนว่า การชนในแนวตรงนั้นโมเมนตัมและพลังงานจลน์ก่อนชนและภายหลังการชนของวัตถุจะเป็นอย่างไร เพื่อนำเข้าสู่การทดลอง การชนของวัตถุในแนวตรง

9. นักเรียนและครูร่วมกันกำหนดจุดประสงค์การทดลอง แนะนำก่อนการทดลอง แจ้งเวลาที่ใช้ในการทดลอง และแจกอุปกรณ์ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทดลอง ขณะที่นักเรียนทำการทดลอง ครูเดินดูให้ทั่วทุกกลุ่ม และให้คำแนะนำตามความเหมาะสม เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ครูนำนักเรียนอภิปรายสรุปผลการทดลอง

ขั้นที่ 4 พัฒนาความรู้ความคิด

การทดลอง การชนของวัตถุในแนวตรง

จุดประสงค์

เมื่อทำการทดลองนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. คำนวณหาโมเมนตัมและพลังงานจลน์ของรถทดลองก่อนการชน และภายหลังการชนในกรณีรถทดลองชนกับรถทดลองอีกคันหนึ่งที่ติดสปริง และกรณีที่รถทดลองชนกับรถทดลองอีกคันหนึ่งที่ติดดินน้ำมัน
2. สรุปได้ว่า โมเมนตัมรวมก่อนการชน และโมเมนตัมรวมภายหลังการชนทั้งสองกรณีเท่ากัน
3. สรุปได้ว่า พลังงานจลน์รวมของระบบก่อนการชนเท่ากับพลังงานจลน์ของระบบภายหลังการชน สำหรับการชนที่มีรถทดลองคันหนึ่งติดแผ่นสปริง
4. สรุปได้ว่า พลังงานจลน์รวมของระบบก่อนการชน ไม่เท่ากับ พลังงานจลน์รวมของการชน สำหรับการชนที่มีรถทดลองคันหนึ่งติดดินน้ำมัน
5. บอกความหมายและอธิบายความแตกต่างระหว่างการชนแบบยืดหยุ่นกับการชนแบบไม่ยืดหยุ่นได้

เวลาที่ใช้

แนะนำก่อนการทดลอง	10 นาที
ทำการทดลอง	35 นาที
อภิปรายหลังทำการทดลอง	30 นาที

Prince of Songkla University Pattani Campus

แนะนำก่อนการทดลอง ครูให้คำแนะนำก่อนการทดลอง ดังนี้

1. ในการศึกษาการถ่ายโอนโมเมนตัมและพลังงานจลน์ของรถทดลองที่ชนกันนั้นจะต้องทราบทั้งมวลและความเร็วของรถทดลอง มวลของรถทดลองหาได้จากการชั่งด้วยเครื่องชั่งสปริง ส่วนความเร็วของรถทดลองแต่ละคันทั้งก่อนการชนและหลังการชนหาได้จากจุดบนแถบกระดาษที่รถทดลองดึงผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลา

2. เครื่องเคาะสัญญาณเวลาที่ใช้จะต้องใช้กระดาษคาร์บอน 2 แผ่นซ้อนกัน

3. การชนกันของรถทดลองจะต้องชนกันในแนวตรงจริงๆ ซึ่งทำได้โดยนำรถทดลองคันที่ 2 ซึ่งเป็นคันที่วิ่งเข้าชนไปวางชิดรถคันที่ 1 ตรงตำแหน่งที่จะชนกัน แล้วจึงถอยรถคันที่ 2 ในแนวตรงกลับมาที่ปลายราง

4. แรงที่ใช้ผลักรถคันที่ 2 ควรกระทำกับรถทดลองในช่วงเวลาสั้นๆด้วยขนาดของแรงที่มากพอ เนื่องจากไม่ได้ปรับรางไม้เพื่อชดเชยแรงเสียดทาน ถ้าออกแรงน้อยผลักรถ แรงเสียดทานจะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของรถทดลองมากกว่าการใช้แรงผลักมากๆ

