

ฟิสิกส์ เล่ม ๒ ชั้น ม.๔

โมเมนตัมและการชน

ผศ.สุชาติ สุภาพ

พิมพ์และจัดจำหน่ายโดย

สุชาติ สุภาพ

133/471 หมู่ ๒ ต. พิมลราช อําเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี 11110

E - mail suchart11111@hotmail.com

พิมพ์ที่ หจก.รส 1999 ม.เพชรอนันต์ เขตคันนายาว กรุงเทพฯ ๑ 10230

คำนำ

หนังสือฟิสิกส์ ม.4 เรื่อง “โมเมนตัมและการชน” เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดพื้นฐานของ โมเมนตัม และ การชน ซึ่งเป็นหัวข้อสำคัญในวิชา กลศาสตร์และมีบทบาทในการอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุอย่างลึกซึ้งเนื้อหาในหนังสือครอบคลุมตั้งแต่ความหมายของโมเมนตัม การคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมและแรงดล ไปจนถึงกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม และการวิเคราะห์การชนในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งในหนึ่งมิติและสองมิติ รวมถึงการชนแบบยืดหยุ่นและไม่ยืดหยุ่น โดยมุ่งเน้นการอธิบายอย่างเป็นขั้นตอน ใ้ภาษาที่เข้าใจง่าย พร้อมตัวอย่างประกอบที่หลากหลาย และแบบฝึกหัดเพื่อเสริมทักษะการวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์ หนังสือเล่มนี้เหมาะสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ครูผู้สอน และผู้สนใจในวิชาฟิสิกส์ โดยผู้เขียนหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะช่วยสร้างความเข้าใจในแนวคิดเกี่ยวกับแรง การเคลื่อนที่ และการชนของวัตถุ ซึ่งจะเป็นรากฐานสำคัญในการศึกษาฟิสิกส์ระดับสูงต่อไปในอนาคต

ถ้าท่านสนใจหนังสือในรูปแบบ E-BOOK ก็มีจำหน่ายที่เว็บไซต์ ร้านนายอินทร์ , MEB , อุกัปปี้ , ซีอีดี , htextures , ศูนย์หนังสือจุฬาฯ และ DDebook

สำหรับท่านที่สนใจหนังสือของกระผมแต่หาซื้อตามร้านหนังสือทั่วไปไม่ได้ สามารถซื้อออนไลน์ที่แอปต่าง ๆ โดยสแกน QR โค้ดข้างล่างนี้
(ที่ช้อปปีมีหนังสือมากที่สุด)



สุชาติ สุภาพ

มือถือ 083-920-3825

บทที่ 6

โมเมนตัมและการชน

เมื่อเราสังเกตเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน เช่น การเตะลูกบอล การปะทะกันของรถ หรือการกระเด็นกลับของลูกบิลเลียด สิ่งเหล่านี้ล้วนเกี่ยวข้องกับแนวคิดที่สำคัญในฟิสิกส์ที่เรียกว่า “โมเมนตัม” ซึ่งเป็นปริมาณทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับมวลและความเร็วของวัตถุ ในบทเรียนนี้ นักเรียนจะได้ศึกษาเกี่ยวกับ โมเมนตัมเชิงเส้น ซึ่งเป็นผลคูณของมวลและความเร็วของวัตถุ และเรียนรู้หลักการสำคัญอย่าง กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม ซึ่งใช้ในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบเมื่อมีการชนหรือการกระทบกันระหว่างวัตถุสองชิ้นขึ้นไป นอกจากนี้ ยังจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับ ประเภทของการชน ได้แก่ การชนอย่างยืดหยุ่น การชนไม่ยืดหยุ่น และการชนอย่างไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์ ตลอดจนการวิเคราะห์พลังงานที่เปลี่ยนไปในระหว่างการชน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งในชีวิตประจำวันและในงานทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม

6.1 โมเมนตัม

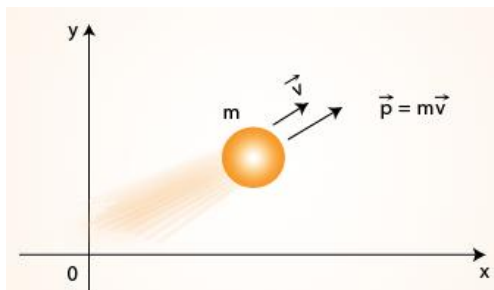
โมเมนตัม (p) หมายถึงปริมาณที่บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุที่พยายามทำให้วัตถุพุ่งตัวไปข้างหน้าในทิศทางของความเร็ว เช่นรถเล็กกับรถใหญ่เมื่อแล่นด้วยความเร็วเท่ากัน ความพยายามที่จะพุ่งตัวไปข้างหน้าของรถใหญ่จะมากกว่ารถเล็ก

โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศทางเดียวกับความเร็วของวัตถุ มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลกับความเร็วของวัตถุ หรือเขียนในรูปสมการได้ว่า

$$P = mv \quad (6-1)$$

เมื่อ $\vec{P}$ คือโมเมนตัม มีหน่วยเป็น กิโลกรัม.เมตร/วินาที m คือมวลของวัตถุ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม

v คือความเร็วของวัตถุ มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)



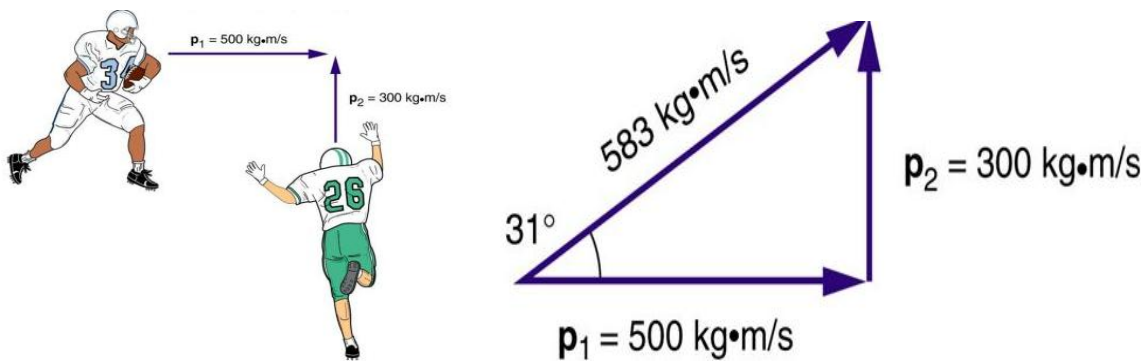
รูป 6.1 โมเมนตัมหมายถึงความพยายามที่จะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

แบบทดสอบระหว่างเรียน

ถ้าใช้คอนปอนด์มวล 5 กิโลกรัมทุบก้อนหินด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที โมเมนตัมของคอนขณะกระทบก้อนหินมีค่าเท่าไร



โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทั้งขนาดและทิศทาง เมื่อนำมาบวกกันต้องรวมกันแบบเวกเตอร์ เช่นนักรักบี้คนหนึ่งมีโมเมนตัมเท่ากับ 500 กิโลกรัม-เมตร/วินาที ในทิศตะวันออกและนักรักบี้คนหนึ่งมีโมเมนตัมเท่ากับ 300 กิโลกรัม-เมตร/วินาที ในทิศเหนือเมื่อนักรักบี้ทั้งสองชนกันจะมีโมเมนตัมรวมเท่ากับ 583 กิโลกรัม-เมตร/วินาที ดังรูป



รูป 6.2 การบวกโมเมนตัม

ตัวอย่าง ขว้างลูกเทนนิสมวล 400 กรัม เข้าชนกำแพงด้วยความเร็ว 2 เมตร/วินาที ปรากฏว่าลูกเทนนิสสะท้อนกลับด้วยความเร็ว 1 เมตร/วินาที จงหาโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ จาก โมเมนตัมที่เปลี่ยนไป} &= mv_2 - mv_1 \\
 &= (0.4\text{kg})(-1\text{ m/s}) - (0.4\text{kg})(2\text{ m/s}) \\
 &= -1.2 \frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}}
 \end{aligned}$$

ตอบ

โมเมนตัม

ในชีวิตประจำวัน เรามักพบเห็นวัตถุที่เคลื่อนที่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น รถยนต์ที่แล่นไปข้างหน้า หรือพัดลมที่กำลังหมุนอยู่ โมเมนตัมเป็นแนวคิดสำคัญในฟิสิกส์ที่ใช้ในการอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุเหล่านี้ ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 เราจะศึกษา “โมเมนตัม ๒ แบบ” ซึ่งได้แก่

