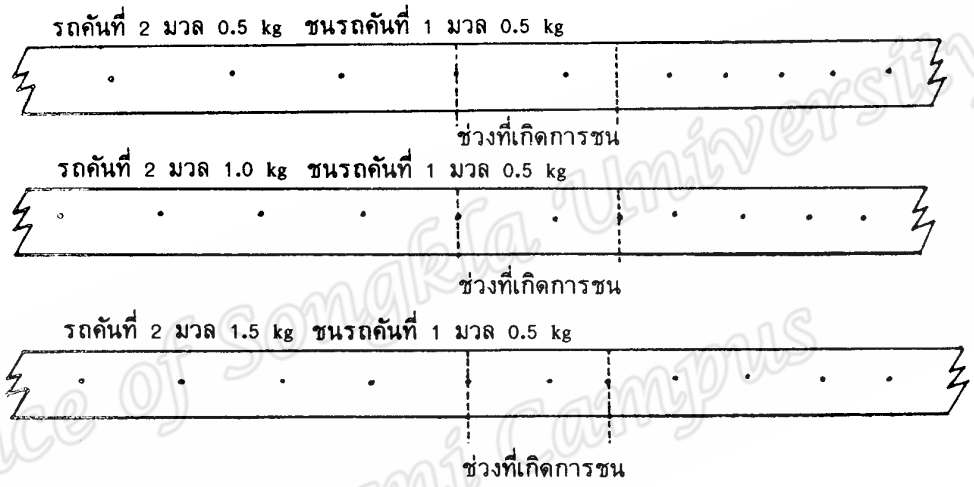
ตอนที่ 2 การศึกษาผลรวมของโมเมนตัมและผลรวมของพลังงานจลน์จากการชนแบบไม่ยืดหยุ่น

วิธีการทดลอง ทำเช่นเดียวกับการทดลองตอนที่ 1 เพียงแต่เปลี่ยนสปริงเป็นติดดินน้ำมันที่หน้ารถทดลองคันที่ 1 แทน

ผลการทดลอง

เมื่อใช้รถทดลองมวล 0.50, 1.00 และ 1.50 กิโลกรัม วิ่งเข้าชนรถมวล 0.50 กิโลกรัม ซึ่งติดดินน้ำมันไว้ท้ายรถ รถทั้งสองจะเคลื่อนที่ติดกันไป ดังนั้นความเร็วหลังการชนของรถทั้งสองคันจะเท่ากัน จุดบนแถบกระดาษที่ติดไว้ท้ายรถทดลองคันที่วิ่งเข้าชนจะมีลักษณะดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างจุดบนแถบกระดาษที่ติดกับรถทดลองที่วิ่งเข้าชนเมื่อชนกันแบบไม่ยืดหยุ่น

เมื่อนำแถบกระดาษมาหาความเร็วก่อนการชนและความเร็วหลังการชน แล้วคำนวณหาโมเมนตัมและพลังงานจลน์ บันทึกผลลงในตารางไว้ ดังตัวอย่าง

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตัวอย่างผลการทดลองตอนที่ 2

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	0.40	0.160	1	0.50	0.40	0.20	0.04	0.40	0.080
	2	0.50	0.80	0.40	0.160			2	0.50	0.40	0.20	0.40		
2	1	0.50	0	0	0	0.70	0.245	1	0.50	0.45	0.23	0.051	0.68	0.151
	2	1.00	0.70	0.70	0.245			2	1.00	0.45	0.45	0.101		
3	1	0.50	0	0	0	1.01	0.357	1	0.50	0.50	0.25	0.063	1.00	0.251
	2	1.50	0.675	1.01	0.357			2	1.50	0.50	0.75	0.188		

ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์ผลงาน

การอภิปรายผลการทดลองตอนที่ 1

1. หลังการชนในแต่ละกรณี รถทดลองทั้งสองคันเคลื่อนที่อย่างไร

(รถทดลองคันที่วิ่งเข้าชน จะหยุดนิ่ง ส่วนรถทดลองคันที่ถูกชน จะเคลื่อนที่ไปในแนวเส้นตรงเดียวกับรถคันที่เข้าชน)

2. ขนาดความเร็วก่อนการชน และหลังการชนของรถทดลองแต่ละคันเป็นอย่างไร

(ขนาดของความเร็วก่อนชน คันที่เข้าชน มีขนาดความเร็ว u ส่วนคันที่ถูกชนมีขนาดความเร็วเป็นศูนย์ ขนาดของความเร็วหลังชน คันที่เข้าชน มีขนาดความเร็วเป็นศูนย์ ส่วนคันที่ถูกชนมีความเร็วเป็น $\bar{v}$ ซึ่ง $\bar{v}$ มีค่าใกล้เคียงกับ $\bar{u}$)

3. ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนในแต่ละกรณีเป็นอย่างไร*(ทุกกรณี ผลรวมของโมเมนตัมก่อนชน เท่ากับ ผลรวมของโมเมนตัมหลังการชน)*

4. ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชนและหลังการชนในแต่ละกรณีเป็นอย่างไร

(ทุกกรณี ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชน เท่ากับ ผลรวมของพลังงานจลน์หลังการชน)

ครูให้ความรู้ต่อไปว่า การชนที่พลังงานจลน์ของระบบคงตัว เรียกว่า การชนแบบยืดหยุ่น

Prince of Songkla University Pattani Campus

อภิปรายผลการทดลองตอนที่ 2

1) หลังการชนในแต่ละกรณี รถทดลองแต่ละคันเคลื่อนที่อย่างไร

(หลังการชนรถทดลองจะเคลื่อนที่ติดกันไป)

2) ขนาดความเร็วก่อนการชน และหลังการชนของรถทดลองแต่ละคันเป็นอย่างไร

(ขนาดความเร็วก่อนการชน รถทดลองที่วิ่งเข้าชนจะมีความเร็วมากกว่าหลังชน รถทดลองที่ถูกชนก่อนชนจะมีขนาดความเร็วเป็นศูนย์ หลังการชน รถทดลองทั้งสองคันจะมีขนาดความเร็วเท่ากัน)

3) ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนในแต่ละกรณีเป็นอย่างไร

(ผลรวมของโมเมนตัมก่อนชน เท่ากับ ผลรวมของโมเมนตัมหลังชน)

4) ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชนและหลังการชนในแต่ละกรณีเป็นอย่างไร

(ผลรวมของพลังงานจลก่อนชน มากกว่า ผลรวมของพลังงานจลน์หลังชน)

5) เมื่อรถทดลองชนกันแล้วรูปร่างของดินน้ำมันเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่อย่างไร

(รูปร่างของดินน้ำมันจะเปลี่ยนแปลงไป คือ ยุบตัวลง)

6. ครูให้ความรู้ต่อไปว่า การชนของรถที่ติดดินน้ำมัน ผลรวมของพลังงานจลก่อนชนมากกว่า ผลรวมของพลังงานจลน์หลังชน แสดงว่า พลังงานจลน์ส่วนหนึ่งหายไประหว่างการชนจากการทำให้ดินน้ำมันยุบตัวลง การชนที่วัตถุสูญเสีย พลังงานจลน์ไประหว่างการชนนี้ เรียกว่า การชนแบบไม่ยืดหยุ่น สำหรับกรณีที่ทดลองนี้ หลังการชนติดกันไป แสงดว่า มีการสูญเสียพลังงานจลน์มากที่สุด เรียกว่า การชนแบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์

7. จากการทดลองทั้งสองตอน จะสรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

(1. การชนใน 1 มิติ ทุกกรณี โมเมนตัมของระบบคงตัว

2. การชนแบบยืดชน เท่ากับผลรวมของโมเมนตัมผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชน เท่ากับ ผลรวมของพลังงานหลังการชน

3. การชนแบบไม่ยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์ ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชน มากกว่า ผลรวมของพลังงานหลังการชน)

เพิ่มเติม

ในการทดลองทั้งสองตอน ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชน และผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนไม่เท่ากัน แต่มีค่าใกล้เคียงกันมีสาเหตุที่สรุปได้ดังนี้

1. การเลือกช่วงที่จะหาความเร็วก่อนการชน และหลังการชนผิดพลาดไป ความเร็วก่อน

Prince of Songkla University Pattani Campus

การชนจะต้องวัดจากช่วงจุดบนแถบกระดาษก่อนเกิดการชนเล็กน้อย และความเร็วหลังการชนจะต้องวัดเมื่อแผ่นเหล็กสปริงคลายตัวออกเต็มที่แล้ว หรือเมื่อดินน้ำมันยุบตัวแล้วความเร็วก่อนการชนและความเร็วหลังการชนนั้น เป็นความเร็วตรงจุดที่เกิดการชน จากการทดลองจะหาความเร็วตรงจุดที่เกิดการชนโดยตรงไม่ได้ จึงต้องหาค่าความเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลาสั้นๆทั้งก่อนการชนและหลังการชน ความเร็วเฉลี่ยที่หาได้มีค่าไม่เท่ากับความเร็วตรงจุดที่เกิดการชน

2. สำหรับการทดลองตอนที่1 นั้น ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชนและหลังการชนอาจไม่เท่ากัน มีสาเหตุมาจาก ความเร็วที่วัดได้ทั้งก่อนการชนและหลังการชนผิดพลาดไป ซึ่งเกิดจากการเลือกช่วงจุดที่ใช้วัดความเร็วไม่ถูกต้อง และผลเกิดจากแรงเสียดทานของล้อรถทดลองด้วย

8. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง การชนใน 1 มิติ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

ขั้นที่ 8 การแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด

นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย สรุปเนื้อหา โดยให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. การชนใน 1 มิติ มีลักษณะอย่างไร *(การชนใน 1 มิติ(One Dimension Collision) คือ การชนที่แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งสองจะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันทั้งก่อนการชนและหลังการชน การชนในแนวเส้นตรงจะเกิดขึ้นได้เมื่อแนวการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางมวลของวัตถุที่จะเข้าชนจะต้องผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชนเท่านั้น)*

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

3. 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)

ครูมอบหมายให้นักเรียนไป ศึกษาเนื้อหา เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม ซึ่งจะเรียนในคาบเรียนต่อไปมาล่วงหน้า

Prince of Songkla University Pattani Campus

การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ……..

.....

.....

