แบบฝึกหัดเรื่องโมเมนตัมเชิงเส้น

5.1 ลูกบอลมวล 60 กรัม ปล่อยให้ตกจากที่สูง 2 เมตร จากพื้น เมื่อลูกบอลตกกระทบพื้นแล้วจะสะท้อนกลับขึ้นไปในอากาศซึ่งขึ้นไปได้สูงสุดเท่ากับ 1.8 เมตร ถ้าความเร่งเนื่องจากรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 เมตรต่อวินาที^{2} จงหาการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมเชิงเส้น (0.74 kg.m/s ทิศขึ้น)

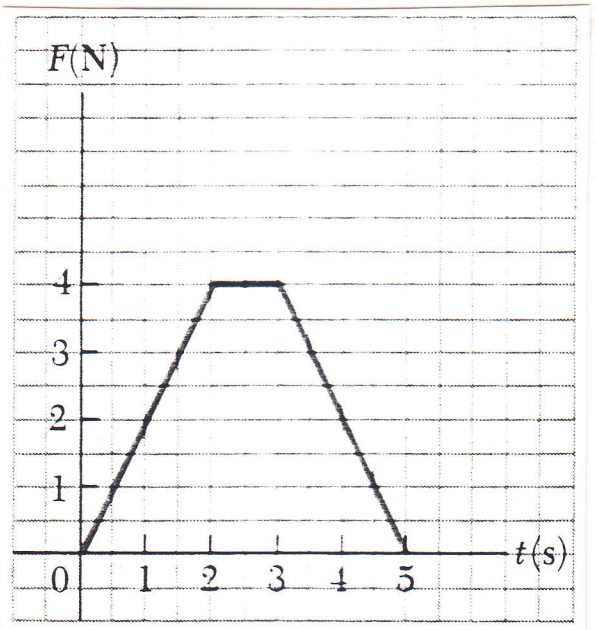
5.2 ออกแรง $\mathbf{F}_x$ ในแนวแกน X+ มีขนาดเปลี่ยนไปตามเวลา ดังแสดงในรูปที่ 5.7 กระทำต่อมวล 2 กิโลกรัม จงหา

ก) การดลในช่วงเวลา 5 วินาที แรก

ข) ความเร็วที่เวลา 5 วินาที ถ้ามวลเริ่มเคลื่อนที่จากหยุดนิ่ง และ

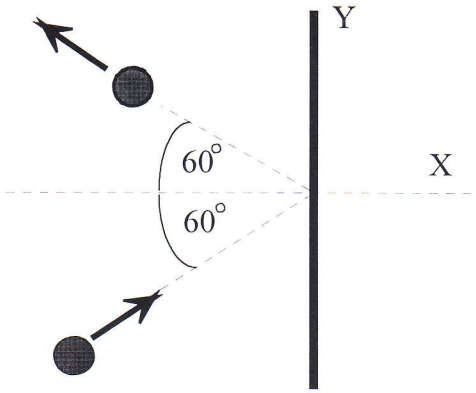
ค) ความเร็วที่เวลา 5 วินาที ถ้าเริ่มต้นมวลมีอัตราเร็วเป็น $-2\hat{\mathbf{i}}$ m/s

(12 kg.m/s ในแนวแกน X+ , 6 m/s ในแนวแกน X+ และ $4\hat{\mathbf{i}}$ m/s)



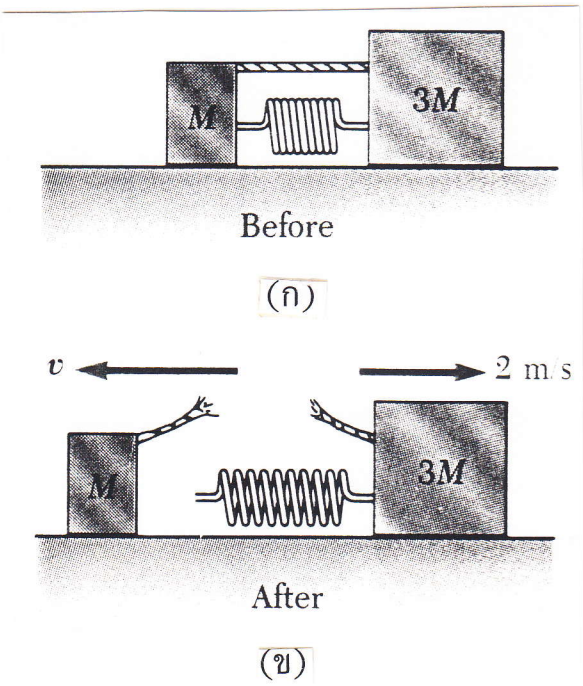
รูปที่ 5.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำต่อมวลกับเวลาที่มวลเคลื่อนที่

