

ฟิสิกส์ 1

ระดับมหาวิทยาลัย

เล่ม 2



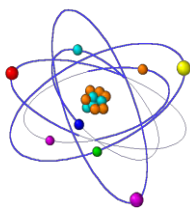
แนะนำ
ฟิสิกส์ 1 เล่ม 2
๑๑๑ หน้า, ๑๑.๑๑ นิ้ว
ไมโครซอฟท์ ๑๑.๑๑ นิ้ว
ไมโครซอฟท์ ๑๑.๑๑ นิ้ว



shopee lazada

ราคา
199
บาท

เรียบเรียงโดย : ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุชาติ สุภาพ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



ฟิสิกส์ ๑

ระดับมหาวิทยาลัย เล่ม ๑

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุชาติ สุภาพ

พิมพ์และจัดจำหน่ายโดย

สุชาติ สุภาพ

133/471 หมู่ ๑ (ติดกับ สนง. ที่ดินบางบัวทอง) ต.พิมลราช อ.บางบัวทอง จ.นนทบุรี
E-mail suchart11111@hotmail.com

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

ข้อมูลทางบรรณานุกรม

สุชาติ สุภาพ

ฟิสิกส์ ๑ ระดับมหาวิทยาลัย เล่ม ๑

530

ISBN 978-616-478-976-0

คำนำ

หนังสือ ฟิสิกส์ 1 เล่ม 2 เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อสนองต่อความรู้ทางฟิสิกส์จากเล่ม 1 โดยมุ่งเน้นเนื้อหาในระดับมหาวิทยาลัย ครอบคลุมหัวข้อสำคัญ เช่น บทที่ 8 โมเมนตัมและการชน บทที่ 9 การหมุนของวัตถุแข็งเกร็งรอบแกนที่ถูกต้อง บทที่ 10 การกลิ้ง และ โมเมนตัมเชิงมุม บทที่ 11 สมดุลสถิตและความยืดหยุ่น บทที่ 12 การเคลื่อนที่แบบสั่น โดยทั้งหมดนี้เป็นพื้นฐานสำคัญในการทำความเข้าใจฟิสิกส์ในระดับสูงต่อไป เนื้อหาในเล่มถูกจัดเรียงอย่างเป็นระบบ พร้อมตัวอย่างโจทย์ การวิเคราะห์แนวคิด และแบบฝึกหัดที่ช่วยให้นักเรียนและนิสิตเข้าใจได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น รวมถึงเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น

ผู้เรียบเรียงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นเครื่องมือที่มีคุณค่าสำหรับนักเรียน นิสิต นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไปในการเรียนรู้ฟิสิกส์อย่างมีประสิทธิภาพ และจุดประกายความเข้าใจในกฎของธรรมชาติที่ซ่อนอยู่ในทุกปรากฏการณ์รอบตัวเรา ขอขอบคุณทุกท่านที่ใช้หนังสือเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ และขอให้การศึกษาฟิสิกส์ของท่านเต็มไปด้วยความเข้าใจและแรงบันดาลใจ

หรือถ้าท่านสนใจหนังสือในรูปแบบ E-BOOK ก็มีจำหน่ายที่เว็บไซต์ ร้านนายอินทร์ , MEB , อุกปี้, ซีเอ็ด , hytexts , ศูนย์หนังสือจุฬาฯ และ DDebook

สำหรับท่านที่สนใจหนังสือของกระผมแต่หาซื้อตามร้านหนังสือทั่วไปไม่ได้ สามารถซื้อออนไลน์ที่แอปต่าง ๆ โดยสแกน QR โค้ดข้างล่างนี้
(ที่ช้อปปีมีหนังสือมากที่สุด)



สุชาติ สุภาพ

มือถือ 083-920-3825

สารบัญ

หน้า

บทที่ 8 โม่เมนต์และกาารชน	5
8.1 โม่เมนต์เชิงเส้นและการอนุรักษ์โม่เมนต์เชิงเส้น	6
8.2 การดลและโม่เมนต์	13
8.3 กาารชน	24
8.4 กาารชนแบบชิดหุ่และแบบไม่ชิดหุ่ใน 1 มัถ	25
8.5 กาารชนแบบชิดหุ่ใน 2 มัถ	34
8.6 การดัดตัวแยกออกจากกัน และการระเบด	39
8.7 จลคูนย์กลางมวล	48
8.8 การเคล่อนที่ของระบบอนุภาค	58
8.9 แรงแบบเคล่อนของจรวด	62
บทที่ 9 กาารหมุนของวัตถุแ้งเก้งรอบแกนที่ถูกดรง	67
9.1 กาารกะจัดเชิงมุม ความเร็วเชิงมุมและความเร่งเชิงมุม	67
9.2 พลคาสตร์ของกาารหมุน: กาารหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว	71
9.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชิงมุมกับปริมาณเชิงเส้น	74
9.4 พลังงานของกาารหมุน	77
9.5 กาารคำนวณหาโม่เมนต์ความเน้อช	84
9.6 แรงแบด	93
9.7 ความสัมพันธ์ระหว่างทอร์กกับอัตราเร่งเชิงมุม	95
9.8 งาน กำลังงาน และพลังงานของกาารหมุน	102
9.9 บทประยุก์ของกาารเคล่อนที่แบบหมุน	106
บทที่ 10 กาารกล้ง และโม่เมนต์เชิงมุม	107
10.1 กาารกล้งของวัตถุแ้งเก้ง	107
10.2 กาารคูนแบบเวกเตอร์และค่าแรงแบด	118
10.3 โม่เมนต์เชิงมุมของอนุภาค	123
10.4 โม่เมนต์เชิงมุมของวัตถุแ้งเก้งที่กำลังหมุน	125

สารบัญ

หน้า

10.5 กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุม	127
10.6 การเคลื่อนที่ของลูกข่างหรือไจโรสโคป	131
บทที่ 11 สมดุลสถิตและความยืดหยุ่น	135
11.1 เงื่อนไขของสมดุล	136
11.2 จุดศูนย์กลางมวล และจุดศูนย์ถ่วง	137
11.3 สมดุลเสถียร สมดุลไม่เสถียร และสมดุลสะเทิน	144
11.4 สมบัติความยืดหยุ่นของของแข็ง	147
11.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียด	156
บทที่ 12 การเคลื่อนที่แบบสั่น	160
12.1 การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย	161
12.2 มวลผูกติดกับสปริง	171
12.3 พลังงานของการสั่น	177
12.4 ลูกตุ้มนาฬิกา	185
12.5 เปรียบเทียบการเคลื่อนที่แบบ SHM กับการเคลื่อนที่แบบวงกลมอย่างสม่ำเสมอ	194
12.6 การสั่นแบบหน่วง	195