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอน/ใบความรู้/แบบฝึกเสริมฯ เรื่อง การดลและแรงดล

3. ลูกเทนนิส สปริง

4. อุปกรณ์การทดลอง

รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม (7 คน)
1. รถทดลอง	2 คัน
2. แท่งเหล็ก	2 แท่ง
3. รางไม้	1 ราง
4. เครื่องเคาะสัญญาณเวลา	1 เครื่อง
5. หม้อแปลงไฟโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
6. แผ่นเหล็กสปริง	1 แผ่น
7. ด้ายยาว 30 เซนติเมตร	3 เส้น
8. สายไฟยาว	2 เส้น
9. สายไฟสั้น	ตามความเหมาะสม
10. แถบกระดาษ	ตามความเหมาะสม
11. ดินน้ำมัน	ตามความเหมาะสม
12. ชุดสาธิตการคงตัวของโมเมนตัม	1 ชุด/40 คน

การวัดและประเมินผล

1.วัดความเข้าใจของนักเรียน โดยดูจากการตั้งใจทำการทดลอง วิเคราะห์และสรุปผล

2. วัดความสนใจของนักเรียน โดยดูจากการตั้งใจฟังครูบรรยาย และการพยายามตอบคำถามครู และมีความสนใจที่จะถามข้อสงสัย และการให้ความร่วมมือในการเรียน

3. การทำแบบฝึกหัดจากใบงานที่แจกให้นักเรียน/การส่งการบ้าน

4. ประเมินเจตคติ คุณธรรมที่นักเรียนแสดงออกในขณะที่มีการเรียนรู้

กิจกรรมเสนอแนะ ……..

.....

Prince of Songkla University Pattani Campus

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่	ใบงานที่ 3 เรื่อง การทดลองการชนของวัตถุในแนวตรง	เวลา 4 ชั่วโมง

ชื่อ-สกุล……..…..เลขที่……กลุ่มที่……วันที่…….

กิจกรรม :: การทดลอง เรื่อง การชนของวัตถุในแนวตรง

ตอนที่ 1 การศึกษาโมเมนตัมและพลังงานจลน์จากการชนแบบยืดหยุ่น

จุดประสงค์ :: เพื่อศึกษาผลรวมของโมเมนตัมและผลรวมของพลังงานจลน์จากการชนแบบยืดหยุ่น ของรถทดลองก่อนและภายหลังการชน

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม :: 1)…….

2)…….

3)…….

4)…….

5)…….

6)…….

อุปกรณ์การทดลอง ::

รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1. รถทดลองมวล 0.5 กิโลกรัม	2 คัน
2. แท่งเหล็กมวล 0.5 กิโลกรัม	2 แท่ง
3. รางไม้	1 ราง
4. เครื่องเคาะสัญญาณเวลา	1 เครื่อง
5. หม้อแปลงไฟโวลต์ต่ำ 12 V	1 เครื่อง
6. สายไฟสั้น	2 เส้น
7. แถบกระดาษ	ตามความเหมาะสม
8. กระดาษคาร์บอน	ตามความเหมาะสม
9. ไม้บรรทัด	1 อัน

Prince of Songkla University Pattani Campus

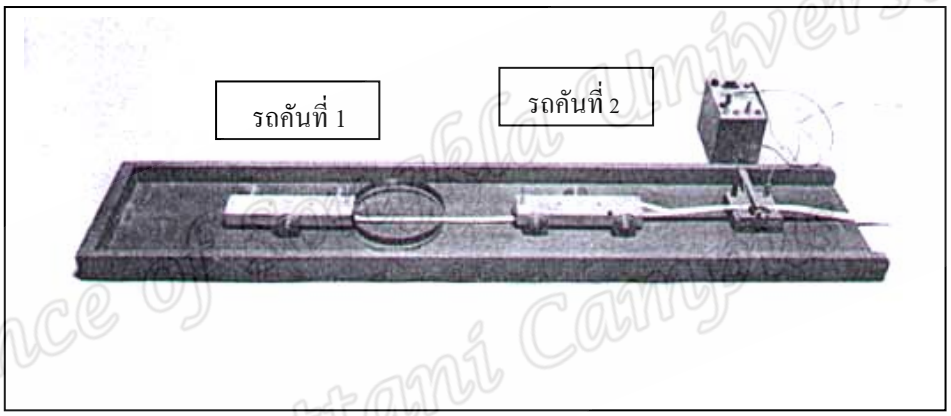
วิธีการทดลอง

1. วางรถทดลองคันที่ 1 ที่มีแผ่นเหล็กสปริงอยู่ท้ายรถ บนตอนกลางๆของรางไม้

2. นำเครื่องเคาะสัญญาณเวลาที่มีกระดาษคาร์บอน 2 แผ่น ซ้อนกันมาวางทางปลายรางด้านที่ไม่มีขอบกั้น

3. นำรถทดลองคันที่ 2 มาวางระหว่างรถทดลองคันที่ 1 กับเครื่องเคาะสัญญาณเวลา โดยวางค่อนไปทางเครื่องเคาะสัญญาณเวลา

4. ติดปลายหนึ่งของแถบกระดาษกับรถทดลองคันที่ 1 นำปลายที่เหลือลอดใต้รถคันที่ 2 แล้วจึงสอดแถบกระดาษนี้ใต้กระดาษคาร์บอนแผ่นล่างของเครื่องเคาะสัญญาณเวลา ใช้แถบกระดาษอีกแถบหนึ่งติดกับรถทดลองคันที่ 2 แล้วสอดปลายที่เหลือใต้กระดาษคาร์บอนของเครื่องเคาะสัญญาณเวลาอีกแผ่นหนึ่ง ดังรูปที่ 1



รูปที่ **1** การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการทดลองการชนแบบยืดหยุ่น

5. กดสวิตซ์ให้เครื่องเคาะสัญญาณเวลาทำงาน ใช้มือผลักรถทดลองคันที่ 2 ไปชนรถคันที่ 1 สังเกตการเคลื่อนที่ของรถทดลองทั้งสองคันหลังการชน ดึงแถบกระดาษออกจากรถทดลอง พร้อมทั้งเขียนข้อความบนแถบกระดาษทั้งสอง เพื่อบ่งบอกว่าเป็นแถบกระดาษจากรถทดลองคันที่ 1 หรือรถทดลองคันที่ 2

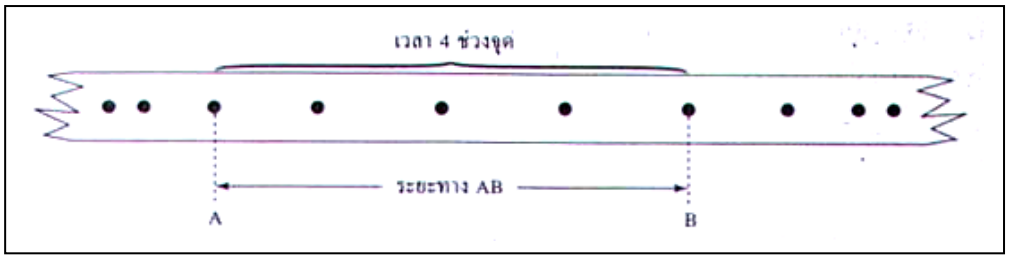
6. ทำการทดลองซ้ำโดยเพิ่มมวลของรถทดลองคันที่ 2 เป็น 2 และ 3 เท่าของรถทดลองคันที่ 1 ด้วยการวางแท่งเหล็ก 1 แท่ง และ 2 แท่ง ลงบนรถคันที่ 2

7. จากแถบกระดาษที่ได้ในแต่ละครั้ง นำมาหาขนาดของความเร็วของรถทดลองก่อนการชนและหลังการชน คำนวณหาโมเมนตัม ผลรวมของโมเมนตัม พลังงานจลน์และผลรวมของพลังงานจลน์ทั้งก่อนการชนและหลังการชน บันทึกผลการทดลอง ในตารางบันทึกผลการทดลอง

Prince of Songkla University Pattani Campus

การหาค่าความเร็วจากแถบกระดาษ

เมื่อรถทดลองดึงแถบกระดาษซึ่งสอดไว้กับเครื่องเคาะสัญญาณเวลา ได้แถบกระดาษดังรูปที่ 2



รูปที่ **2** จุดบนแถบกระดาษที่ได้จากการชนของรถทดลอง

เมื่อนำแถบกระดาษมาวิเคราะห์ จะพบว่าระยะระหว่างจุดสองจุดถัดกันอาจมีค่าคงตัวหรือไม่ก็ได้ แต่ช่วงเวลาหนึ่งช่วงจุดจะคงตัวเสมอ โดยจะเท่ากับ $\frac{1}{50}$ วินาที และสามารถนำไปคำนวณหาความเร็วเฉลี่ยได้ เช่น ในช่วง AB โดยที่ A กับ B อยู่ในช่วงเวลา 4 ช่วงจุด ซึ่งจะใช้เวลาทั้งสิ้น $4(\frac{1}{50})$ วินาที ดังนั้น ถ้า v เป็นความเร็วเฉลี่ยในช่วง AB จะได้

$$v = \frac{AB}{4(\frac{1}{50})} \text{ เมตรต่อวินาที} \qquad (1)$$

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ครั้งที่	ก่อนการชน							หลังการชน						
	รถคันที่	m (kg)	u (m/s)	mu (kgm/s)	$\frac{1}{2}mu^2$ (J)	$\sum mu$ (kgm/s)	$\sum\frac{1}{2}mu^2$ (J)	รถคันที่	m (kg)	v (m/s)	mv (kgm/s)	$\frac{1}{2}mv^2$ (J)	$\sum mv$ (kgm/s)	$\sum\frac{1}{2}mv^2$ (J)
1	1							1						
	2							2						
2	1							1						
	2							2						
3	1							1						
	2							2						

Prince of Songkla University Pattani Campus

สรุปและวิจารณ์

……

……

……

……

……

……

ปัญหา

1) การชนของวัตถุในแนวตรง แนวการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางมวลของวัตถุที่วิ่งเข้าชนผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชนหรือไม่ เพราะเหตุใด

……

……

2) หลังการชนแต่ละกรณี รถทดลองทั้งสองคันเคลื่อนที่อย่างไร ขนาดความเร็วก่อนการชนและหลังการชนของรถทดลองแต่ละคันเป็นอย่างไร

……

……

……

……

……

3)ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนและผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนในแต่ละกรณีเป็นอย่างไร

……

……

4) ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชนและผลรวมของพลังงานจลน์หลังการชนในแต่ละกรณี เป็นอย่างไร

……

……

☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺

Prince of Songkla University Pattani Campus

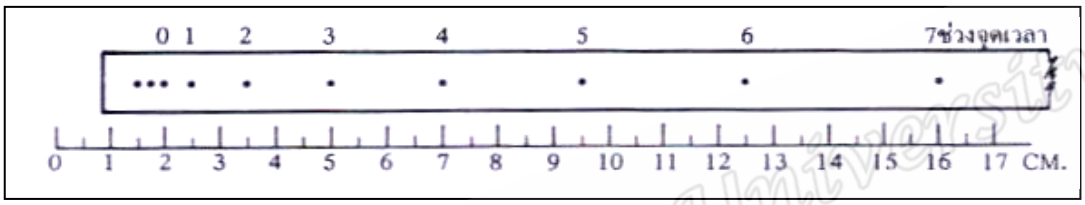
แบบทดสอบหลังการเรียน

การทดลอง เรื่อง การชนของวัตถุในแนวตรง

ชื่อ-สกุล……..……...…เลขที่……..…ระดับชั้น ม……...