1. โมเมนตัมเชิงเส้น เกิดจากวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง เช่น ลูกบอลที่กำลังไปบนพื้น หรือรถที่แล่นไปบนถนน โมเมนตัมชนิดนี้ขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุและความเร็วของมัน
2. โมเมนตัมเชิงมุม เกิดจากการหมุนของวัตถุ เช่น ล้อรถจักรยานที่หมุน หรือโลกที่หมุนรอบตัวเอง ซึ่งเป็นอีกลักษณะหนึ่งของการเคลื่อนที่ที่สำคัญ

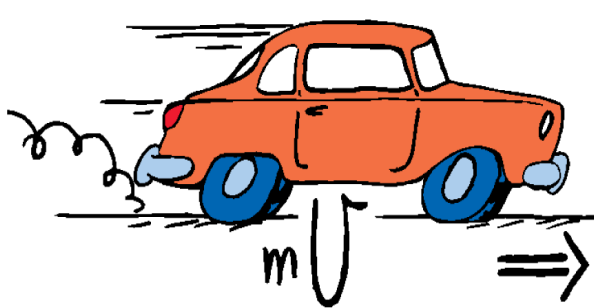
แม้ทั้งสองแบบจะแตกต่างกันในลักษณะการเคลื่อนที่ แต่ต่างก็มีหลักการร่วมคือ การอนุรักษ์โมเมนตัม ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจพฤติกรรมของวัตถุในระบบต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล ในบทเรียนนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้ความหมายของโมเมนตัมแต่ละแบบ ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และสามารถนำความรู้ไปใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

โมเมนตัมมี ๒ ชนิด คือ

1) โมเมนตัมเชิงเส้น

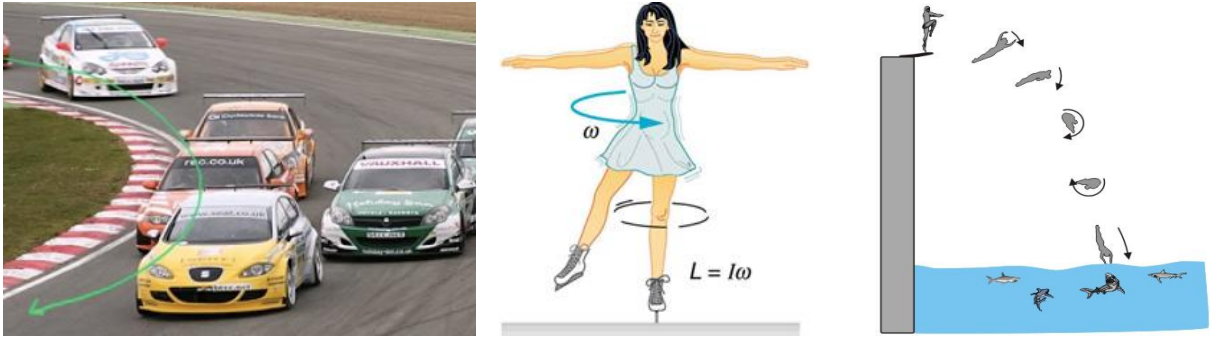
๒) โมเมนตัมเชิงมุม

1) โมเมนตัมเชิงเส้น หมายถึงโมเมนตัมของวัตถุที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง เช่น โมเมนตัมของรถที่กำลังแล่นบนถนนตรง



รูป ๐.๓ สิ่งที่มีโมเมนตัมเชิงเส้น

๒) โมเมนตัมเชิงมุม หมายถึงโมเมนตัมของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งหรือวงกลม เช่น โมเมนตัมของรถที่กำลังแล่นเลี้ยวโค้ง