5. การทดลองตอนที่ 1 การหาความเร็วก่อนการชนและหลังการชนจากแถบกระดาษจะมีช่วงที่สปริงอัดตัวและขยายตัวอยู่ด้วย นักเรียนต้องหาความเร็วของรถก่อนกระทบแผ่นสปริง และหลังจากที่สปริงยืดตัวออกเต็มที่แล้ว จึงจะได้ความเร็วก่อนการชน และความเร็วหลังการชนจริงๆ

6. ในการทดลองตอนที่ 2 ดินน้ำมันที่ติดอยู่ท้ายรถทดลองต้องติดตรงตำแหน่งที่เกิดการชน และไม่ควรใช้ดินน้ำมันก้อนใหญ่ เพราะจะทำให้มวลของรถเปลี่ยนไปมาก

7. ความเร็วของรถทดลองทั้งก่อนการชนและหลังการชนอยู่ในทิศเดียวกัน จึงไม่จำเป็นที่จะกำหนดเครื่องหมายของทิศของความเร็ว โดยถือว่าเครื่องหายแสดงทิศของความเร็วเป็นบวกเหมือนกันทั้งสองกรณี

ขั้นที่ 5 การปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้

ตอนที่ 1 การศึกษาโมเมนตัมและพลังงานจลน์จากการชนแบบยืดหยุ่น

วิธีการทดลอง

1. สอดปลายทั้งสองของแผ่นเหล็กสปริงเข้ากับร่องของรถทดลองคันที่ 1 แผ่นเหล็กสปริงจะโค้งงอเป็นรูปวงรียื่นออกมานอกรถ วางรถทดลองคันนี้บนตอนกลางของรางไม้

2. นำรถทดลองคันที่ 2 มาวางดังรูปที่ 2 ติดปลายด้านหนึ่งของแถยกระดาษเข้ากับรถทดลองคันที่ 1 นำปลายที่เหลือสอดใต้รถคันที่ 2 แล้วสอดแถบกระดาษนี้ใต้กระดาษคาร์บอนแผ่นล่างของเครื่องเคาะสัญญาณเวลา

3. ใช้แถบกระดาษอีกแถบหนึ่งติดกับรถทดลองคันที่ 2 แล้วสอดปลายที่เหลือใต้กระดาษคาร์บอนแผ่นบนของเครื่องเคาะสัญญาณเวลา ดังรูปที่ 2

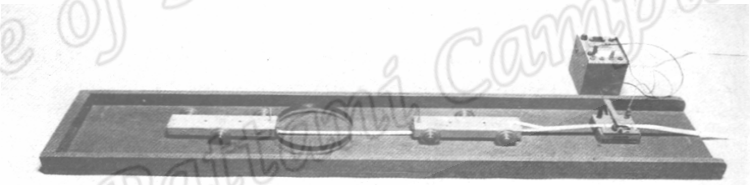
4. เมื่อติดแถบกระดาษกับรถทดลองทั้งสองเรียบร้อยแล้วกดสวิตซ์ให้เครื่องเคาะสัญญาณเวลาทำงาน ใช้มือผลักรถทดลองคันที่ 2 ไปชนรถทดลองคันที่ 1 สังเกตการเคลื่อนที่ของรถทดลองทั้งสองคันหลังการชน

5. ดึงแถบกระดาษออกจากรถทดลองพร้อมทั้งเขียนข้อความบนแถบกระดาษทั้งสองเพื่อบ่งชี้ว่าเป็นแถบกระดาษจากรถทดลองคันที่ 1 หรือรถทดลองคันที่ 2

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

7. จากแถบกระดาษที่ได้จากการทดลองแต่ละครั้ง นำมาหาขนาดของความเร็วของรถทดลองก่อนการชนและหลังการชน

8. ชั่งมวลของรถทดลอง คำนวณหาโมเมนตัม ผลรวมของโมเมนตัม และผลรวมของพลังงานจลน์ทั้งก่อนการชนและหลังการชน ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง พร้อมทั้งบันทึกผลในตาราง