คำชี้แจง :: จงทำเครื่องหมาย X ทับคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. จากแถบกระดาษที่ได้จากเครื่องเคาะสัญญาณเวลาชนิดเคาะ 50 ครั้ง ปรากฏข้อมูลดังรูป จงหาขนาดของความเร็ว ในช่วงเวลา 3 ช่วงจุด คือ จากช่วงจุดเวลาที่ 4 ถึงช่วงจุดเวลาที่ 7

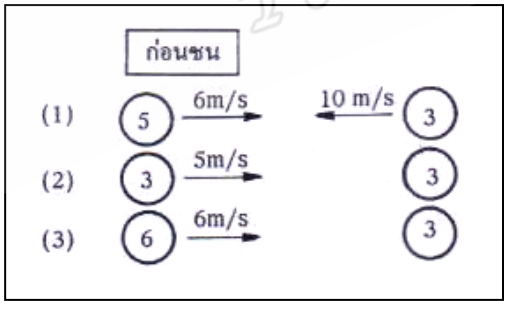


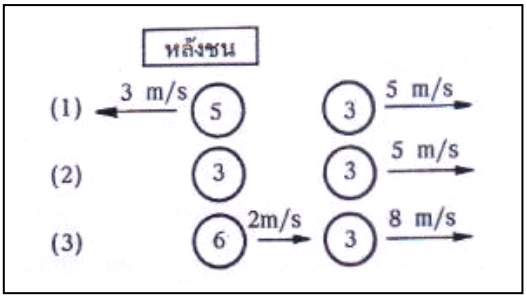
ก. 1.13 m/s ข. 1.50 m/s ค. 2.15 m/s ง. 2.25 m/s

2. วัตถุมวล 10 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 m/s พุ่งเข้าชนวัตถุมวล 10 kg ซึ่งอยู่นิ่ง ถ้าการชนเป็นแบบยืดหยุ่น พลังงานจลน์หลังการชนเป็นเท่าใด

ก. 125 จูล ข. 250 จูล ค. 500 จูล ง. 1,000 จูล

3. ในรูป (1),(2) และ (3) แสดงการชนกันของมวล 2 มวล ซึ่งขนาดบอกด้วยตัวเลขในวงกลม มีหน่วยเป็นกิโลกรัม รูปใดเป็นการชนกันแบบยืดหยุ่น





ก. 1 และ 2 ข. 2 และ 3 ค. 2 ง. 1 และ 3

Prince of Songkla University Pattani Campus

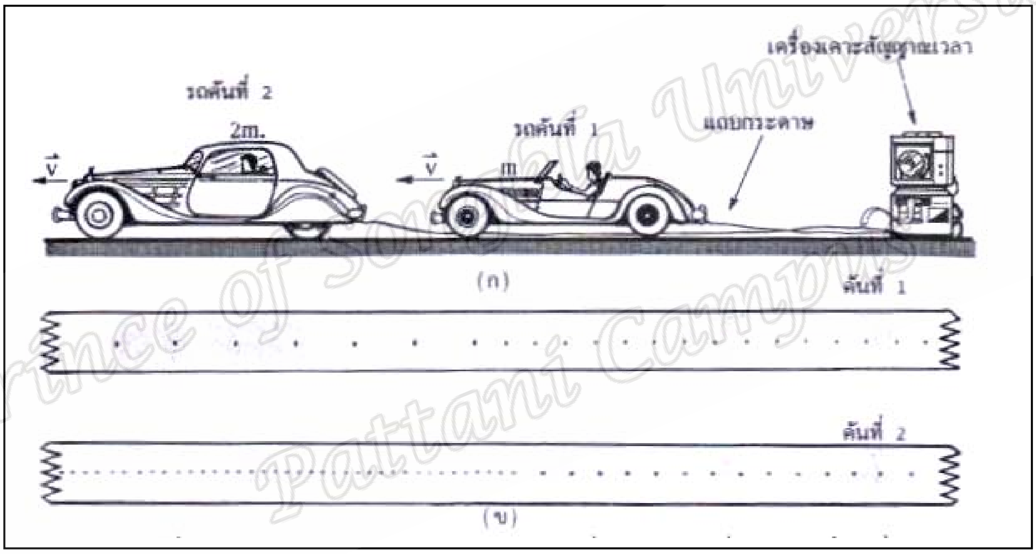
4. พิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ในการชนกันระหว่างวัตถุสองชิ้น ผลรวมของโมเมนตัมของวัตถุทั้งสอง ก่อนชนและหลังชนมีค่าเท่ากันเสมอ
2. ในการชนกันระหว่างวัตถุสองชิ้น ผลรวมของพลังงานจลน์ของวัตถุทั้งสอง ก่อนชนและหลังชนมีค่าเท่ากันเสมอ
3. ถ้ามีแรงกระทำต่อวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ พลังงานจลน์ของวัตถุนั้นจะเปลี่ยนไปเสมอ
4. ตัวอย่างการชนแบบยืดหยุ่น ได้แก่ รถยนต์ชนกัน การตอกเสาเข็ม เป็นต้น

ก. ข้อ 1 ถูก ข. ข้อ 1 และ 2 ถูก

ค. ข้อ 1,2 และ 3 ถูก ง. ข้อ 1,3 และ 4 ถูก

5.



Prince of Songkla University Pattani Campus

ในการทดลองเพื่อศึกษาการชนกันของรถทดลอง 2 คัน รถคันที่ 1 มีมวล m วิ่งชนรถคันที่ 2 ซึ่งมีมวล 2m ดังรูป (ก) อัตราเร็วของรถทั้งสองวัดได้จากรอยจุดบนแถบกระดาษ ดังรูป (ข) จากการทดลองนี้ ข้อความใดต่อไปนี้ถูกต้อง

กำหนดให้ P_I คือ ขนาดของโมเมนตัมรวมก่อนการชนกัน

P_F คือ ขนาดของโมเมนตัมรวมหลังการชนกัน

Ek_I คือ พลังงานจลน์รวมก่อนการชนกัน

Ek_F คือ พลังงานจลน์รวมหลังการชนกัน

ก. $P_F < P_I$ และ $Ek_F < Ek_I$ ข. $P_F < P_I$ และ $Ek_F = Ek_I$

ค. $P_F = P_I$ และ $Ek_F = Ek_I$ ง. $P_F = P_I$ และ $Ek_F < Ek_I$

☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺☺

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่	ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง การชนใน 1 มิติ	 เวลา 4 ชั่วโมง

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

$\sum \vec{P}_2$ = 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

Prince of Songkla University Pattani Campus

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รายวิชาฟิสิกส์ **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่ **เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม** **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

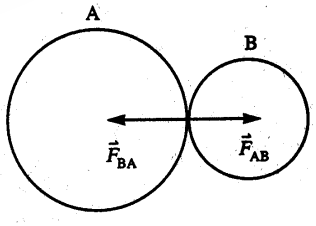
1. บอกความหมายของการชนใน 1 มิติ และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมได้
2. คำนวณหาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการชนใน 1 มิติ และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมได้

เนื้อหา

กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมของระบบ

พิจารณาวัตถุ 2 ก้อน เคลื่อนที่ชนกันหรือกระทบกัน วัตถุทั้ง 2 ก้อน จะมีการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ แสดงว่ามีแรงกระทำกับวัตถุทั้ง 2 ก้อน

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน กล่าวว่า “ทุกแรงกิริยาต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันและทิศทางตรงข้ามเสมอ โดยแรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยา กระทำต่อวัตถุทั้งก้อน” แสดงว่า แรงกระทำกับวัตถุทั้ง 2 ก้อน จะเป็น ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาจากการชนกันของวัตถุ

ให้ $\vec{F}_{AB}$ แทนแรงที่วัตถุ A กระทำต่อวัตถุ B

$\vec{F}_{BA}$ แทนแรงที่วัตถุ B กระทำกับวัตถุ A

Δt แทนช่วงเวลาที่วัตถุ A ชนกับวัตถุ B

จะได้ $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$

Prince of Songkla University Pattani Campus

$$m_B\left[\frac{\vec{v}_B-\vec{u}_B}{\Delta t}\right]=-m_A\left[\frac{\vec{v}_A-\vec{u}_A}{\Delta t}\right]$$

$$m_A\vec{u}_A+m_B\vec{u}_B=-m_A\vec{v}_A+m_B\vec{v}_B$$

$$m_A\vec{u}_A+m_B\vec{u}_B=m_A\vec{v}_A+m_B\vec{v}_B$$

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

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

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

ดังนั้น จะได้กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

ถ้าแรงลัพธ์ภายนอกมากระทำกับระบบมีค่าเป็นศูนย์ ($\sum\vec{F}=0$) แล้ว ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนของระบบ เท่ากับ ผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนของระบบเสมอ

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

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

นั่นคือ $\sum\vec{P}=\textbf{ค่าคงตัว}$

การชน(collision) คือ การที่วัตถุเคลื่อนที่กระทบกันในช่วงเวลาสั้นๆ

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

$$\sum\vec{P}=\textbf{ค่าคงตัว}$$

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

การชนใน 1 มิติ(One Dimension Collision) คือ การชนที่แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งสองจะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันทั้งก่อนการชนและหลังการชน การชนในแนวเส้นตรงจะเกิดขึ้นได้เมื่อแนวการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางมวลของวัตถุที่จะเข้าชนจะต้องผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชนเท่านั้น

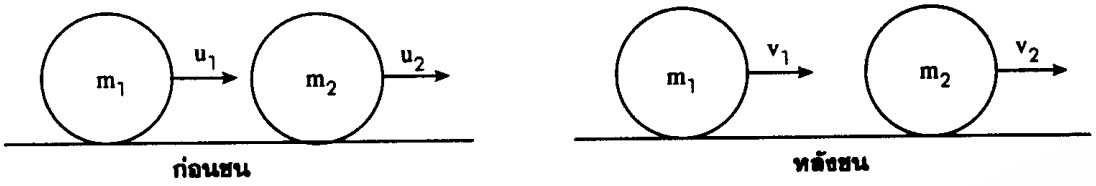
การชนใน 1 มิติ แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

4. การชนแบบยืดหยุ่น (Elastic Collision) คือ การชนแบบไม่สูญเสียพลังงานจลน์เลย เช่น การชนของอนุภาคเล็กๆ

Prince of Songkla University Pattani Campus

การวิเคราะห์การชนแบบยืดหยุ่นของวัตถุ 2 ก้อน ในแนวตรง

สมมติให้ m_1 แทนมวลของวัตถุที่วิ่งด้วยความเร็วก่อนชน $\vec{u}_1$ ชนกับวัตถุอีกก้อน (m_2) ทำให้ความเร็วหลังการชนเป็น $\vec{v}_1$ m_2 แทนมวลของวัตถุที่วิ่งด้วยความเร็วก่อนชน $\vec{u}_2$ ชนกับวัตถุอีกก้อน (m_1) ทำให้ความเร็วหลังชนเป็น $\vec{v}_2$