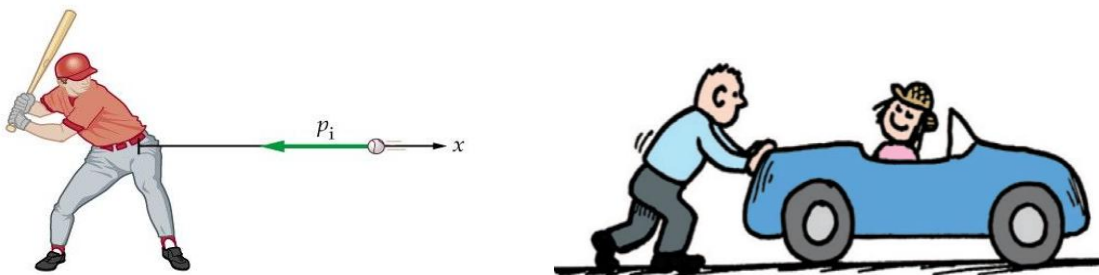
รูป 6.4 สิ่งที่มีโมเมนตัมเชิงมุม

สำหรับวัตถุที่กำลังจะมีทั้งโมเมนตัมเชิงเส้นและโมเมนตัมเชิงมุม

6.2 แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

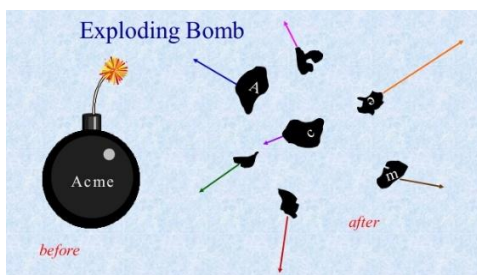
ในชีวิตประจำวัน เรามักพบวัตถุที่เปลี่ยนความเร็วหรือทิศทางเคลื่อนที่ เช่น ลูกบอลที่หยุดลงเมื่อกระทบพื้น หรือรถที่เร่งความเร็วเมื่อเหยียบคันเร่ง เหตุการณ์เหล่านี้ล้วนเกิดจากการมี แรง มากระทำต่อวัตถุ ทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงของโมเมนตัม ซึ่งสอดคล้องกับหลักการพื้นฐานของฟิสิกส์ที่เรารู้จักว่า กฎข้อที่สองของนิวตันในรูปของโมเมนตัมแนวคิดนี้นำไปสู่การอธิบายคำว่า แรงกระทำสุทธิ = อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัม

การทำให้โมเมนตัมของวัตถุใด ๆ เปลี่ยนแปลง มีวิธีเดียวคือต้องใช้แรงมากระทำต่อวัตถุ เช่นเราสามารถเปลี่ยนโมเมนตัมของลูกเบสบอลด้วยการตีออกไป หรือเปลี่ยนโมเมนตัมของรถด้วยการออกแรงเร่งเป็นต้น



รูป 6.5 แรงทำให้โมเมนตัมของวัตถุใด ๆ เปลี่ยนแปลง

เมื่อวัตถุชนกันโดยไม่มีแรงภายนอกมากระทำต่อระบบโมเมนตัมของแต่ละวัตถุมีการเปลี่ยนแปลง แต่ผลรวมของโมเมนตัมของวัตถุทั้งระบบจะมีค่าไม่เปลี่ยนแปลง



(a)



(b)

รูป 6.6 (a) โมเมนตัมก่อนระเบิดเท่ากับโมเมนตัมหลังระเบิด (b) โมเมนตัมก่อนชนเท่ากับโมเมนตัมหลังชน

การชนกับการเปลี่ยนโมเมนตัม

ในชีวิตประจำวัน เรามักพบเห็นเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการชน เช่น การชนกันของรถยนต์ ลูกบอลที่กระทบกับพื้น หรือการติดลูกแก้วใสกัน ซึ่งปรากฏการณ์เหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นอย่างไร้ระเบียบ หากแต่สามารถอธิบายได้ด้วยหลักฟิสิกส์ที่สำคัญ นั่นคือ กฎการเปลี่ยนแปลงของโมเมนตัม เมื่อวัตถุชนกัน จะเกิดแรงกระทำระหว่างกันในช่วงเวลาสั้น ๆ ซึ่งส่งผลให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลงไป การเปลี่ยนแปลงนี้สัมพันธ์กับแรงดลที่เกิดขึ้น และสามารถวิเคราะห์ได้ผ่านปริมาณเวกเตอร์ที่เรียกว่า "โมเมนตัม" การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการชนและการเปลี่ยนโมเมนตัมจึงเป็นพื้นฐานสำคัญในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่

การชนกับการเปลี่ยนโมเมนตัมอาจเกิดขึ้นได้หลายกรณี ดังนี้

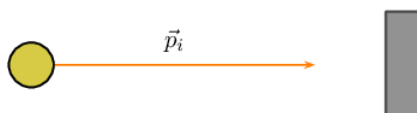
1) เมื่อเกิดการชนแล้ววัตถุสะท้อนกลับมา

2) เมื่อเกิดการชนแล้ววัตถุหยุดนิ่ง

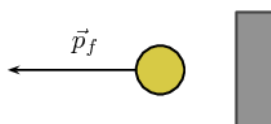
3) เมื่อเกิดการชนแล้ววัตถุเคลื่อนที่ต่อไปในแนวเดิม แต่ความเร็วลดลง