%%%%%%%%%

บทที่ 8

โมเมนตัมเชิงเส้นและการชน

เมื่อเราสังเกตวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ไม่ว่าจะเป็นรถยนต์ที่วิ่งบนถนน ลูกบอลที่กำลังอยู่บนพื้น หรือวัตถุที่พุ่งชนกัน ล้วนแล้วแต่เกี่ยวข้องกับ "โมเมนตัม" ซึ่งเป็นปริมาณทางฟิสิกส์ที่สะท้อนถึงผลของทั้งมวลและความเร็วของวัตถุในขณะที่กำลังเคลื่อนที่ โมเมนตัมเชิงเส้น จึงเป็นแนวคิดสำคัญที่ใช้ในการอธิบายการเคลื่อนที่ การเปลี่ยนแปลง และผลลัพธ์ของแรงที่กระทำในช่วงเวลาหนึ่ง โดยเฉพาะเมื่อวัตถุหลายชิ้นมีปฏิสัมพันธ์กันผ่านการ "ชน" ในบทนี้เราจะศึกษาเกี่ยวกับนิยามของโมเมนตัมเชิงเส้น กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม และรูปแบบต่าง ๆ ของการชน ไม่ว่าจะเป็นการชนแบบยืดหยุ่น การชนแบบไม่ยืดหยุ่น หรือแม้แต่กรณีที่มีวัตถุหลายชิ้น ซึ่งแนวคิดเหล่านี้ล้วนมีบทบาทสำคัญทั้งในฟิสิกส์พื้นฐานและการประยุกต์ใช้งาน เช่น การวิเคราะห์อุบัติเหตุทางรถยนต์ การออกแบบระบบกันกระแทก หรือแม้แต่ในวิศวกรรมอวกาศ การเข้าใจหลักการของโมเมนตัมและการชนอย่างลึกซึ้ง จะช่วยให้เราสามารถอธิบายและคาดการณ์ผลของการเคลื่อนที่ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผลและแม่นยำ

เราได้ทราบแล้วว่าแรงเป็นต้นเหตุที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ แรงที่ใช้ในการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุจะมีค่าขึ้นอยู่กับมวลและความเร็วของวัตถุนั้นๆ วัตถุที่มีมวลมากและความเร็วสูง จะต้องใช้แรงมากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อยและความเร็วต่ำ ผลคูณระหว่างมวลและความเร็ว จึงเป็นปริมาณที่กำหนดสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งเราเรียกปริมาณนี้ว่า “โมเมนตัม” (*momentum*) หรือเขียนเป็นสมการได้ว่า

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

(8.1)

การถ่ายเทโมเมนตัม

ลองนึกภาพลูกบิลเลียดกลิ้งเข้าชนลูกอีกลูกหนึ่ง หรือลูกบาสตกกระทบพื้นแล้วกระเด็นกลับ ในทุกกรณีที่มีการชนหรือปะทะกัน จะมีสิ่งหนึ่งที่ถูกส่งผ่านจากวัตถุหนึ่งไปสู่อีกวัตถุหนึ่ง นั่นคือ “โมเมนตัม” หรือปริมาณการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นแนวคิดสำคัญในการวิเคราะห์พฤติกรรมของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่และมีปฏิสัมพันธ์กัน **การถ่ายเทโมเมนตัมคือกระบวนการที่โมเมนตัมถูกส่งผ่านระหว่างวัตถุสองชิ้นเมื่อเกิดแรงกระทำร่วมกัน** เช่น การชนกันของรถยนต์ การชิงจรวด หรือแม้กระทั่งการเคลื่อนที่ของอนุภาคในระดับไมโครสโคป การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุหนึ่งจะสัมพันธ์โดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงของวัตถุอีกชิ้นเสมอ ตามหลักของ กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การศึกษาการถ่ายเทโมเมนตัมมีความสำคัญในหลายด้าน ทั้งในฟิสิกส์ วิศวกรรมกลศาสตร์ วิทยาศาสตร์ของไหล และแม้แต่ในโลกของอนุภาคระดับจุลภาค เช่น การชนกันของโมเลกุลในแก๊ส หรือการเคลื่อนที่ของอนุภาคในพลาสมา ในหัวข้อนี้ เราจะเรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะของการถ่ายเทโมเมนตัมในระบบต่าง ๆ ทั้งแบบยืดหยุ่น และไม่ยืดหยุ่น พร้อมทั้งทำความเข้าใจว่าโมเมนตัมสามารถเปลี่ยนแปลงหรือถ่ายโอนได้อย่างไร โดยยังคงรักษากฎพื้นฐานของฟิสิกส์ไว้เสมอ

โมเมนตัมเป็นปริมาณที่สามารถถ่ายเทให้กันได้ และบางกรณีก็มีการถ่ายเทโมเมนตัมแบบหมดตัว เช่น การชนกันแบบตรงๆ ของลูกบิลเลียด 2 ลูก ดังรูป



รูป 8.1 การถ่ายทอดโมเมนตัมของลูกบิลเลียด

ผลของการชน จะทำให้ลูกบิลเลียดที่วิ่งเข้าชนหยุดนิ่ง ส่วนลูกบิลเลียดที่ถูกชนจะทำหน้าที่วิ่งแทนด้วยความเร็วที่เท่ากับความเร็วของลูกบิลเลียดลูกที่วิ่งเข้ามาชน การชนแบบนี้โมเมนตัมของลูกบิลเลียดที่วิ่งเข้าชนจะถ่ายทอดให้กับลูกบิลเลียดที่ถูกชนจนหมด

นอกจากนั้น การชนกันของอุปกรณ์ดังรูป 8.2 ก็เป็นการชนที่มีการถ่ายทอดโมเมนตัมจนหมดด้วยเช่นเดียวกัน



รูป 8.2 การถ่ายทอดโมเมนตัม

จากรูป 8.2 ถ้าดึงลูกตุ้มออกมา 1 ลูก แล้วปล่อย การชนดังกล่าวจะถ่ายทอดโมเมนตัมให้กับลูกที่ถูกชนจนหมด จากนั้นลูกที่ถูกชนก็จะถ่ายทอดโมเมนตัมทั้งหมดให้กับลูกที่อยู่ติดกัน เป็นอย่างนี้ไปเรื่อยๆ จนถึงลูกสุดท้ายที่อยู่ทางขวามือ ผลก็คือจะทำให้ลูกที่อยู่ทางด้านขวามือถูกกระแทกออกมา แล้วแกว่งด้วยความสูงเดียวกันกับลูกที่ 1 ทางด้านซ้ายมือ ถ้าไม่มีการสูญเสียพลังงานลูกตุ้มก็จะผลัดกันแกว่งทั้งสองด้าน ตลอดไป

8.1 โมเมนตัมเชิงเส้นและการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงเส้น

ในการศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุ ไม่เพียงแต่แรงและความเร่งเท่านั้นที่มีบทบาทสำคัญ แต่ยังมีอีกหนึ่งปริมาณทางฟิสิกส์ที่ช่วยให้เราเข้าใจพฤติกรรมของวัตถุในระบบได้ดีขึ้น นั่นคือ โมเมนตัมเชิงเส้นซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่เกิดจากผลคูณของมวลและความเร็วของวัตถุ โมเมนตัมเชิงเส้น สามารถใช้วิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของการชนหรือการระเบิด ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงแรงอย่างรวดเร็วจนในช่วงเวลาสั้น ๆ หนึ่งในหลักการสำคัญที่สุดที่เกี่ยวข้องกับโมเมนตัมคือ กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงเส้น ซึ่งระบุว่า หากไม่มีแรงลัพธ์ภายนอกกระทำต่อระบบ โมเมนตัมรวมของระบบจะคงที่เสมอ หลักการนี้ไม่เพียงเป็นพื้นฐานของการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุ แต่ยังมีบทบาทสำคัญในเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น การออกแบบยานอวกาศ การชนของอนุภาคในเครื่องเร่งอนุภาค หรือแม้แต่การวิเคราะห์อุบัติเหตุทางรถยนต์ หัวข้อนี้จะพาผู้อ่านไปเรียนรู้ความหมายของโมเมนตัมเชิงเส้น การคำนวณ และการประยุกต์ใช้หลักการอนุรักษ์โมเมนตัม เพื่อให้เข้าใจถึงพลังของฟิสิกส์ที่สามารถอธิบายเหตุการณ์ที่ดูซับซ้อนได้อย่างเป็นระบบและแม่นยำ

กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม กล่าวว่า “ ถ้าไม่มีแรงภายนอกกระทำต่อระบบแล้ว ผลรวมของโมเมนตัมของระบบจะมีค่าคงที่เสมอ ”

เราสามารถพิสูจน์ที่มาของกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมได้ โดยใช้กฎข้อ 2 ของนิวตัน ดังนี้

จาก

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

$$\Sigma \mathbf{F} = m \frac{d\mathbf{v}}{dt}$$

$$\Sigma \mathbf{F} = \frac{d(m\mathbf{v})}{dt}$$

$$\Sigma \mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt} \quad (8.2)$$

สมการ (8.2) มีความหมายว่า แรงลัพธ์มีค่าเท่ากับโมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลงไป

จากสมการ (8.2) ถ้าไม่มีแรงภายนอกมากระทำ ($\Sigma \mathbf{F} = 0$) จะได้ $0 = \frac{d\mathbf{p}}{dt}$

ดังนั้น

$$\mathbf{p} = \text{ค่าคงตัว}$$

หรือ

$$\mathbf{p}_1 = \mathbf{p}_2 \quad (8.3)$$

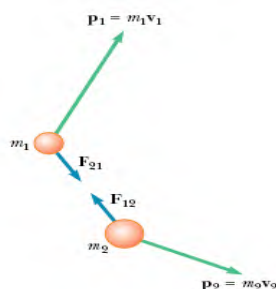
สมการ (8.3) มีความหมายว่า ถ้าไม่มีแรงมากระทำต่อวัตถุใดๆ โมเมนตัมของวัตถุนั้นก็จะต้องมีค่าเท่าเดิม

การชนและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

ในชีวิตประจำวัน เรามักพบเหตุการณ์ที่วัตถุชนกันอยู่เสมอ ไม่ว่าจะเป็นรถยนต์ที่ชนกันบนท้องถนน ลูกบิลเลียดที่กระทบกันบนโต๊ะ หรือลูกกอล์ฟที่ตกบนพื้นโกล ซึ่งเหล่านี้ล้วนเกี่ยวข้องกับแนวคิดพื้นฐานทางฟิสิกส์ที่เรียกว่า “การชน” การชนเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุสองชิ้นหรือมากกว่านั้นเคลื่อนที่เข้าหากันและเกิดแรงกระทำระหว่างกันในช่วงเวลาสั้น ๆ ซึ่งผลลัพธ์ของการชนจะขึ้นอยู่กับทั้งมวล ความเร็ว และทิศทางของวัตถุก่อนชน หลักการสำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์เหตุการณ์หลังการชน คือ “กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม”

กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมระบุว่า “ถ้าไม่มีแรงภายนอกมากระทำต่อระบบ โมเมนตัมรวมของระบบจะคงที่” ซึ่งหมายความว่า โมเมนตัมก่อนการชนและหลังการชนจะต้องมีค่ารวมเท่าเดิมเสมอ กฎข้อนี้เป็นพื้นฐานสำคัญที่ใช้ในการคำนวณและทำนายผลลัพธ์ของการชนในทุกรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการชนแบบยืดหยุ่น หรือไม่ยืดหยุ่น ในบทนี้เราจะเรียนรู้ลักษณะของการชนประเภทต่าง ๆ วิเคราะห์โมเมนตัมก่อนและหลังการชน และเข้าใจถึงพลังงานที่เปลี่ยนแปลงไปในกระบวนการชน โดยเน้นการใช้กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเป็นเครื่องมือสำคัญในการอธิบายเหตุการณ์เหล่านั้นอย่างเป็นระบบ

พิจารณาการชนกันของ 2 อนุภาค โดยไม่มีแรงภายนอกมากระทำ ดังรูป



รูป 8.4 การชนกันของ 2 อนุภาค โดยไม่มีแรงภายนอกมากระทำ

ให้ $\mathbf{q}_{12}$ คือแรงที่อนุภาคที่ 1 กระทำต่ออนุภาคที่ 2 $\mathbf{q}_{21}$ คือแรงที่อนุภาคที่ 2 กระทำต่ออนุภาคที่ 1

เนื่องจาก

$$\mathbf{F}_{21} = -\mathbf{F}_{12}$$

หรือ

$$\frac{d\mathbf{p}_1}{dt} = \frac{-d\mathbf{p}_2}{dt}$$

$$\frac{d\mathbf{p}_1}{dt} + \frac{d\mathbf{p}_2}{dt} = 0$$

$$\frac{d(\mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2)}{dt} = 0$$

(8.4)

จะได้ว่า

$$\mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2 = \text{ค่าคงตัว}$$

หรือ

$$\mathbf{p}_{1i} + \mathbf{p}_{2i} = \mathbf{p}_{1f} + \mathbf{p}_{2f}$$

(8.5)

สมการ (8.5) มีความหมายว่า ถ้าไม่มีแรงภายนอกมากระทำต่อระบบใดๆ โมเมนตัมของระบบจะมีค่าเท่าเดิมเสมอ จากสมการ (8.6) ถ้าแยกพิจารณาในแต่ละแนวแกน จะได้ว่า

$$\left. \begin{aligned} \sum_{\text{system}} p_{ix} &= \sum_{\text{system}} p_{fx} \\ \sum_{\text{system}} p_{iy} &= \sum_{\text{system}} p_{fy} \\ \sum_{\text{system}} p_{iz} &= \sum_{\text{system}} p_{fz} \end{aligned} \right\} \quad (8.6)$$

จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าในการชนกันของวัตถุใดๆ ถ้าไม่มีแรงภายนอกมากระทำ โมเมนตัมจะมีค่าคงตัว

กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมนำมาใช้ในการอธิบายการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางมวลของลูกกระเบิดหลังการระเบิดได้