รูปที่ 2 วัตถุ m_1 ชนวัตถุ m_2 ทำให้ความเร็วเปลี่ยนแปลง

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

$$m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$
$$m_1\vec{u}_1 - m_1\vec{v}_1 = m_2\vec{u}_2 - m_2\vec{v}_2$$
$$m_1\left(\vec{u}_1 - \vec{v}_1\right) = m_2\left(\vec{v}_2 - \vec{u}_2\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

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

$$\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$$
$$m_1u_1^2 + m_2u_2^2 = m_1v_1^2 + m_2v_2^2$$
$$m_1u_1^2 - m_1v_1^2 = m_2v_2^2 - m_2u_2^2$$
$$m_1\left(u_1^2 - v_1^2\right) = m_2\left(v_2^2 - u_2^2\right)$$
$$m_1\left(u_1 - v_1\right)\left(u_1 + v_1\right) = m_2\left(v_2 - u_2\right)\left(v_2 + u_2\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

นำ $\frac{(2)}{(1)}$ จะได้ $\frac{m_1\left(u_1 - v_1\right)\left(u_1 + v_1\right)}{m_1\left(u_1 - v_1\right)} = \frac{m_2\left(v_2 - u_2\right)\left(v_2 + u_2\right)}{m_2\left(v_2 - u_2\right)}$

$$u_1 + v_1 = u_2 + v_2$$

เมื่อ $\sum E_{k1}$ = ผลรวมพลังงาจลน์ของระบบก่อนชน

$\sum E_{k2}$ = ผลรวมพลังงานจลน์ของระบบหลังการชน

ดังนั้น การชนแบบยืดหยุ่น จะได้ว่า

1. จากกฎการอนุรกษ์โมเมนตัม

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

Prince of Songkla University Pattani Campus

2. สมการพลังงานจลน์

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

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

$$u_1 + v_1 = u_2 + v_2$$

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

6. การชนแบบไม่ยืดหยุ่นโดยสมบูรณ์ (Completely Inelastic Collision) คือ การชนแบบสูญเสียพลังงานจลน์ไปมากที่สุด โดยภายหลังการชนวัตถุจะติดกันไป

การคำนวณการชนแบบไม่ยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่นโดยสมบูรณ์

1. กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

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

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

สำหรับการชนแบบไม่ยืดหยุ่นโดยสมบูรณ์ จะได้ว่า

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

2. ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนชน > ผลรวมของพลังงานจลน์หลังชน เสมอ

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

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

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์

1. ครูมอบหมายให้ตัวแทนนักเรียนออกมาทบทวนบทเรียนจากการทดลองเรื่องการชนในแนวตรง โดยนำเพื่อนักเรียนในชั้นอภิปรายตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 การชนใน 1 มิติ มีลักษณะการชนอย่างไร*(การชนใน 1 มิติ(One Dimension*

Prince of Songkla University Pattani Campus

Collision) คือ การชนที่แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งสองจะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันทั้งก่อนการชนและหลังการชน การชนในแนวเส้นตรงจะเกิดขึ้นได้เมื่อแนวการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางมวลของวัตถุที่จะเข้าชนจะต้องผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชนเท่านั้น)

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

1.3 การชนใน 1 มิติ แบบยืดหยุ่นสมบูรณ์ แบบยืดหยุ่นและแบบยืดไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์มีลักษณะอย่างไร

(-การชนแบบยืดหยุ่น (Elastic Collision) คือ การชนแบบไม่สูญเสียพลังงานจลน์เลย เช่น การชนของอนุภาคเล็กๆ

- การชนแบบไม่ยืดหยุ่น (Inelastic Collision) คือ การชนแบบสูญเสียพลังงานจลน์ไปบางส่วน พลังงานที่สูญเสียไปบางส่วนอาจจะเปลี่ยนไปเป็นเสียง, แสง, เปลี่ยนรูปทรง การชนโดยทั่วไปจะเป็นการชนแบบนี้

- การชนแบบไม่ยืดหยุ่นโดยสมบูรณ์ (Completely Inelastic Collision) คือ การชนแบบสูญเสีย พลังงานจลน์ไปมากที่สุด โดยภายหลังการชนวัตถุจะติดกันไป)

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์

2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายวิเคราะห์ผลการทดลองจนได้ข้อสรุปว่า ถ้าแรงลัพธ์ภายนอกมากระทำกับระบบมีค่าเป็นศูนย์ ($\sum \vec{F} = 0$) แล้ว ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนของระบบ เท่ากับ ผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนของระบบเสมอครู

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

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

นั่นคือ $\sum \vec{P}$ = **ค่าคงตัว**

3. ครูบอกว่าสิ่งที่นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายคือ กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

4. นักเรียนและครูช่วยกันอภิปรายการวิเคราะห์การชนใน 1 มิติแบบยืดหยุ่นของวัตถุ 2 ก้อน ในแนวตรง โดยการใช้กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์พลังงาน จนได้ข้อสรุปว่า การชนแบบยืดหยุ่น จากกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

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

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

สมการพลังงานจลน์

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

Prince of Songkla University Pattani Campus

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

$$u_1+v_1=u_2+v_2$$

ขั้นที่ 3 พัฒนาประสบการณ์

5. นักเรียนและครูร่วมกันแก้ปัญหาโจทย์เรื่องการชนใน 1 มิติ แบบยืดหยุ่น 1 ข้อ จากแบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์ แสดงวิธีทำบนกระดาน

6. ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเขียนเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่เป็นการชนแบบยืดหยุ่นนอกเหนือจากที่ครูได้กำหนด

7. นักเรียนตัวแทนเขียนเหตุการณ์บนกระดานโดยมีเพื่อนนักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปราย

ขั้นที่ 4 พัฒนาความรู้ความคิด

8. นักเรียนและครูช่วยกันอภิปรายการวิเคราะห์การชนใน 1 มิติแบบไม่ยืดหยุ่นและไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์ของวัตถุ 2 ก้อน โดยการใช้กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์พลังงาน จนได้ข้อสรุปว่า กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

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

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

สำหรับการชนแบบไม่ยืดหยุ่นโดยสมบูรณ์ จะได้ว่า

$$m_1u_1+m_2u=\left(m_1+m_2\right)v$$

ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนชน > ผลรวมของพลังงานจลน์หลังชน เสมอ

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

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

ขั้นที่ 5 การปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้ / ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงานของตน

9. ครูยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องการชนใน 1 มิติ แบบไม่ยืดหยุ่นและไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์ อย่างละ 1 ข้อ จากแบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์

10. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์ และวิเคราะห์ตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมโดยให้ตัวแทนกลุ่มของตนออกมานำเสนอบนกระดาน

11. นักเรียนตัวแทนที่ได้รับมอบหมายนำเสนอแสดงวิธีทำบนกระดาน

Prince of Songkla University Pattani Campus

ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์ผลงาน

12. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม ในส่วนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

ขั้นที่ 8 การแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด

13. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย สรุปเนื้อหา ด้วยคำถามต่อไปนี้

1. กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมกล่าวว่าอย่างไร *(ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนของระบบเท่ากับผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนของระบบเมื่อไม่มีแรงภายนอกมากระทำ)*

2. การชนใน 1 มิติแต่ละประเภท เราใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน และกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม อธิบายได้ว่าอย่างไร

(- การชนแบบยืดหยุ่น ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชน เท่ากับผลรวมของโมเมนตัมหลังการชน และผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชนเท่ากับ ผลรวมของพลังงานหลังการชน

- การชนแบบไม่ยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์ ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชน เท่ากับผลรวมของโมเมนตัมหลังการชน และ ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการชน มากกว่าผลรวมของพลังงานหลังการชน)

ครูมอบหมายให้นักเรียนไป ศึกษาเนื้อหา เรื่อง การชนใน 2 มิติ ซึ่งจะเรียนในคาบเรียนต่อไปมาล่วงหน้า

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอน/ใบความรู้/แบบฝึกเสริมฯ เรื่อง การชนใน 1 มิติและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

การวัดและประเมินผล

1.วัดความเข้าใจของนักเรียน โดยการตอบคำถามของนักเรียน

2. วัดความสนใจของนักเรียน โดยดูจากการตั้งใจฟังครูบรรยาย และการพยายามตอบคำถามครู และมีความสนใจที่จะถามข้อสงสัย และการให้ความร่วมมือในการเรียน

3. การทำแบบฝึกหัดจากใบงานที่แจกให้นักเรียน/การส่งการบ้าน

4. ประเมินเจตคติ คุณธรรมที่นักเรียนแสดงออกในขณะที่มีการเรียนรู้

กิจกรรมเสนอแนะ ……..

.....

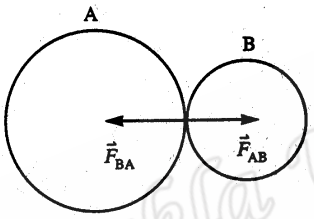
Prince of Songkla University Pattani Campus

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่	ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม	 เวลา 4 ชั่วโมง

กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมของระบบ

พิจารณาวัตถุ 2 ก้อน เคลื่อนที่ชนกันหรือกระทบกัน วัตถุทั้ง 2 ก้อน จะมีการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ แสดงว่ามีแรงกระทำกับวัตถุทั้ง 2 ก้อน

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน กล่าวว่า “ทุกแรงกิริยาต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันและทิศทางตรงข้ามเสมอ โดยแรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยา กระทำต่อวัตถุทั้งก้อน” แสดงว่า แรงกระทำกับวัตถุทั้ง 2 ก้อน จะเป็น ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาจากการชนกันของวัตถุ

ให้ $\vec{F}_{AB}$ แทนแรงที่วัตถุ A กระทำต่อวัตถุ B

$\vec{F}_{BA}$ แทนแรงที่วัตถุ B กระทำกับวัตถุ A

Δt แทนช่วงเวลาที่วัตถุ A ชนกับวัตถุ B

จะได้ $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$

$$m_B\left[\frac{\vec{v}_B - \vec{u}_B}{\Delta t}\right] = -m_A\left[\frac{\vec{v}_A - \vec{u}_A}{\Delta t}\right]$$

$$m_A\vec{u}_A + m_B\vec{u}_B = -m_A\vec{v}_A + m_B\vec{v}_B$$

$$m_A\vec{u}_A + m_B\vec{u}_B = m_A\vec{v}_A + m_B\vec{v}_B$$

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

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

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

ดังนั้น จะได้กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

ถ้าแรงลัพธ์ภายนอกมากระทำกับระบบมีค่าเป็นศูนย์ ($\sum\vec{F} = 0$) แล้ว ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนของระบบ เท่ากับ ผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนของระบบเสมอ

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

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

Prince of Songkla University Pattani Campus

นั่นคือ $\sum \vec{P}$ = **ค่าคงตัว**

การชน(collision) คือ การที่วัตถุเคลื่อนที่กระทบกันในช่วงเวลาสั้นๆ

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

$$\sum \vec{P} = \text{ค่าคงตัว}$$

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

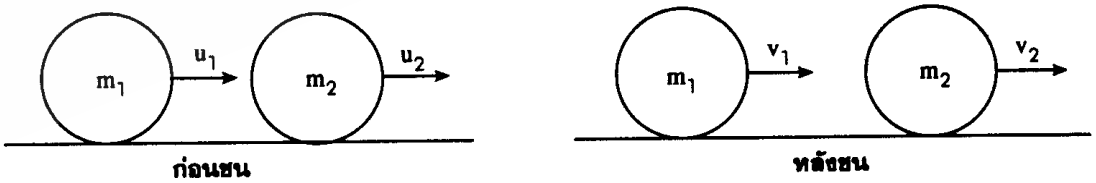
การชนใน 1 มิติ(One Dimension Collision) คือ การชนที่แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งสองจะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันทั้งก่อนการชนและหลังการชน การชนในแนวเส้นตรงจะเกิดขึ้นได้เมื่อแนวการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางมวลของวัตถุที่จะเข้าชนจะต้องผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชนเท่านั้น

การชนใน 1 มิติ แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

7. การชนแบบยืดหยุ่น (Elastic Collision) คือ การชนแบบไม่สูญเสียพลังงานจลน์เลย เช่น การชนของอนุภาคเล็กๆ

การวิเคราะห์การชนแบบยืดหยุ่นของวัตถุ 2 ก้อน ในแนวตรง

สมมติให้ m_1 แทนมวลของวัตถุที่วิ่งด้วยความเร็วก่อนชน $\vec{u}_1$ ชนกับวัตถุอีกก้อน (m_2) ทำให้ความเร็วหลังการชนเป็น $\vec{v}_1$ m_2 แทนมวลของวัตถุที่วิ่งด้วยความเร็วก่อนชน $\vec{u}_2$ ชนกับวัตถุอีกก้อน (m_1) ทำให้ความเร็วหลังชนเป็น $\vec{v}_2$



รูปที่ 2 วัตถุ m_1 ชนวัตถุ m_2 ทำให้ความเร็วเปลี่ยนแปลง

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

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

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

$$m_1\left(\vec{u}_1 - \vec{v}_1\right) = m_2\left(\vec{v}_2 - \vec{u}_2\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

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

Prince of Songkla University Pattani Campus

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

$$m_1u_1^2+m_2u_2^2=m_1v_1^2+m_2v_2^2$$

$$m_1u_1^2-m_1v_1^2=m_2v_2^2-m_2u_2^2$$

$$m_1\left(u_1^2-v_1^2\right)=m_2\left(v_2^2-u_2^2\right)$$

$$m_1\left(u_1-v_1\right)\left(u_1+v_1\right)=m_2\left(v_2-u_2\right)\left(v_2+u_2\right).....(2)$$

นำ $\frac{(2)}{(1)}$ จะได้ $\frac{m_1\left(u_1-v_1\right)\left(u_1+v_1\right)}{m_1\left(u_1-v_1\right)}=\frac{m_2\left(v_2-u_2\right)\left(v_2+u_2\right)}{m_2\left(v_2-u_2\right)}$

$$u_1+v_1=u_2+v_2$$

เมื่อ $\sum E_{k1}$ = ผลรวมพลังงาจลน์ของระบบก่อนชน

$\sum E_{k2}$ = ผลรวมพลังงานจลน์ของระบบหลังการชน

ดังนั้น การชนแบบยืดหยุ่น จะได้ว่า

3. จากกฎการอนุรกษ์โมเมนตัม

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

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

4. สมการพลังงานจลน์

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

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

$$u_1+v_1=u_2+v_2$$

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

9. การชนแบบไม่ยืดหยุ่นโดยสมบูรณ์ (Completely Inelastic Collision) คือ การชนแบบสูญเสียพลังงานจลน์ไปมากที่สุด โดยภายหลังการชนวัตถุจะติดกันไป

การคำนวณการชนแบบไม่ยืดหยุ่นและการชนแบบไม่ยืดหยุ่นโดยสมบูรณ์

3. กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

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

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

สำหรับการชนแบบไม่ยืดหยุ่นโดยสมบูรณ์ จะได้ว่า

Prince of Songkla University Pattani Campus

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

4. ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนชน > ผลรวมของพลังงานจลน์หลังชน เสมอ

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

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

Prince of Songkla University
Pattani Campus

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รายวิชาฟิสิกส์ **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่ **เรื่อง การชนใน 2 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

1. บอกความหมายของการชนใน 2 มิติได้
2. คำนวณหาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการชนใน 2 มิติได้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังด้านทักษะกระบวนการ

1. บอกได้ว่าการชนของวัตถุใน 2 มิติ มีทั้งการชนแบบยืดหยุ่น และการชนแบบไม่ยืดหยุ่น และบอกความแตกต่างของการชนดังกล่าวได้
2. นำกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมมาอธิบายการชนของวัตถุใน 2 มิติและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้

เนื้อหา

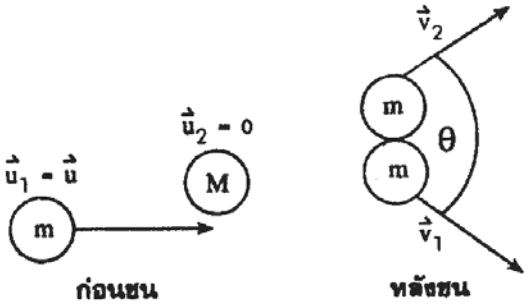
การชนใน 2 มิติ คือ การชนกันของวัตถุ โดยที่วัตถุก่อนชน และหลังการชนไม่ได้อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ซึ่งเกิดจากเป็นการชนแบบไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุ

การชนใน 2 มิติ แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การชนใน 2 มิติแบบยืดหยุ่น เป็นการชนที่หลังการชนวัตถุทั้งสองจะแยกออกจากกันเป็นมุม 90^{o}

พิจารณาการชนใน 2 มิติ แบบยืดหยุ่นของวัตถุ 2 ก้อนที่มีมวลเท่ากัน มวล m_1 มีความเร็ว $\bar{u}$ พุ่งเข้าชนวัตถุอีกก้อนหนึ่งมวล m_2 ที่อยู่นิ่งในแนวไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวล การชนเป็นแบบยืดหยุ่น ทำให้ความเร็วเปลี่ยนไปเป็น $\bar{v}_1$ และ $\bar{v}_2$ ดังรูปที่ 1

Prince of Songkla University Pattani Campus



รูปที่ 1 แสดงการชนใน 2 มิติ แบบยืดหยุ่น

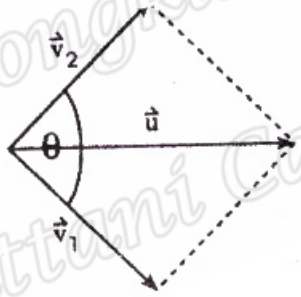
จากกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม $\sum \vec{P}_1 = \sum \vec{P}_2$

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

$$m_1\vec{u}_1 + 0 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$

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

พบว่า จะ $\vec{u} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$ รวมกันแบบเวกเตอร์ ดังรูป



รูปที่ 2 แสดงการหาเวกเตอร์ความเร็วลัพธ์

จากรูป หาขนาดได้ $u^2 = v_1^2 + v_2^2 + 2v_1v_2\cos\theta \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$

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

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

$$\frac{1}{2}m_1u_1^2 + 0 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$$

$$u^2 = v_1^2 + v_2^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

นำ (1) – (2) จะได้ $u^2 - u^2 = \left(v_1^2 + v_2^2\right) - \left(v_1^2 + v_2^2\right) + 2v_1v_2\cos\theta$

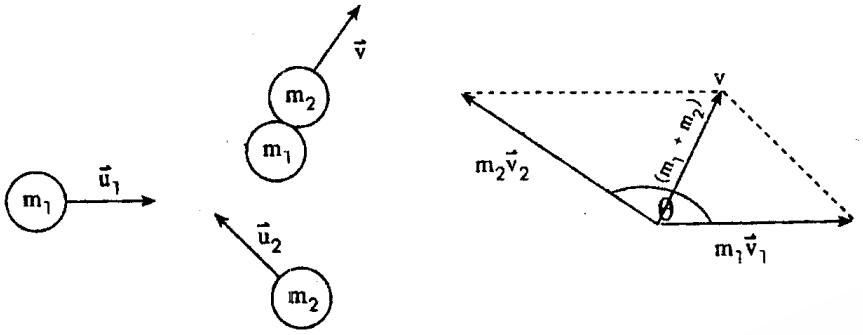
$$0 = 2v_1v_2\cos\theta$$

$$\cos\theta = 0$$

แสดงว่า $\theta = 90^0$

Prince of Songkla University Pattani Campus

2. การชนใน 2 มิติแบบไม่ยืดหยุ่น หลังการชนวัตถุจะติดกันไป m_1 มีความเร็ว $\bar{u}_1$ พุ่งเข้าชนวัตถุอีกก้อนหนึ่งมวล m_2 มีความเร็ว $\bar{u}_2$ ในแนวไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวล ในแนวทำมุม θ ต่อกัน โดยหลังการชนวัตถุทั้งสองจะเคลื่อนที่ติดกันไปด้วยความเร็ว $\bar{v}$ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงการชนใน 2 มิติ แบบไม่ยืดหยุ่น

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

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

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

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์

1. ครูให้ตัวแทนนักเรียนทบทวนการเนื้อหาการชนใน 1 มิติ ด้วยคำถามดังนี้

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

2) การชนใน 1 มิติ เกิดขึ้นได้อย่างไร*(เกิดจากการแนวการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางมวลของวัตถุที่จะเข้าชนจะต้องผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชน)*

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์

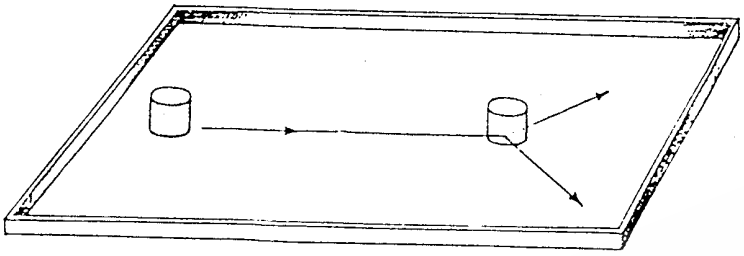
2. ครูกำหนดปัญหาว่า ถ้าเป็นการชนของวัตถุที่แนวจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุที่เข้าชน ไม่อยู่ในแนวจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชน ภายหลังการชนวัตถุจะเคลื่อนที่อย่างไร

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

Prince of Songkla University Pattani Campus

ขั้นที่ 3 พัฒนาประสบการณ์

4. ครูให้นักเรียนตัวแทนกลุ่มหนึ่งออกมาสาธิตการชนของแท่งไม้ 2 แท่ง บนถาดลดแรงเสียดทาน ดังนี้ วางแท่งไม้ 1 แท่ง ที่กลางถาดลดแรงเสียดทานซึ่งโรยเม็ดพลาสติกไว้ นำแท่งไม้อีก 1 แท่งมาวางที่ใกล้ขอบถาดด้านหนึ่ง ดังรูปที่ 4 ผลักแท่งไม้แท่งนี้ให้ไปชนกับแท่งไม้แท่งแรกซึ่งอยู่กลางถาดหลายๆครั้ง ด้วยแรงที่มีขนาดและทิศทางต่างๆกัน