1) เมื่อเกิดการชนแล้ววัตถุสะท้อนกลับมา

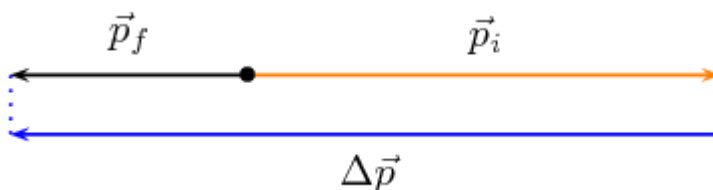
ให้เริ่มต้นลูกบอลมวล m เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเริ่มต้น v ไปทางขวาไปทางกำแพง มันจะมีโมเมนตัม $\vec{p}_i = m\vec{v}_i$ ทางด้านขวาดังรูป



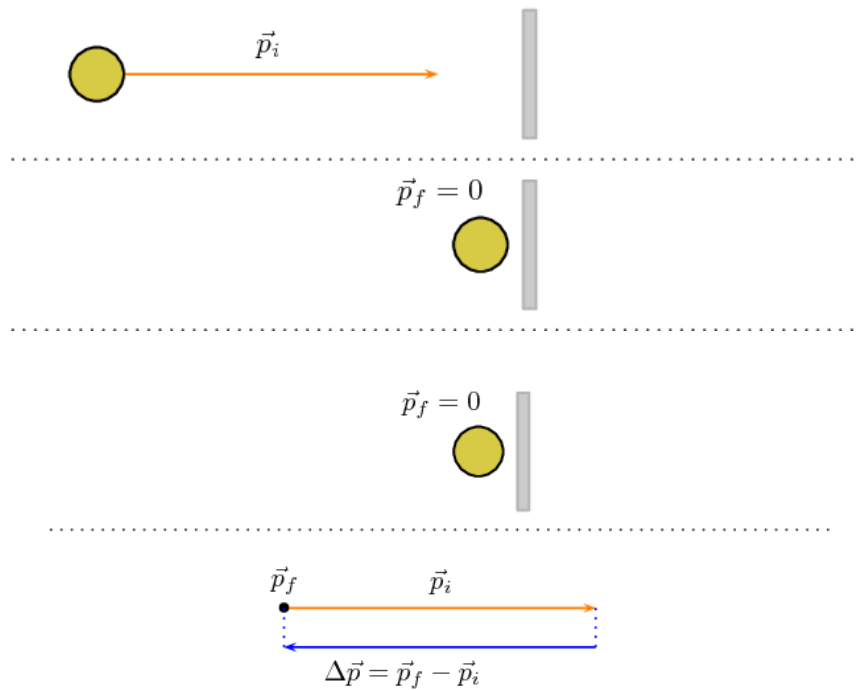
ลูกบอลกระเด็นออกมาจากกำแพง ตอนนั้นมันจะเคลื่อนที่ไปทางซ้าย แต่มีความเร็วเปลี่ยนไปเป็น $\vec{v}_f$ และดังนั้นโมเมนตัมจึงเปลี่ยนไปเป็น $\vec{p}_f = m\vec{v}_f$ ดังรูป



ดังนั้นหลังชนลูกบอลมีโมเมนตัมเปลี่ยนไป $\Delta\vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i$



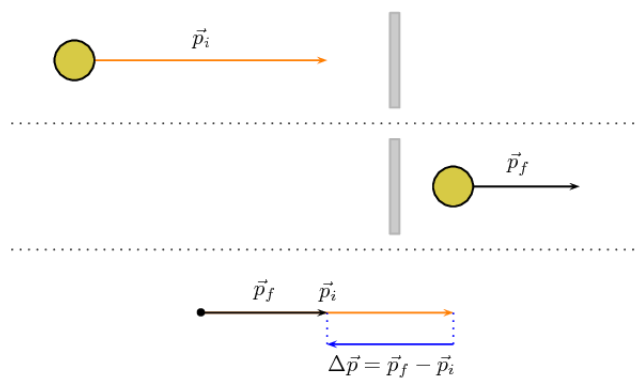
2) เมื่อเกิดการชนแล้ววัตถุหยุดนิ่ง



รูป 6.7 โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปเมื่อเกิดการชนแล้ววัตถุหยุดนิ่ง