รูป 8.5 การระเบิดของลูกกระเบิด

ถ้าลูกกระเบิดที่ถูกขว้างออกไปเกิดระเบิดกลางอากาศ แรงระเบิดซึ่งเป็นแรงภายใน จะไม่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางมวล ดังนั้นการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางมวลหลังการระเบิดก็ยังคงเป็นเส้นโค้งพาราโบลาเหมือนเดิม

ในการระเบิดใด ๆ เราสามารถใช้กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมหาความเร็วและทิศทางของชิ้นส่วนต่างๆที่เกิดขึ้นหลังการระเบิดได้



รูป 8.6 โมเมนตัมของพลุก่อนระเบิดกับหลังระเบิดมีค่าเท่ากัน

ตัวอย่างที่แสดงให้เห็นถึงการคงตัวของโมเมนตัมได้แก่ การชิงปืน ลูกปืนจะมีโมเมนตัมไปทางด้านหน้า ส่วนตัวปืนจะมีโมเมนตัมไปทางด้านหลัง ซึ่งหลายคนเรียกว่าปืนถอย



รูป 8.7 เมื่อชิงปืน จะมีแรงสะท้อนถอยหลัง

ตัวอย่าง ถ้านักกีฬากระโดดไกลมวล 60 กิโลกรัมกระโดดขึ้นจากพื้นด้วยอัตราเร็ว 5 เมตร/วินาที ทำมุม 30 องศา กับพื้น จงหาแรงที่กระทำต่อพื้น ถ้าเวลาที่ใช้ในการกระโดดเท่ากับ 0.7 วินาที



วิธีทำ จาก

$$F = ma = m \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)$$

$$F = (60 \text{ kg}) \left(\frac{5 \text{ m/s}}{0.7 \text{ s}} \right) = 428.6 \text{ N}$$

ตอบ

ตัวอย่าง นักสเก็ตน้ำแข็งชายมีมวล 88 กิโลกรัม นักสเก็ตน้ำแข็งหญิงมีมวล 54 กิโลกรัม ชื่นติดกันกลางเวที จากนั้นทั้งสองก็ออกแรงผลักกันทำให้นักสเก็ตน้ำแข็งหญิงมีความเร็ว +2.5 เมตร/วินาที อยากรทราบว่านักสเก็ตน้ำแข็งชายจะถอยหลังออกมาด้วยความเร็วเท่าไร



วิธีทำ จากกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

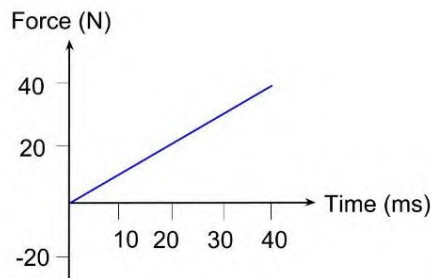
$$P_f = P_i$$

$$m_1 v_{f1} = m_1 v_{f1}$$

$$v_{f2} = -\frac{v_1 v_{f1}}{m_2}$$

$$v_{f2} = \frac{(54 \text{ kg})(+2.5 \text{ m/s})}{88 \text{ kg}} = -1.5 \text{ m/s} \quad \text{ตอบ}$$

ตัวอย่าง จากกราฟ/จหาโมเมนตัมที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลา 0-40 มิลลิวินาที



วิธีทำ จาก

$$F = \frac{dP}{dt}$$

$$dP = F dt$$

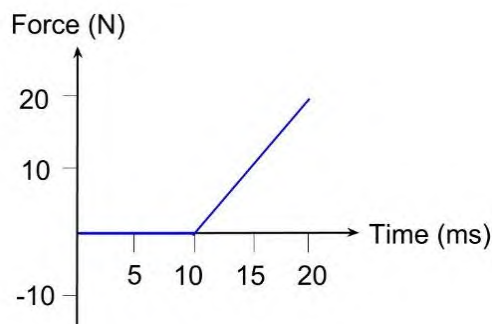
$$dP = \text{พื้นที่ใต้เส้นกราฟ}$$

$$dP = \frac{1}{2} \times (40 \times 10^{-3} \text{ s})(40 \text{ N}) = 0.8 \text{ Ns} \quad \text{ตอบ}$$

ตัวอย่าง ถ้ากราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลาของการเตะลูกฟุตบอลมวล 0.42 กิโลกรัมเป็นดังรูป จงหา

ก) ความเร็วที่เวลา วินาทีที่ 20

ข) ความเร็วของฟุตบอลที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลา 0 -10 วินาที



วิธีทำ ก) จาก

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

$$\Delta P = F \Delta t$$

$$m \Delta v = \text{พื้นที่ใต้เส้นกราฟ}$$

$$(0.42 \text{ kg}) \Delta v = \frac{1}{2} \times (10 \times 10^{-3} \text{ s})(20 \text{ N})$$

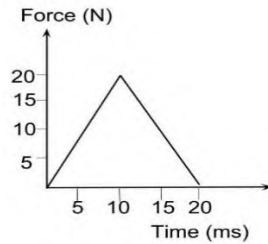
$$\Delta v = 0.24 \text{ m/s} \quad \text{ตอบ}$$

ข) ในช่วงเวลา 0 -10 วินาที ฟุตบอลมีอัตราเร็วคงตัว เนื่องจากแรงลัพธ์มีค่าเท่ากับศูนย์ ตอบ

ตัวอย่าง ถ้านักฟุตบอลเตะฟุตบอลมวล 0.43 กิโลกรัม โดยแรงที่กระทำที่ลูกฟุตบอลกับเวลามีลักษณะดังรูป จงหา

ก) ความเร็วของลูกฟุตบอลที่เปลี่ยนไป

ข) ในช่วงเวลา 10 - 20 มิลลิวินาที ลูกฟุตบอลมีโมเมนตัม เพิ่มขึ้น ลดลง หรือคงตัว



วิธีทำ จาก

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

$$\Delta P = F \Delta t$$

$$m \Delta v = F \Delta t$$

$$m \Delta v = \text{พื้นที่ใต้เส้นกราฟ}$$

$$(0.43 \text{ kg}) \Delta v = \frac{1}{2} \times (20 \times 10^{-3} \text{ s}) (20 \text{ N})$$

ก)

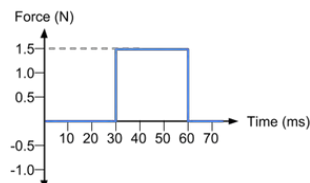
$$\Delta v = 0.46 \text{ m/s}$$

ตอบ

ข) เนื่องจากพื้นที่ใต้เส้นกราฟมีค่าเป็น+ ดังนั้นโมเมนตัมมีค่าเพิ่มขึ้น

ตอบ

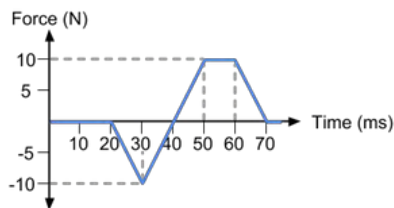
ตัวอย่าง ถ้าแรงที่กระทำต่อลูกบ๊องเป็นดังรูป อยากรหาว่าความเร็วของลูกบ๊องในช่วงเวลา 30-60 มิลลิวินาทีที่มีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง



ความเร็วของลูกบ๊องเพิ่มขึ้นเนื่องจากพื้นที่ใต้เส้นกราฟโดยรวม มีค่าเป็น+

ตอบ

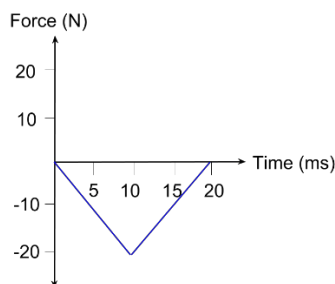
ตัวอย่าง ถ้าแรงที่กระทำต่อลูกเบสบอลเป็นดังรูป อยากรหาว่าในช่วงเวลา 10-70 มิลลิวินาทีโมเมนตัมของลูกเบสบอลมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง



เพิ่มขึ้นเนื่องจากพื้นที่ใต้เส้นกราฟโดยรวม มีค่าเป็น+

ตอบ

ตัวอย่าง ถ้ากราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลาของแรงที่กระทำต่อวัตถุมวล 1.1 กิโลกรัมเป็นดังรูป จงหาโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป



วิธีทำ จาก

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

$$\Delta P = F \Delta t$$

$$\Delta P = F dt$$

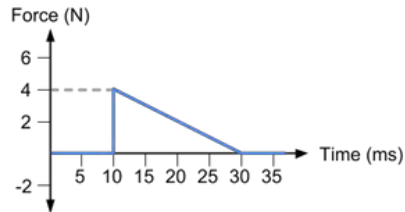
$$\Delta P = \text{พื้นที่ใต้เส้นกราฟ}$$

$$\Delta P = \frac{1}{2} \times (20 \times 10^{-3} \text{ s})(20 \text{ N})$$

$$\Delta P = -0.2 \text{ N} \cdot \text{s}$$

ตอบ

ตัวอย่าง ปาลูกดอกมวล 0.04 กิโลกรัม ไปที่เป้า ลูกดอกติดกับเป้า ถ้ากราฟความสัมพัทธ์ระหว่างแรงกับเวลาขณะที่ลูกดอกกระทบเป้าเป็นดังรูป/ จงหาความเร็วต้นของลูกดอก



วิธีทำ จาก

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

$$\Delta P = F \Delta t$$

$$m \Delta v = F dt$$

$$m \Delta v = \text{พื้นที่ใต้เส้นกราฟ}$$

$$(0.04 \text{ kg})(v_2 - v_1) = \frac{1}{2} \times (20 \times 10^{-3} \text{ s})(4 \text{ N})$$

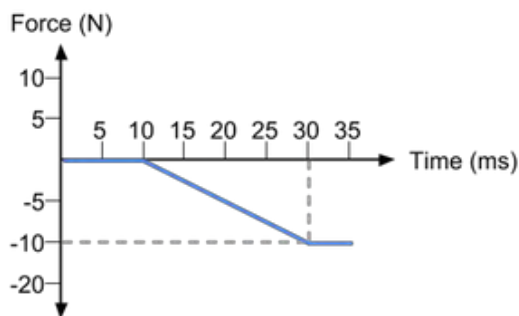
$$(0.04 \text{ kg})(0 - v_1) = \frac{1}{2} \times (20 \times 10^{-3} \text{ s})(4 \text{ N})$$

ความเร็วต้นของลูกดอก

$$v_1 = 1 \text{ m/s}$$

ตอบ

ตัวอย่าง ผู้เล่นแบดมินตันตีลูกขนไก่มวล 0.01 กิโลกรัม โดยมีกราฟความสัมพัทธ์ระหว่างแรงกับเวลาดังรูป/ จงหาโมเมนตัมที่เปลี่ยนไปของลูกขนไก่



วิธีทำ จาก

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

$$\Delta P = F \Delta t$$

$$\Delta P = F dt$$

$$m \Delta v = \text{พื้นที่เหนือเส้นกราฟ}$$

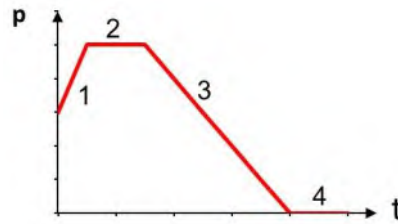
$$(0.01 \text{ kg}) \Delta v = \frac{1}{2} \times (20 \times 10^{-3} \text{ s})(-10 \text{ N})$$

$$\Delta v = -10 \text{ m/s}$$

ตอบ

ตัวอย่าง กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมกับเวลาเป็นดังรูป จงหาว่า

ก) แรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงใดมากที่สุดเรียงตามลำดับ ข) ช่วงใดวัตถุมีความเร็วลดลง เพราะอะไร



วิธีทำ จาก

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

ช่วงที่ 1 กราฟมีความชันมากที่สุด ช่วงที่ 3 กราฟมีความชันมากที่สุดลงมา ช่วงที่ 2 และช่วงที่ 4 กราฟมีความชันเป็นศูนย์ ดังนั้นช่วงที่วัตถุได้รับแรงมากที่สุดคือ ช่วงที่ 1 รองลงมาคือช่วงที่ 3 ส่วนช่วงที่ 2 และ 4 วัตถุไม่ได้รับแรงกระทำ ตอบ

ข) ช่วงวัตถุมีความเร็วลดลง คือช่วงที่ 3 เนื่องจากโมเมนตัมของวัตถุมีค่าลดลง

ตอบ

8.2 การดลและโมเมนตัม (impulse and momentum)

ในชีวิตประจำวัน เราอาจเคยสงสัยว่า ทำไมลูกเบสบอลที่ถูกตีแรงถึงพุ่งเร็ว ทำไมถุงลมนิรภัยช่วยลดการบาดเจ็บได้ หรือเหตุใดการกระโดดลงมานบนานุ่มจึงปลอดภัยกว่าการกระโดดลงบนพื้นแข็ง คำตอบของคำถามเหล่านี้เกี่ยวข้องกับโดยตรงกับแนวคิดทางฟิสิกส์เรื่อง “โมเมนตัม” และ “การดล” **โมเมนตัม คือปริมาณการเคลื่อนที่ของวัตถุ ขึ้นอยู่กับมวลและความเร็วของวัตถุ** ยิ่งวัตถุมีมวลมากและเคลื่อนที่เร็ว ก็ยิ่งมีโมเมนตัมมาก และยิ่งยากที่จะหยุด ส่วน การดล คือผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งการดลจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนแปลง การดลจึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการอธิบายว่าแรงส่งผลต่อการเคลื่อนที่อย่างไร

แนวคิดของการดลและโมเมนตัมมีบทบาทสำคัญในหลายสถานการณ์ เช่น การวิเคราะห์การชน การควบคุมแรงในระบบเครื่องกล การออกแบบระบบความปลอดภัยในรถยนต์ ไปจนถึงการศึกษาพฤติกรรมของอนุภาคในฟิสิกส์ระดับจุลภาค ในหัวข้อนี้นี้ เราจะทำความเข้าใจความหมายของโมเมนตัมและการดล วิธีการคำนวณ การวิเคราะห์ปัญหาการชน และการประยุกต์ใช้หลักการเหล่านี้ในสถานการณ์จริง เพื่อสร้างพื้นฐานที่มั่นคงในการวิเคราะห์แรงและการเคลื่อนที่