รูปที่ 4 การผลักแท่งไม้ให้ชนกันแบบสองมิติ

5. นักเรียนสังเกตลักษณะการเคลื่อนที่ของแท่งไม้ทั้งสองแท่ง ทั้งก่อนชนและภายหลังการชน

ขั้นที่ 4 พัฒนาความรู้ความคิด

6. นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการสาธิต ที่นักเรียนสังเกตเห็นโดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำเพิ่มเติม จนได้ข้อสรุปว่า

- ถ้าความเร็วของแท่งไม้ที่วิ่งเข้าชนมีทิศทางอยู่ในแนวเดียวกับแนวจุดศูนย์กลางมวลของแท่งไม้ทั้งสอง เมื่อชนกันแล้วแท่งไม้ทั้งสองแท่งจะเคลื่อนที่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน

- ถ้าทิศความเร็วของแท่งไม่ที่วิ่งเข้าชนไม่อยู่ในแนวจุดศูนย์กลางมวลของแท่งไม้ทั้งสองแท่ง หลังจากการชน แท่งไม้ทั้งสองแท่งจะแยกไปคนละทาง

7. จากการสาธิต ครูให้ความรู้แก่นักเรียนว่า กรณีที่ถ้าทิศความเร็วของแท่งไม่ที่วิ่งเข้าชนไม่อยู่ในแนวจุดศูนย์กลางมวลของแท่งไม้ทั้งสองแท่ง หลังจากการชน แท่งไม้ทั้งสองแท่งจะแยกไปคนละทาง เรียกการชนในลักษณะนี้ว่า การชนใน 2 มิติ

ขั้นที่ 5 การปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้

8. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายยกตัวอย่างการชนแบบ 2 มิติ

9. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย การหาโมเมนตัมของแท่งไม้แต่ละแท่งก่อนและหลังการชนว่าจะหาได้เมื่อทราบมวลและความเร็วของแท่งไม้แต่ละแท่ง ทั้งก่อนการชน และหลังการชน

Prince of Songkla University Pattani Campus

10. ครูชี้ให้เห็นว่าการวัดความเร็วของแท่งด้วยเครื่องเคาะสัญญาณเวลานั้นทำได้ยาก เพราะเครื่องเคาะสัญญาณเวลาสามารถวัดความเร็วได้เฉพาะการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงและอยู่ในแนวเดียวกันเท่านั้น จึงต้องใช้วิธีการอื่นเพื่อหาความเร็วของวัตถุ เช่น การถ่ายภาพโดยใช้แสงไฟจากแฟลชที่สว่างเป็นจังหวะ อย่างเช่นภาพถ่ายการชนของลูกบิลเลียด 2 ลูก ดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 รูปถ่ายลูกบิลเลียด 2 ลูกชนกัน

11. จากรูปถ่ายลูกบิลเลียด 2 ลูก ครูแสดงวิธีการหาความเร็วของลูกบิลเลียดก่อนการชนและภายหลังการชน และแสดงให้เห็นว่า ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชน และภายหลังการชนของระบบเท่ากัน ครูย้ำกับนักเรียนว่า การชนใน 2 มิติ ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชน และภายหลังการชนของระบบเท่ากัน เหมือนกับการชนใน 1 มิติ

12. ครูอธิบายให้นักเรียนเพิ่มเติมว่า การชนใน 2 มิติ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การชนแบบยืดหยุ่น และไม่ยืดหยุ่น ต่อจากนั้นครูอธิบายถึงการนำหลักกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมมาอธิบายการชนใน 2 มิติทั้ง 2 ประเภท

13. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปจนข้อสรุปว่า การชนในสองมิติแบบยืดหยุ่น ผลรวมของโมเมนตัม ของระบบ และผลรวมของพลังงานจลน์ของระบบมีค่าคงตัว ส่วนการชนแบบไม่ยืดหยุ่น ผลรวมของ โมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัว แต่ผลรวมของพลังงานจลน์ของระบบ มีค่าไม่คงตัว

Prince of Songkla University Pattani Campus

ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงานของตน

14. ครูให้นักเรียนอธิบายยกตัวอย่างการชนทั้ง 2 ประเภท พร้อมวาดรูประกอบ

15. นักเรียนแต่ละกลุ่มวาดรูปประกอบการชนทั้ง 2 ประเภท และมอบหมายให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอที่หน้าชั้น

ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์ผลงาน

16. นักเรียนทั้งห้องร่วมกันอภิปรายลักษณะการชนทั้ง 2 ประเภท ที่ตัวแทนกลุ่มนำเสนอ

17. ครูยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์การชนใน 2 มิติจากแบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์ แสดงวิธีทำบนกระดาน

ขั้นที่ 8 การแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด

18. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง การชนใน 2 มิติ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

19. ครูนำอภิปราย เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดและสรุปเนื้อหา ด้วยคำถามต่อไปนี้

1. การชนใน 2 มิติ แตกต่างจากการชนใน 1 มิติอย่างไร *(การชนใน 2 มิติ แตกต่างจากการชนใน 1 มิติ คือวัตถุก่อนชน และหลังการชนไม่ได้อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน)*

2. การชนใน 2 มิติเกิดขึ้นได้อย่างไร *(การชนใน 2 มิติ เกิดจากจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุที่เข้าชนไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุที่ถูกชน)*

3. การชนใน 2 มิติ แบ่งเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง *(การชนใน 2 มิติ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ การชนใน 2 มิติแบบยืดหยุ่น และแบบไม่ยืดหยุ่น)*

4. การชนใน 2 มิติแบบยืดหยุ่น และแบบไม่ยืดหยุ่นแตกต่างกันอย่างไร *(การชนใน 2 มิติแบบยืดหยุ่น เป็นการชนที่หลังการชนวัตถุทั้งสองจะแยกออกจากกันเป็นมุม 90^{o} การชนใน 2 มิติแบบไม่ยืดหยุ่น หลังการชนวัตถุจะติดกันไป)*

ครูมอบหมายให้นักเรียนไป ศึกษาเนื้อหา เรื่อง การระเบิด และเตรียมอุปกรณ์ที่แสดงถึงการระเบิดจากการที่นักเรียนได้อ่านเนื้อหามาล่วงหน้าซึ่งจะเรียนในคาบเรียนต่อไปมาล่วงหน้า

การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ……..

.....

Prince of Songkla University Pattani Campus

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอน/ใบความรู้/แบบฝึกเสริมฯ เรื่อง การชนใน 2 มิติ

2. ถาดลดแรงเสียดทานและแท่งไม้

การวัดและประเมินผล

1.วัดความเข้าใจของนักเรียน โดยการตอบคำถามของนักเรียน

2. วัดความสนใจของนักเรียน โดยดูจากการตั้งใจฟังครูบรรยาย และการพยายามตอบคำถามครู และมีความสนใจที่จะถามข้อสงสัย และการให้ความร่วมมือในการเรียน

3. การทำแบบฝึกหัดจากใบงานที่แจกให้นักเรียน/การส่งการบ้าน

4. ประเมินเจตคติ คุณธรรมที่นักเรียนแสดงออกในขณะที่มีการเรียนรู้

กิจกรรมเสนอแนะ ……..

.....

……

Prince of Songkla University Pattani Campus

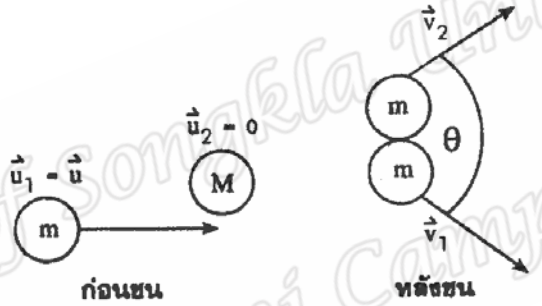
สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่	ใบความรู้ที่ 5 เรื่อง การชนใน 2 มิติ	เวลา 4 ชั่วโมง

การชนใน 2 มิติ คือ การชนกันของวัตถุ โดยที่วัตถุก่อนชน และหลังการชนไม่ได้อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ซึ่งเกิดจากเป็นการชนแบบไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุ

การชนใน 2 มิติ แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การชนใน 2 มิติแบบยืดหยุ่น เป็นการชนที่หลังการชนวัตถุทั้งสองจะแยกออกจากกันเป็นมุม 90^{o}

พิจารณาการชนใน 2 มิติ แบบยืดหยุ่นของวัตถุ 2 ก้อนที่มีมวลเท่ากัน มวล m_1 มีความเร็ว $\vec{u}$ พุ่งเข้าชนวัตถุอีกก้อนหนึ่งมวล m_2 ที่อยู่นิ่งในแนวไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวล การชนเป็นแบบยืดหยุ่น ทำให้ความเร็วเปลี่ยนไปเป็น $\vec{v}_1$ และ $\vec{v}_2$ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงการชนใน 2 มิติ แบบยืดหยุ่น

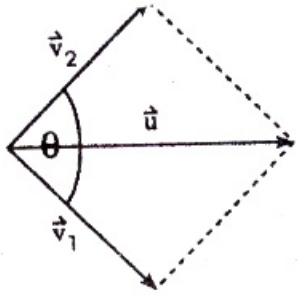
จากกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม $\sum \vec{P}_1 = \sum \vec{P}_2$

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

$$m_1\vec{u}_1 + 0 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$

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

พบว่า จะ $\vec{u} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$ รวมกันแบบเวกเตอร์ ดังรูป



รูปที่ 2 แสดงการหาเวกเตอร์ความเร็วลัพธ์

Prince of Songkla University Pattani Campus

จากรูป หาขนาดได้ $u^2 = v_1^2 + v_2^2 + 2v_1v_2\cos\theta$.....(1)