3) เมื่อเกิดการชนแล้ววัตถุเคลื่อนที่ต่อไปในแนวเดิมแต่ความเร็ว

ลดลง

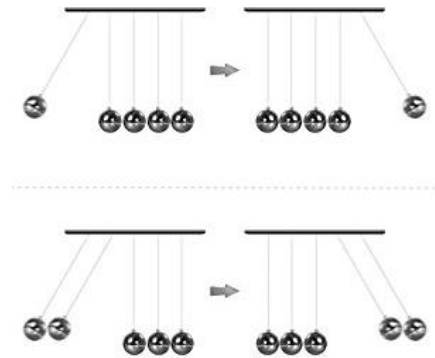


รูป 6.8 โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปเมื่อเกิดการชนแล้ววัตถุเคลื่อนที่ต่อไปในแนวเดิมแต่ความเร็วลดลง

การถ่ายโอนโมเมนตัม

ในชีวิตประจำวัน เรามักพบเห็นการชนกันของวัตถุ เช่น การชนของลูกโบว์ลิ่งกับพิน การเตะลูกฟุตบอล หรือแม้แต่รถชนกันบนท้องถนน สิ่งที่เกิดขึ้นในสถานการณ์เหล่านี้ ล้วนเกี่ยวข้องกับหลักการพื้นฐานทางฟิสิกส์ที่เรียกว่า “โมเมนตัม” และสิ่งที่น่าสนใจก็คือ เมื่อวัตถุชนกัน โมเมนตัมสามารถถูกถ่ายโอนจากวัตถุหนึ่งไปสู่อีกวัตถุหนึ่งได้ การถ่ายโอนโมเมนตัมเป็นแนวคิดสำคัญที่ช่วยให้เราเข้าใจผลของแรงที่กระทำระหว่างวัตถุ และสามารถนำไปใช้วิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล ไม่ว่าจะเป็นการชนอย่างยืดหยุ่นหรือไม่ยืดหยุ่น หลักการนี้ยังเป็นพื้นฐานสำหรับการอธิบายการเคลื่อนที่ของระบบ เช่น รถชนที่ปะทะกัน การปล่อยขจรววด หรือแม้แต่พฤติกรรมของอนุภาคในระดับอะตอม หัวข้อนี้จะพานักเรียนไปศึกษาความหมายของโมเมนตัม การเปลี่ยนแปลงของโมเมนตัม อิทธิพลของแรง และวิธีการถ่ายโอนโมเมนตัมระหว่างวัตถุ เพื่อวางรากฐานสำหรับการเข้าใจฟิสิกส์ในระดับที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

ถ้านักเรียนเคยดูหนังจีน นักเรียนจะเห็นว่ากำลังภายในนั้นสามารถถ่ายทอดจากคนหนึ่งไปยังอีกคนหนึ่งได้ ในทำนองเดียวกันวัตถุต่าง ๆ ที่มีพลังงานก็สามารถถ่ายทอดพลังงานและ โมเมนตัมให้กับวัตถุอื่นได้ ดังรูป



รูป 6.9 การถ่ายโอนโมเมนตัม

ตัวอย่าง ขว้างลูกเทนนิสมวล 400 กรัม เข้าชนกำแพงด้วยความเร็ว 2 เมตร/วินาที ปรากฏว่าลูกเทนนิสสะท้อนกลับด้วยความเร็ว 1 เมตร/วินาที จงหาโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป

วิธีทำ จาก โมเมนตัมที่เปลี่ยนไป

$$\begin{aligned}
 &= mv_2 - mv_1 \\
 &= (0.4\text{ kg})(-1\text{ m/s}) - (0.4\text{ kg})(2\text{ m/s}) \\
 &= -1.2 \frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}}
 \end{aligned}$$

ตอบ

กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมสามารถนำมาใช้ในการอธิบายการกระจายของสะเก็ดระเบิดได้ เนื่องจากการระเบิดของลูกระเบิดไม่มีแรงภายนอกกระทำต่อลูกระเบิด ดังนั้นโมเมนตัมรวมของสะเก็ดระเบิดต้องมีค่าเท่ากับโมเมนตัมก่อนระเบิด