5.3 ลูกบอลมวล 3 กิโลกรัม ถูกเตะชนผนังตึกหลังหนึ่งด้วยอัตราเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ทำมุม 60° กับแนวแกน X ดังแสดงรูปที่ 5.8 ถ้าช่วงเวลาที่ลูกบอลตกกระทบกับผนังเท่ากับ 0.2 วินาที จงหาแรงต้านเฉลี่ยที่ผนังกระทำต่อลูกบอลในแนวตั้งฉากกับผนัง (150 N)



รูปที่ 5.8 แสดงทิศทางที่ลูกบอลชนผนัง

5.4 กล่อง 2 ใบ มวล **M** และ 3**M** วางอยู่บนพื้นระดับลื่น มีเชือกผูกติดกัน ระหว่างมวลทั้งสองมีสปริงเบาวางคั่นอยู่และยึดติดกับมวล 3**M** ดังแสดงในรูปที่ 5.9 เมื่อเส้นเชือกขาดมวลทั้งสองจะเคลื่อนที่แยกออกจากกัน โดยที่มวล 3**M** จะเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยอัตราเร็ว 2 เมตรต่อวินาที และมวล **M** จะเคลื่อนที่ไปทางซ้ายด้วยอัตราเร็ว **v** ถ้าขณะที่เชือกยังไม่ขาดมวลทั้งสองหยุดนิ่ง จงหาอัตราเร็ว **v** (6 m/s)



รูปที่ 5.9 แสดงการเคลื่อนที่ของมวลขณะที่ยึดติดกับสปริงเมื่อเชือกขาด

5.5 นักสเกตน้ำแข็งคนหนึ่งมวล 75 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 เมตรต่อวินาที เข้าชนกับนักสเกตน้ำแข็งอีกคนที่มีมวลเท่ากันซึ่งยืนอยู่กับที่ ทำให้ทั้งสองคนเคลื่อนที่ติดกันไปด้วยอัตราเร็ว 5 เมตรต่อวินาที ถ้าช่วงเวลาในการชนมีค่าเท่ากับ 0.1 วินาที จงหาแรงกระแทกระหว่างกัน และถ้าแรงกระแทกเฉลี่ยที่ทำให้กระดูกของนักสเกตคนใดคนหนึ่งยังคงไม่หักมีค่าไม่เกิน 4,500 นิวตัน ถามว่ากระดูกของนักสเกตสองคนนี้จะหักหรือไม่ (3,750 N ซึ่งยังคงทำให้กระดูกของนักสเกตทั้งสองไม่หัก)

5.6 ลูกบิลเลียต 2 ลูก เคลื่อนที่เข้าชนกันตรง ๆแบบยืดหยุ่นด้วยความเร็ว $2\hat{\mathbf{i}}$ เมตรต่อวินาที และ $-5\hat{\mathbf{i}}$ เมตรต่อวินาที หลังจากชนกันแล้วลูกบิลเลียตแต่ละลูกมีความเร็วเท่าใด ($-5\hat{\mathbf{i}}$ m/s และ $2\hat{\mathbf{i}}$ m/s)

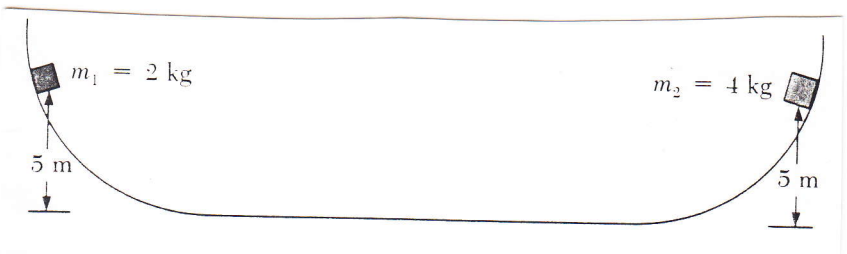
5.7 กล่อง 2 ใบ มวล $\mathbf{m}_1$ = 2 กิโลกรัม และ $\mathbf{m}_2$ = 4 กิโลกรัม ปล่อยให้ไถลลงมาบนรางโค้งลื่นจากตำแหน่งที่สูงจากพื้นเท่ากับ 5 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 5.10 ทำให้กล่องเคลื่อนที่เข้าชนกันแบบยืดหยุ่น ถ้าความเร่งเนื่องจากรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 เมตรต่อวินาที^{2} จงหา