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

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

$$\frac{1}{2}m_1u_1^2 + 0 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$$

$$u^2 = v_1^2 + v_2^2 \text{.....(2)}$$

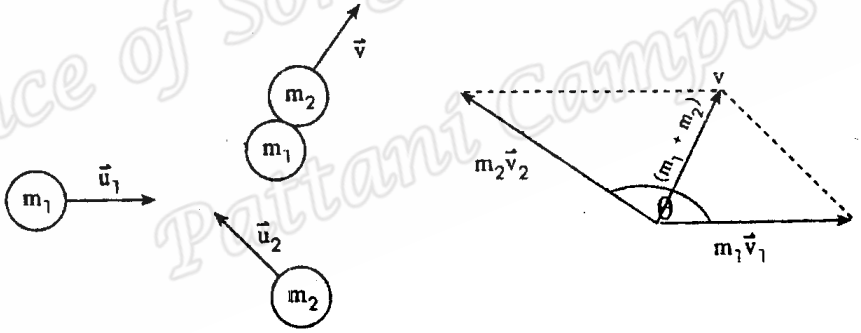
นำ (1) – (2) จะได้ $u^2 - u^2 = \left(v_1^2 + v_2^2\right) - \left(v_1^2 + v_2^2\right) + 2v_1v_2\cos\theta$

$$0 = 2v_1v_2\cos\theta$$

$$\cos\theta = 0$$

แสดงว่า $\theta = 90^0$

2. การชนใน 2 มิติแบบไม่ยืดหยุ่น หลังการชนวัตถุจะติดกันไป m_1 มีความเร็ว $\bar{u}_1$ พุ่งเข้าชนวัตถุอีกก้อนหนึ่งมวล m_2 มีความเร็ว $\bar{u}_2$ ในแนวไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวล ในแนวทำมุม θ ต่อกัน โดยหลังการชนวัตถุทั้งสองจะเคลื่อนที่ติดกันไปด้วยความเร็ว $\bar{v}$ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงการชนใน 2 มิติ แบบไม่ยืดหยุ่น

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

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

$$m_1\bar{u}_1 + m_2\bar{u}_2 = \left(m_1 + m_2\right)\bar{v}$$

Prince of Songkla University Pattani Campus

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

รายวิชาฟิสิกส์ **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่ **เรื่อง การระเบิด** **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

บอกความหมายของการระเบิดและคำนวณปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องได้

เนื้อหา

การระเบิด(Recoil) คือ การที่วัตถุรวมกันเป็นระบบก้อนเดียว แล้วมีการแยกตัวออกจากกัน

การระเบิดถือว่าเป็นการชนอย่างหนึ่ง โดยแรงที่ทำให้เกิดการระเบิดจะเป็นแรงที่เกิดขึ้นภายในระบบจึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนโมเมนตัมของระบบ นั่นคือ ผลรวมของโมเมนตัมของระบบเป็นศูนย์ ส่วนผลรวมของพลังงานจลน์ของระบบไม่เป็นศูนย์

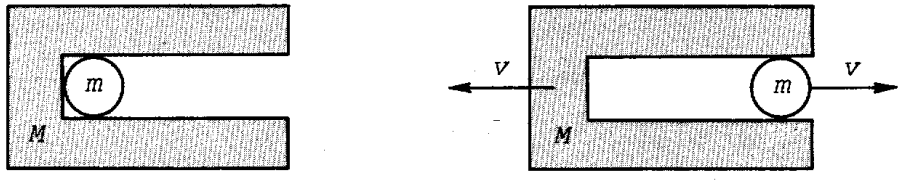
ดังนั้นจะได้เงื่อนไขของโมเมนตัมดังสมการ

$$\sum \vec{P} \text{ ก่อนระเบิด} \quad = \quad \sum \vec{P} \text{ หลังระเบิด}$$

การคำนวณการระเบิดของวัตถุ แยกการพิจารณาออกได้เป็น 2 แบบคือ

1. การระเบิดแบบแยกอิสระจากกัน การระเบิดของวัตถุลักษณะนี้วัตถุจะแยกออกจากกันอย่างอสระ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

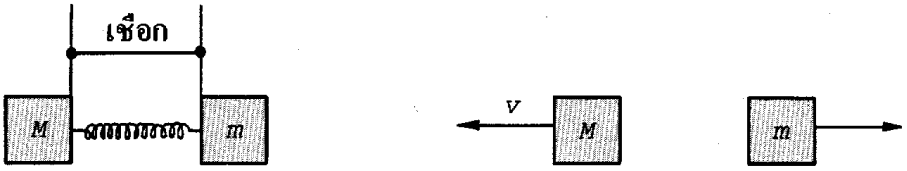
การยิงปืน เดิมกระสุนและปืนอยู่ด้วยกัน เมื่อยิงกระสุนออกจากตัวปืน ตัวปืนจะถอยหลัง



ก่อนระเบิด **หลังระเบิด**

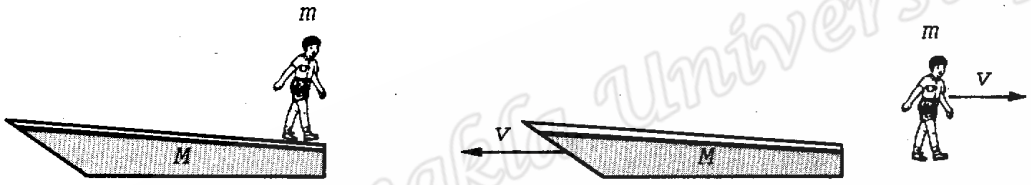
Prince of Songkla University Pattani Campus

มวลอัดสปริง วัตถุมวล M และ m ผูกติดกันด้วยเชือกและมีสปริงคั่นอยู่ ตัดเชือกให้ขาด มวล M และ m จะกระเด็นออกจากกันด้วยความเร็ว V และ v ตามลำดับ



ก่อนระเบิด **หลังระเบิด**

คนกระโดดเรือ เดิมคนและเรืออยู่ด้วยกัน เมื่อคนกระโดดจากเรือ เรือจะถอยหลัง



ก่อนระเบิด **หลังระเบิด**

จากตัวอย่างข้างบน หาความสัมพันธ์ของโมเมนตัมได้จากสมการ

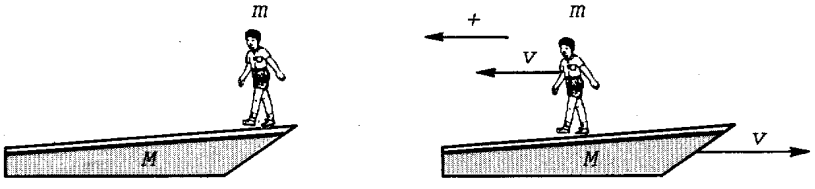
$$\sum \vec{P} \text{ ก่อนระเบิด} = \sum \vec{P} \text{ หลังระเบิด}$$

แทนค่า $0 = M\vec{V} + m\vec{v}$

จะได้ $MV = mv$

2. การระเบิดสัมพัทธ์ ภายหลังการระเบิดแล้ววัตถุยังอยู่ด้วยกัน การคำนวณให้ถือว่าวัตถุแต่ละตัวมีความเร็วเทียบกับโลก แล้วจึงแทนค่าในสมการ $\sum \vec{P}$ ก่อนระเบิด $= \sum \vec{P}$ หลังระเบิด

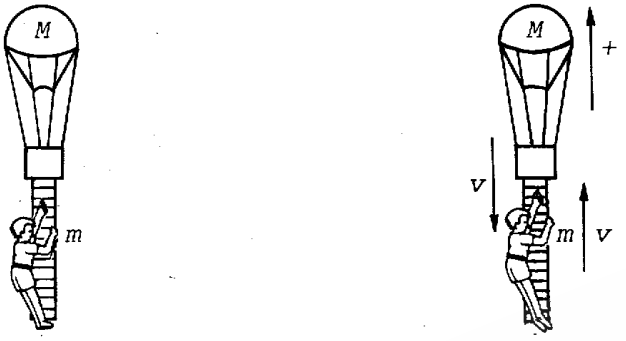
คนเดินบนเรือ ให้เดิมคนมวล m อยู่บนเรือมวล M เมื่อคนเดินบนเรือด้วยความเร็ว v จะทำให้เรือขยับด้วยความเร็ว V ในทิศตรงข้าม



ก่อนระเบิด **หลังระเบิด**

Prince of Songkla University Pattani Campus

คนไต่บอลลูน คนมวล m ห้อยอยู่ที่บันไดของบอนลูน ซึ่งมีมวล M คนไต่บอลลูนขึ้นด้วยความเร็ว v บอลลูนเคลื่อนที่ลงด้วยความเร็ว V



ก่อนระเบิด **หลังระเบิด**

จากตัวอย่างข้างบน ความเร็วคนเทียบกับเรือหรือลูกบอลลูน ต่างเท่ากับ v ดังนั้นความเร็วคนเทียบกับโลก = v - V

หาความสัมพันธ์โมเมนตัมจาก

$$\sum \vec{P} \text{ ก่อนระเบิด} = \sum \vec{P} \text{ หลังระเบิด}$$

แทนค่า $0 = M\vec{V} + m\vec{v}$

$= MV - m(v - V)$

จะได้ $mv = (M+m)V$

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์

1. ครูมอบหมายให้ตัวแทนนักเรียนกลุ่มหนึ่งมาทบทวนความหมายของการชน
2. นักเรียนทั้งห้องร่วมกันสรุปคามหมายของการชนว่า การชน คือ การที่มีวัตถุตั้งแต่ 2 อันขึ้นไปมากระทบกันในช่วงเวลาสั้นๆ ซึ่งเรานำเอากฎการอนุรักษ์โมเมนตัมมาอธิบายได้ว่าผลรวมของโมเมนตัมของระบบจะมีค่าคงตัว
3. ครูถามนักเรียนว่าถ้ามีวัตถุอันหนึ่ง แล้วทำให้แยกออกจากกัน ผลรวมของโมเมนตัมของระบบจะเป็นอย่างไร

Prince of Songkla University Pattani Campus

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดอภิปรายลักษณะของการชนแล้วทำให้แยกออกจากกัน ผลรวมของโมเมนตัมของระบบ

5. ครูแจ้งหัวข้อและจุดประสงค์สำหรับการเรียนในหัวข้อนี้ว่า นักเรียนจะต้องอธิบายความหมายของการระเบิด พร้อมทั้งต้องคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้

ขั้นที่ 3 พัฒนาประสบการณ์

6. ครูอธิบายความหมายและให้ความรู้ ของการระเบิดแบบแยกอิสระจากกัน(การยิงปืน มวลอัดสปริง คนกระโดดเรือ) และการระเบิดสัมพัทธ์ (คนเดินบนเรือ คนไต่บอลลูน)

7. ครูให้นักเรียนร่วมกันอธิบายการนำหลักของกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมของระบบและกฎการอนุรักษ์พลังงานมาอธิบายการระเบิดของวัตถุทุกกรณี จนได้ข้อสรุปว่า คือ ผลรวมของโมเมนตัมของระบบเป็นศูนย์ ส่วนผลรวมของพลังงานจลน์ของระบบไม่เป็นศูนย์

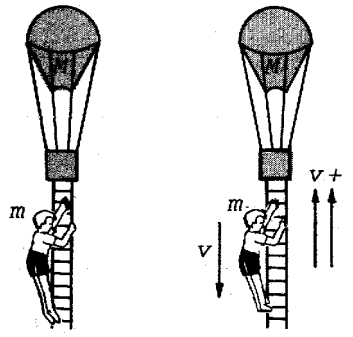
ขั้นที่ 4 พัฒนาความรู้ความคิด

8. ครูให้ตัวแทนนักเรียนออกมาสาธิตการปล่อยอากาศจากลูกโป่งแล้วให้ลูกโป่งเคลื่อนที่ไปข้างหน้า (จรวดลูกโป่ง) ให้นักเรียนสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น และอธิบายว่าทำไมลูกโป่งเมื่อปล่อยอากาศออกจึงเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้

9. ครูยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์การระเบิด และร่วมกับนักเรียนแสดงวิธีทำบนกระดาน

ตัวอย่างที่ 1 บอลลูนลูกหนึ่งมวล M กำลังลอยอยู่นิ่งๆ มีบันไดที่ทำด้วยเชือกห้อยลงมา และมีคนยืนอยู่ที่บันได ถ้าคนมวล m เริ่มไต่บันไดขึ้นไปด้วยความเร็ว v สัมพัทธ์กับบันได จงหาความเร็วของบอลลูนสัมพัทธ์กับโลก

วิธีทำ



ให้คนไต่เชือกขึ้นด้วยความเร็ว v สัมพัทธ์กับบอลลูน ทำให้บอลลูนเคลื่อนที่ลงด้วยความเร็ว V ดังนั้น ความเร็วคนเทียบกับโลก = v - V

จาก $\sum \vec{P}$ ก่อนระเบิด = $\sum \vec{P}$ หลังระเบิด

Prince of Songkla University Pattani Campus

แทนค่า $0 = m\vec{v} + M\vec{V}$

$0 = m(v - V) + M(-V)$

$0 = m(v - V) - MV$

$0 = mv - mV - MV$

$0 = mv - V(m + M)$

$V = \frac{mv}{m+M}$

ดังนั้นบอลลูนเคลื่อนที่ลงด้วยความเร็ว $= \frac{mv}{m+M}$ **ตอบ**

ขั้นที่ 5 การปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้

10. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำโจทย์เรื่อง การระเบิดจากแบบฝึกเสริมประสบการณ์ส่ง

11. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดทำโจทย์ปัญหาที่ได้รับมอบหมาย

ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงานของตน

12. ครูให้นักเรียนนำอุปกรณ์ที่แสดงการระเบิดที่ครูมอบหมายให้นักเรียนเตรียมมาจากครั้งที่แล้วนำเสนอที่หน้าชั้น

13. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนออุปกรณ์แสดงการระเบิดที่ได้รับมอบหมายไป ที่หน้าชั้น

ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์ผลงาน

14. นักเรียนร่วมกันอภิปรายการทดลองโดยมีครูคอยให้คำแนะนำอยู่

15. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง การระเบิด ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

ขั้นที่ 8 การแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด

16. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย สรุปเนื้อหา ด้วยคำถามต่อไปนี้

1. การระเบิด คืออะไร*(การระเบิด(Recoil) คือ การที่วัตถุรวมกันเป็นระบบก้อนเดียวแล้วมีการแยกตัวออกจากกัน)*

2. ผลรวมของโมเมนตัมก่อนระเบิดและหลังระเบิดเป็นอย่างไร *(ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการระเบิด เท่ากับ ผลรวมของโมเมนตัมหลังการระเบิด)*

Prince of Songkla University Pattani Campus

3. ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการระเบิดและหลังระเบิดเป็นอย่างไร *(ผลรวมของพลังงานจลน์ก่อนการระเบิดมากกว่าผลรวมของพลังงานจลน์หลังการระเบิด)*

ครูมอบหมายให้นักเรียนไปทบทวนเนื้อหาในสาระการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การชนและโมเมนตัม เพื่อเตรียมสอบเก็บคะแนน ซึ่งจะแจ้งให้ทราบต่อไป

การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ……..

.....

.....

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการสอน/ใบความรู้/แบบฝึกเสริมฯ เรื่อง การระเบิด
2. ลูกโป่ง/ด้ายยาวประมาณ 5 เมตร/หลอดกาแฟ/เทปกาวใส

การวัดและประเมินผล

1.วัดความเข้าใจของนักเรียน โดยการตอบคำถามของนักเรียน

2. วัดความสนใจของนักเรียน โดยดูจากการตั้งใจฟังครูบรรยาย และการพยายามตอบคำถามครู และมีความสนใจที่จะถามข้อสงสัย และการให้ความร่วมมือในการเรียน

3. การทำแบบฝึกหัดจากใบงานที่แจกให้นักเรียน/การส่งการบ้าน

4. ประเมินเจตคติ คุณธรรมที่นักเรียนแสดงออกในขณะที่มีการเรียนรู้

กิจกรรมเสนอแนะ ……..

.....

…….

Prince of Songkla University Pattani Campus

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่	ใบความรู้ที่ 6 เรื่อง การระเบิด	 เวลา 4 ชั่วโมง

การระเบิด(Recoil) คือ การที่วัตถุรวมกันเป็นระบบก้อนเดียว แล้วมีการแยกตัวออกจากกัน

การระเบิดถือว่าเป็นการชนอย่างหนึ่ง โดยแรงที่ทำให้เกิดการระเบิดจะเป็นแรงที่เกิดขึ้นภายในระบบจึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนโมเมนตัมของระบบ นั่นคือ ผลรวมของโมเมนตัมของระบบเป็นศูนย์ ส่วนผลรวมของพลังงานจลน์ของระบบไม่เป็นศูนย์

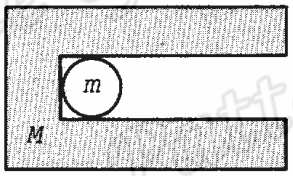
ดังนั้นจะได้เงื่อนไขของโมเมนตัมดังสมการ

$$\sum \vec{P} \text{ ก่อนระเบิด} \quad = \quad \sum \vec{P} \text{ หลังระเบิด}$$

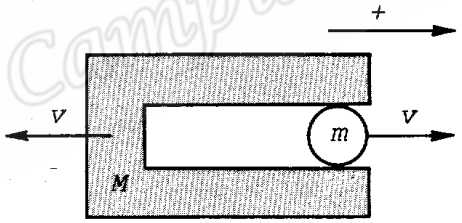
การคำนวณการระเบิดของวัตถุ แยกการพิจารณาออกได้เป็น 2 แบบคือ

1. การระเบิดแบบแยกอิสระจากกัน การระเบิดของวัตถุลักษณะนี้วัตถุจะแยกออกจากกันอย่างอสระ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

การยิงปืน เดิมกระสุนและปืนอยู่ด้วยกัน เมื่อยิงกระสุนออกจากตัวปืน ตัวปืนจะถอยหลัง

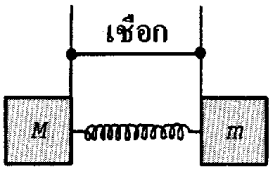


ก่อนระเบิด



หลังระเบิด

มวลอัดสปริง วัตถุมวล M และ m ผูกติดกันด้วยเชือกและมีสปริงคั่นอยู่ ตัดเชือกให้ขาด มวล M และ m จะกระเด็นออกจากกันด้วยความเร็ว V และ v ตามลำดับ

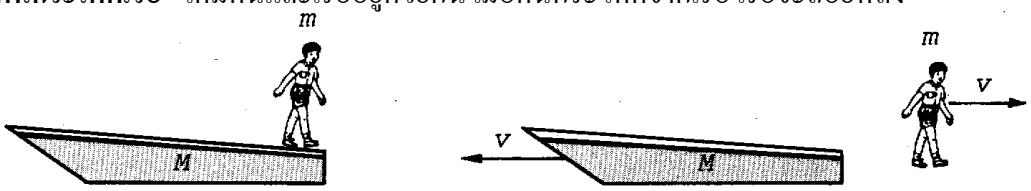


ก่อนระเบิด

หลังระเบิด

Prince of Songkla University Pattani Campus

คนกระโดดเรือ เดิมคนและเรืออยู่ด้วยกัน เมื่อคนกระโดดจากเรือ เรือจะถอยหลัง



ก่อนระเบิด **หลังระเบิด**

จากตัวอย่างข้างต้น หาความสัมพันธ์ของโมเมนตัมได้จากสมการ

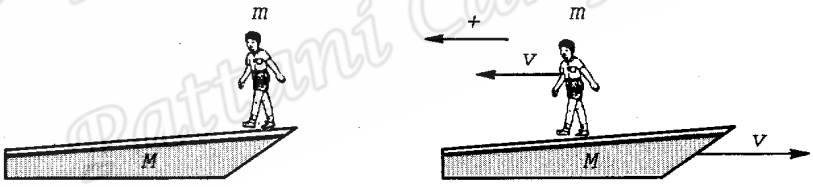
$$\sum \vec{P} \text{ ก่อนระเบิด} = \sum \vec{P} \text{ หลังระเบิด}$$

แทนค่า $0 = M\vec{V} + m\vec{v}$

จะได้ $MV = mv$

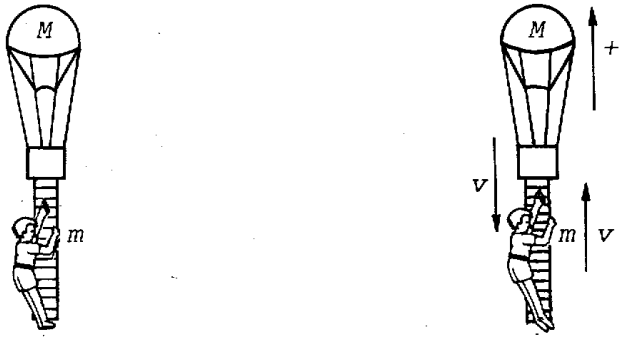
2. การระเบิดสัมพัทธ์ ภายหลังการระเบิดแล้ววัตถุยังอยู่ด้วยกัน การคำนวณให้ถือว่าวัตถุแต่ละตัวมีความเร็วเทียบกับโลก แล้วจึงแทนค่าในสมการ $\sum \vec{P}$ ก่อนระเบิด $= \sum \vec{P}$ หลังระเบิด

คนเดินบนเรือ ให้เดิมคนมวล m อยู่บนเรือมวล M เมื่อคนเดินบนเรือด้วยความเร็ว v จะทำให้เรือขยับด้วยความเร็ว V ในทิศตรงข้าม



ก่อนระเบิด **หลังระเบิด**

คนไต่บอลลูน คนมวล m ห้อยอยู่ที่บันไดของบอนลูน ซึ่งมีมวล M คนไต่บอลลูนขึ้นด้วยความเร็ว v บอลลูนเคลื่อนที่ลงด้วยความเร็ว V



ก่อนระเบิด **หลังระเบิด**

Prince of Songkla University Pattani Campus

จากตัวอย่างข้างบน ความเร็วคนเทียบกับเรือหรือลูกบอลลูน ต่างเท่ากับ v ดังนั้นความเร็วคนเทียบกับโลก = v - V

หาความสัมพันธ์โมเมนตัมจาก

จาก $\sum \vec{P}$ ก่อนระเบิด = $\sum \vec{P}$ หลังระเบิด

แทนค่า $0 = m\vec{v} + M\vec{V}$

$= MV - m(v - V)$

จะได้ $mv = (M+m)V$

Prince of Songkla University Pattani Campus