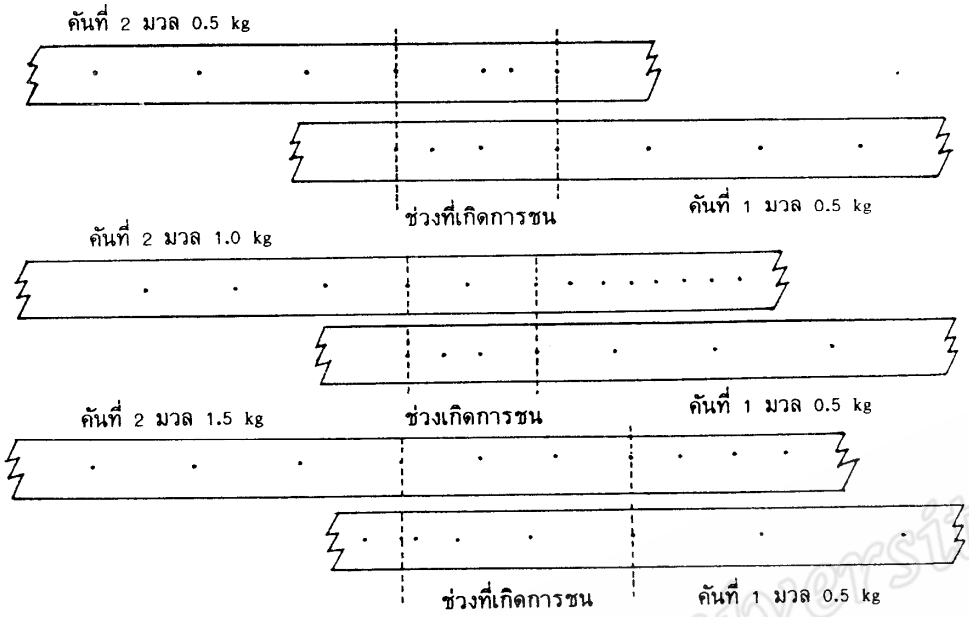
รูปที่ 2 การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการทดลองการชนแบบยืดหยุ่น

ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงานของตน

ผลการทดลอง(ตอนที่ 1)

เมื่อใช้รถทดลองมวล 0.50, 1.00 และ 1.50 กิโลกรัม วิ่งเข้าชนรถมวล 0.50 กิโลกรัม ซึ่งติดสปริงไว้และอยู่นิ่ง จะได้จุดบนแถบกระดาษซึ่งติดอยู่กับรถทดลองแต่ละคัน ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 3

Prince of Songkla University Pattani Campus



รูปที่ 3 ตัวอย่างจุดบนแถบกระดาษที่ติดรถทดลองซึ่งชนกันแบบยืดหยุ่น

จากแถบกระดาษที่ได้จากการทดลองนำมาหาความเร็วก่อนการชนและหลังการชน ของรถทดลองแต่ละคัน แล้วคำนวณหาโมเมนตัมและพลังงานจลน์ บันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลอง ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างผลการทดลองตอนที่ 1

ครั้งที่	ก่อนการชน							หลังการชน						
	รถคันที่	m (kg)	u (m/s)	mu (kgm/s)	$\frac{1}{2}mu^2$ (J)	Σmu (kgm/s)	$\Sigma\frac{1}{2}mu^2$ (J)	รถคันที่	m (kg)	v (m/s)	mv (kgm/s)	$\frac{1}{2}mv^2$ (J)	Σmv (kgm/s)	$\Sigma\frac{1}{2}mv^2$ (J)
1	1	0.50	0	0	0	0.410	0.17	1	0.50	0.83	0.415	0.17	0.415	0.17
	2	0.50	0.82	0.410	0.17			2	0.50	0	0	0		
2	1	0.50	0	0	0	0.70	0.245	1	0.50	0.74	0.37	0.14	0.67	0.19
	2	1.00	0.70	0.70	0.245			2	1.00	0.3	0.3	0.05		
3	1	0.50	0	0	0	1.22	0.49	1	0.50	1.12	0.56	0.314	1.24	0.47
	2	1.50	0.81	1.22	0.49			2	1.50	0.45	0.675	0.152		

Prince of Songkla University Pattani Campus