รูป 8.10 แรงดล

กีฬาหลายชนิด เช่น ปิงปอง เทนนิส กอล์ฟ แบดมินตัน ฟุตบอล โยวlinge ฯลฯ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเล่นกีฬาดังกล่าว จะได้รับแรงกระทำในช่วงเวลาที่สั้นมาก เป็นมิลลิวินาทีหรือไมโครวินาที แล้วแต่ชนิดของกีฬา แรงที่กระทำในช่วงเวลาที่สั้นๆ นี้เรียกว่าแรงดล (F) และผลคูณระหว่างแรงดล (F) กับช่วงเวลาสั้นๆ (dt) เรียกว่า “การดล” (impulse) เราสามารถคำนวณหาการดล ได้ดังนี้

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อสองของนิวตัน

$$\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt}$$

จะได้

$$\mathbf{F} dt = d\mathbf{p}$$

$$\int_{t_i}^{t_f} \mathbf{F} dt = \int_i^f d\mathbf{p}$$

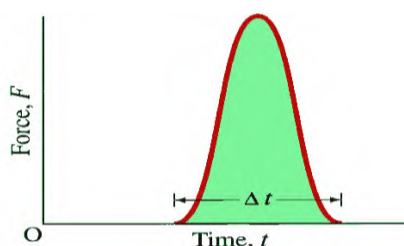
$$\int_{t_i}^{t_f} \mathbf{F} dt = \mathbf{p}_f - \mathbf{p}_i \quad (8.7)$$

สมการ (8.7) มีความหมายว่า การดล มีค่าเท่ากับโมเมนตัมที่เปลี่ยนไป

เมื่อ $\int_{t_i}^{t_f} \mathbf{F} dt$ หมายถึงการดล ใช้สัญลักษณ์ $\mathbf{I}$

$$\mathbf{I} = \mathbf{p}_f - \mathbf{p}_i \quad (8.8)$$

ถ้าเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดล (F) กับเวลา (t) จะได้กราฟ ดังรูป



รูป 8.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรง (F) กับเวลา (t)

จากรูป 8.11 สามารถหาแรงดลเฉลี่ย ($\bar{F}$) ได้ดังนี้

แรงดลเฉลี่ยหาได้จากสมการ

$$\bar{F} = \frac{1}{\Delta t} \int_{t_i}^{t_f} \mathbf{F} dt \quad (8.9)$$

$$\int_{t_i}^{t_f} \mathbf{F} dt = \bar{F} \Delta t$$

ดังนั้น

$$\mathbf{I} = \bar{\mathbf{F}} \Delta t \quad (8.11)$$

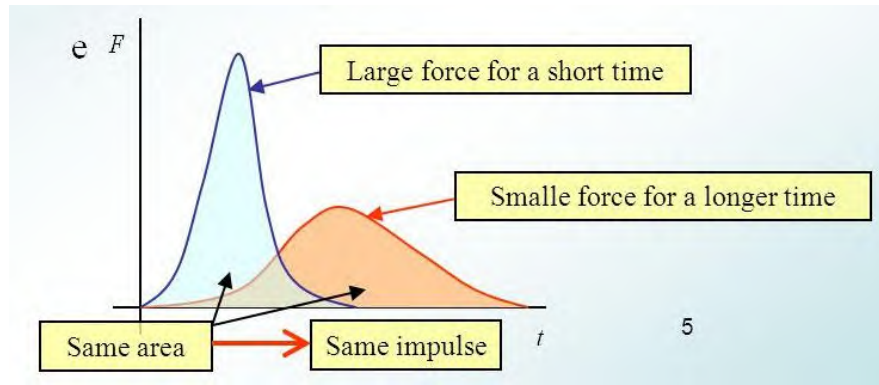
สมการ (8.11) มีความหมายว่า การดลมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างแรงดลเฉลี่ยกับช่วงเวลา

ในการกระโดดลงมาจากกำแพงของคน 2 คน ที่มีมวลเท่ากันการดลของทั้งสองจะมีค่าเท่ากัน เพราะว่าโมเมนตัมของทั้งสองจะเปลี่ยนไปเท่ากัน ในการกระโดดดังกล่าว ถ้าเราเพิ่มเวลาในการกระแทกพื้นโดยการย่อเข่าลง เราจะสามารถลดแรงกระแทกได้ พิจารณาสมการของการดล คือ

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

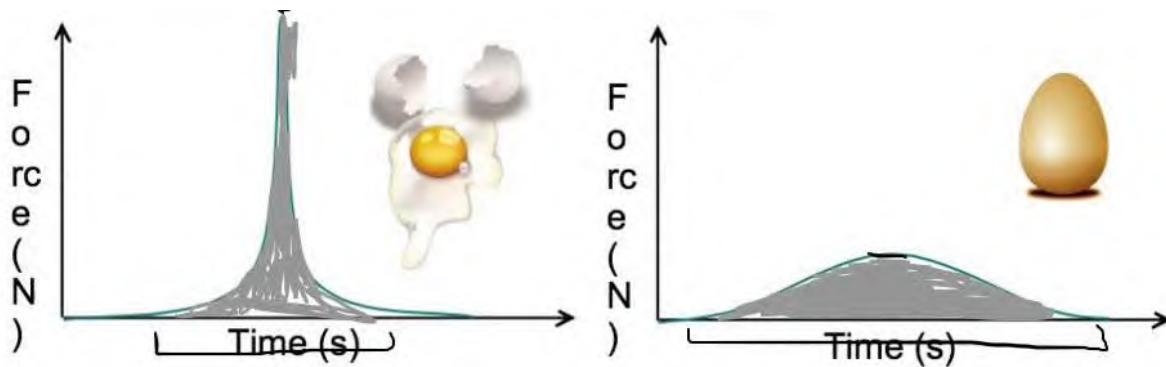
จะเห็นว่าเมื่อ Δt มากขึ้น แรง $\bar{F}$ ก็จะมีค่าลดลง

ถ้าวัตถุเดียวกันถูกทำให้เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่แบบเดียวกันแต่ใช้ช่วงเวลาแตกต่างกันแล้ว จะได้รับแรงดลไม่เท่ากัน ดังรูป



กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงตลอดและช่วงเวลาในขณะที่วัตถุได้รับแรงกระทำ

ตัวอย่างของวัตถุชิ้นเดียวกัน (หรือวัตถุที่เหมือนกันทุกประการ) ได้รับแรงกระทำและมีโมเมนตัมเปลี่ยนไปเท่ากันแต่ช่วงเวลาที่ถูกกระทำยาวนานไม่เท่ากัน ได้แก่การตกของไข่ที่ระดับความสูงเดียวกันเมื่อตกบนพื้นกับเมื่อตกบนฟองน้ำ



ช่วงเวลาที่ยาวนาน จะทำให้แรงดลมีค่าน้อย

ความรู้ในทางวิทยาศาสตร์หลายอย่างก็เกิดขึ้นมาเองแบบไม่รู้ตัว เช่น ในการรับแรงโม คนรับแรงโมจะรับได้โดยการใช้อวัยวะสัมผัสกับแรงโมแล้วถอยมือลงมารับ เพื่อเพิ่มช่วงเวลาในการรับแรงโม การกระทำดังกล่าวจะทำให้แรงที่กระทบกับมือมีปริมาณน้อยลง ความรู้ที่เกิดขึ้นได้มาจากประสบการณ์หรือการถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปสู่รุ่นหนึ่ง



รูป 8.18 การรับแรงโมของคนจะเพิ่มเวลาในการรับ

ในทำนองเดียวกัน คนที่กระโดดลงมาจากกำแพงเมื่อเท้าสัมผัสกับพื้นล็กน้อเขาก็จะย่อตัวลงมา เพื่อเพิ่มเวลาในการสัมผัสกับพื้น การกระทำดังกล่าวจะทำให้แรงกระแทกมีค่าน้อยลง

การรับลูกบอลของผู้รักษาประตูก็เช่นเดียวกัน จะมีการลดแรงกระแทกโดยการรับแล้วถอยตัวตามทิศทางของลูกบอลเล็กน้อย

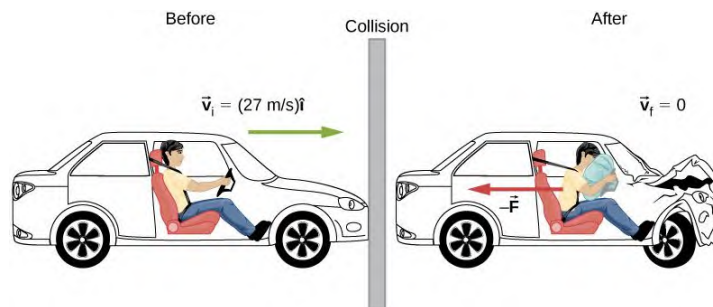


รูป 8.14 ช่วงเวลาสั้น ทำให้แรงดลมีค่ามาก

ตัวอย่าง รถที่ขับมาด้วยความเร็ว 27 เมตร / วินาทีเมื่อเกิดขับไปชนกำแพงแล้วชนออกไปชนกับพวงมาลัยแล้วหยุดในเวลา 0.2 วินาที ถ้าคนขับมีน้ำหนัก 860 นิวตันจงหา

ก) หาแรงดลที่พวงมาลัยกระทำต่อคนขับ

ข) ถ้าคนขับคาดเข็มขัดนิรภัยและรถมีถุงลมนิรภัยทำให้เวลาที่คนขับกระทบกับพวงมาลัยเพิ่มขึ้นเป็น 2.5 วินาที จงหาแรงดลที่พวงมาลัยกระทำต่อคนขับ



วิธีทำ จาก

$$J = F\Delta t$$

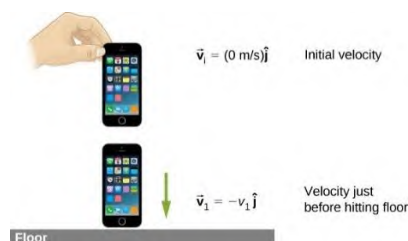
$$F\Delta t = m\Delta v$$

ก) แรงดลเมื่อไม่มีอุปกรณ์ความปลอดภัย $F(0.2s) = (87.8kg)(0-27m/s) = -11853N$

ข) แรงดลเมื่อมีอุปกรณ์ความปลอดภัย $F(2.5s) = (87.8kg)(0-27m/s) = -948N$ ตอบ

ข้อสังเกต จะเห็นว่าเวลาในการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่แรงดลลดลงอย่างมากมา

ตัวอย่าง ถ้าโทรศัพท์มือถือมวล 172 กรัม ตกจากที่สูง 1.5 เมตร ถ้าช่วงเวลาที่กระทบพื้นเท่ากับ 0.026 วินาที จงหาแรงดลที่พื้นกระทำต่อโทรศัพท์



วิธีทำ จาก จากกฎการอนุรักษ์พลังงาน $E_i = E_f$

$$K_i + U_i = K_f + U_f$$

$$mgh_{drop} = \frac{1}{2}mv_f^2$$

$$v_f = \sqrt{2gh_{drop}}$$

(1)

จากกฎข้อสองของนิวตัน

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

$$F = \frac{m\Delta v}{\Delta t}$$

$$F = \frac{mv_1}{\Delta t} \quad (2)$$

แทน (1) ใน (2) ได้

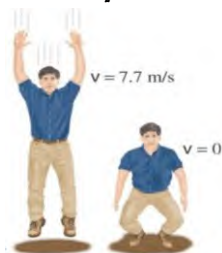
$$F = \frac{m(\sqrt{2gh_{\text{drop}}} - 0)}{\Delta t}$$

$$F = \frac{(0.172 \text{ kg})[\sqrt{2(9.8 \text{ m/s}^2)(1.5 \text{ m})} - 0]}{(0.026 \text{ s})} = 36 \text{ N} \text{ ตอบ}$$

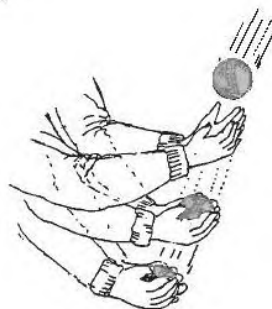
การลดค่าแรงดล

เมื่อวัตถุได้รับแรงกระทำในช่วงเวลาสั้น ๆ แรงนั้นจะทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงของโมเมนตัม ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า แรงดลซึ่งมีความสัมพันธ์กับทั้งขนาดของแรงและระยะเวลาที่แรงกระทำนั้น โดยทั่วไป หากแรงมีค่ามากแต่เวลากระทำสั้น หรือแรงมีค่าน้อยแต่กระทำนาน ผลรวมที่ได้หรือแรงดลอาจเท่ากันได้ อย่างไรก็ตาม ในสถานการณ์จริง เช่น การชนของรถยนต์ การกระโดดลงพื้น หรือการรับลูกบอล เราไม่เพียงต้องการให้เกิดผลตามแรงดลเท่านั้น แต่ยังต้องการ ลดผลกระทบจากแรง ต่อร่างกายหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วย หลักการที่สำคัญในการลดผลกระทบจากแรง คือ การเพิ่มระยะเวลาในการกระทำของแรง เพราะหากเราเพิ่มเวลาที่แรงกระทำ แม้แรงดลจะเท่าเดิม แต่ขนาดของแรงเฉลี่ยจะลดลง ซึ่งช่วยให้การชนหรือแรงกระทบมีผลเสียลดลง แนวคิดนี้สามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น หมวกกันน็อก ถุงลมนิรภัยในรถยนต์ สนามกระโดดแทมโพลีน หรือแม้แต่เมื่อนักกีฬาชกต่อยขณะรับแรงกระแทกจากการกระโดด หลักการของการลดค่าแรงดลนี้จึงไม่เพียงเป็นทฤษฎีในตำรา แต่ยังเป็นสิ่งที่ช่วยเพิ่มความปลอดภัยในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพในหัวข้อนี้ เราจะศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับแรงดล การเปลี่ยนแปลงของโมเมนตัม และวิธีการลดผลกระทบจากแรงดลด้วยเทคนิคต่าง ๆ

ในการกระโดดลงมาจากที่สูงเราต้องการลดค่าแรงดล ซึ่งสามารถทำได้โดยการเพิ่มเวลาในการตกกระทบพื้นด้วยวิธีการขู่เข้าขณะตกกระทบพื้น ดังรูป



การลดค่าแรงดล



การเพิ่มเวลาในการรับสิ่งของ ก็เป็นการลดแรงดล

ในการเล่นบันจี้จัมมีความจำเป็นจะต้องลดแรงดลด้วยการเพิ่มช่วงเวลาในการดึงของเชือกที่มีความยืดหยุ่น ดังนั้นแรงดลที่กระทำที่ขาของผู้เล่นจึงไม่มากพอที่จะทำอันตรายต่อผู้เล่น



การเล่นบันจี้จัม

การเพิ่มค่าแรงดล

ในบางสถานการณ์ เราต้องการ เพิ่มค่าแรงดล เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโมเมนตัมอย่างรวดเร็วและรุนแรง เช่น การตีลูกเบสบอลให้ลอยไปได้ไกล การเตะลูกฟุตบอลให้แรง หรือแม้แต่การใช้ค้อนตอกตะปูให้จมลงไปในไม้ได้ในครั้งเดียว การเพิ่มแรงดลในกรณีเหล่านี้สามารถทำได้โดยการ เพิ่มขนาดของแรงที่กระทำ หรือ เพิ่มระยะเวลาที่แรงกระทำนั้นอยู่กับวัตถุ ความเข้าใจในหลักการเพิ่มแรงดลจึงมีความสำคัญในหลายสาขา ทั้งในกีฬา วิศวกรรม และการออกแบบอุปกรณ์ที่ต้องการถ่ายเทพลังงานจำนวนมากให้กับวัตถุในเวลาอันสั้น หัวข้อนี้จะพาไปศึกษาวิธีการเพิ่มแรงดลอย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งตัวอย่างจากชีวิตจริงที่จะช่วยให้เห็นภาพได้อย่างชัดเจน

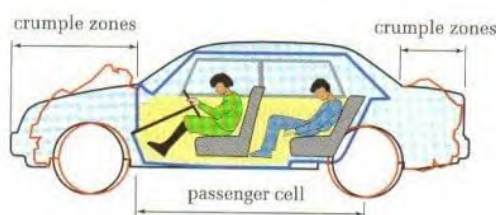
ในงานบางอย่างผู้ทำงานต้องการเพิ่มค่าแรงดล เช่น การออกแรงใช้มือเปล่าฟันอิฐที่วางซ้อนกันหลายชั้นให้หักได้ เขาต้องออกแรงฟันในเวลาสั้นมาก ๆ เพื่อเพิ่มแรงดลให้สูงจนอิฐหักได้



การเพิ่มค่าแรงดล

การนำความรู้เกี่ยวกับการดลมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์

เนื่องจากเราได้ทราบแล้วว่าในการชนถ้าเพิ่มช่วงเวลาในการชนได้จะลดแรงชนไปได้มาก ดังนั้นจึงได้มีการนำเอาความรู้นี้มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยการออกแบบรถให้สามารถดูดซับตัวได้รวมไปถึงการกระจายแรงชนไปยังชิ้นส่วนต่าง ๆ เช่น หลังคา หรือ พื้นรถเพื่อคงสภาพห้องโดยสารไว้ให้ได้มากที่สุด นั่นหมายถึงผู้ขับขี่และผู้โดยสารก็จะมีโอกาสรอดมากขึ้นนั่นเอง



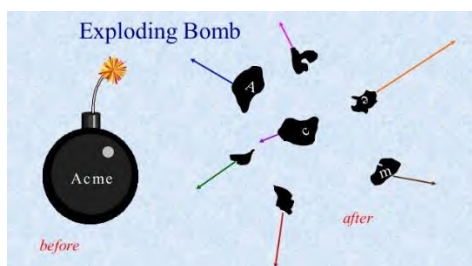
การดูดซับของรถช่วยเพิ่มช่วงเวลาในการชน

ความแตกต่างระหว่างพลังงานจลน์และโมเมนตัม

เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ จะมีทั้งพลังงานจลน์และโมเมนตัม ดังนั้นพลังงานจลน์และโมเมนตัมจึงเป็นปริมาณที่เกิดขึ้นพร้อมกันคือเมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่ แต่ปริมาณทั้งสองเป็นปริมาณคนละชนิดกันคือพลังงานจลน์เป็นพลังงานสเกลาร์แต่โมเมนตัมเป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้นโมเมนตัมมีค่าเท่ากับศูนย์จึงมีความหมายคือ

1) ไม่มีการเคลื่อนที่

2) มีการเคลื่อนที่แต่โมเมนตัมรวมมีค่าเท่ากับศูนย์



โมเมนตัมรวมมีค่าเท่ากับศูนย์

ส่วนพลังงานจลน์มีค่าเท่ากับศูนย์มีความหมายเดียวคือวัตถุไม่มีการเคลื่อนที่

ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์และโมเมนตัม

ในบทเรียนที่ผ่านมา เราได้เรียนรู้ถึงปริมาณทางฟิสิกส์สองชนิดที่สำคัญในการอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุ ได้แก่ พลังงานจลน์ และ โมเมนตัมเชิงเส้น ซึ่งแม้จะมีนิยามต่างกัน แต่ทั้งสองอย่างก็มีความเกี่ยวข้องกับมวลและความเร็วของวัตถุโดยตรง ทั้งสองปริมาณนี้จึงมีพื้นฐานร่วมกัน และสามารถเชื่อมโยงกันทางคณิตศาสตร์ได้ การเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์และโมเมนตัมไม่เพียงช่วยให้เราวิเคราะห์การเคลื่อนที่ได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น แต่ยังช่วยให้เข้าใจการถ่ายเทพลังงานในการชน หัวข้อนี้จะสำรวจลักษณะของแต่ละปริมาณ เปรียบเทียบความแตกต่าง และศึกษาสูตรที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์กับโมเมนตัม เพื่อเสริมความเข้าใจให้ครอบคลุมยิ่งขึ้นในโลกของการเคลื่อนที่

เนื่องจากพลังงานจลน์และโมเมนตัมเป็นปริมาณที่เกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ และเป็นปริมาณที่ขึ้นกับความเร็วยกกำลังสองเหมือนกัน จึงควรทราบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองนี้

ต่อไปนี้จะเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์และโมเมนตัม ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \times \frac{m}{m}$$

$$E_k = \frac{m^2v^2}{2m}$$

$$E_k = \frac{P^2}{2m}$$