ก) อัตราเร็วของกล่องทั้งสองก่อนที่จะชนกัน

ข) อัตราเร็วของกล่องทั้งสองหลังชน และ

ค) ระยะสูงสุดที่กล่องทั้งสองเคลื่อนที่ไถลขึ้นไปได้หลังจากชนกันครั้งแรก

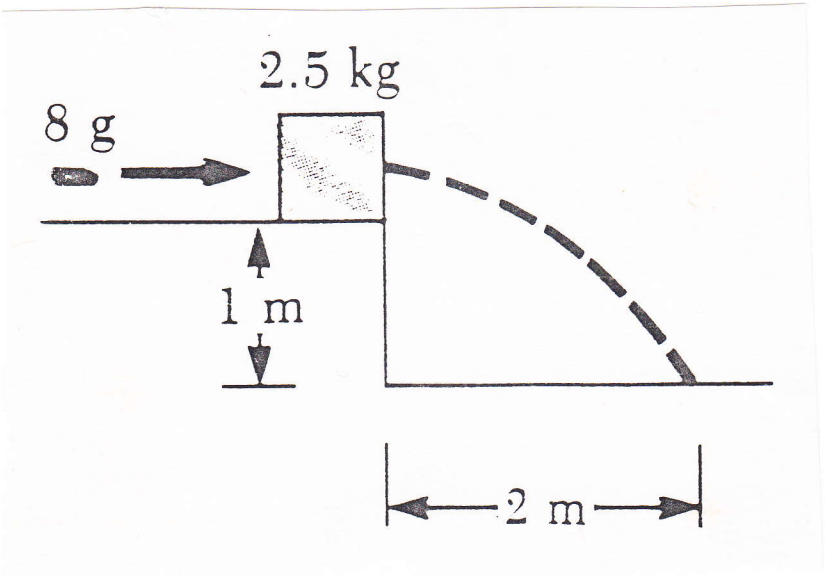
(10 m/s เท่ากัน, $-\frac{50}{3}$ m/s และ $\frac{10}{3}\hat{\mathbf{j}}$ m/s ตามลำดับ , และ 13.9 m และ 0.56 m ตามลำดับ)



รูปที่ 5.10 แสดงการชนกันของกล่องสองใบบนรางโค้งลื่น

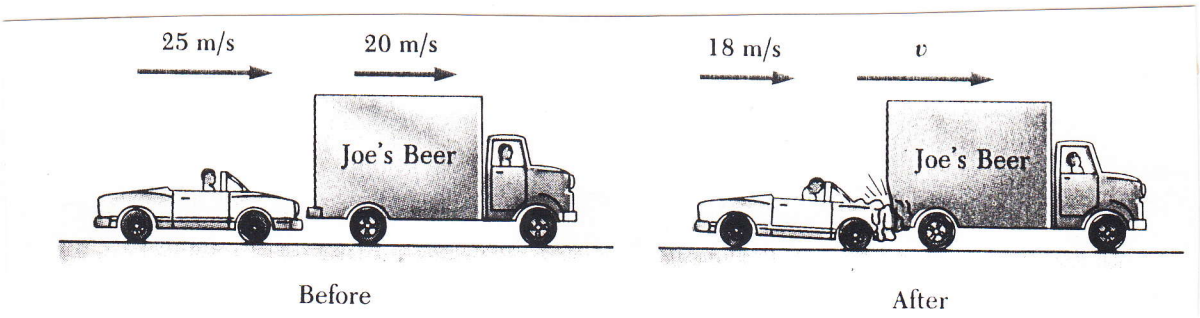
5.8 มวล 3 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว $5\hat{\mathbf{i}}$ เมตรต่อวินาที วิ่งเข้าชนกับมวล 2 กิโลกรัม ซึ่งกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว $-3\hat{\mathbf{j}}$ เมตรต่อวินาที จงหาความเร็วหลังชนกันของมวลทั้งสองซึ่งเกาะติดไปด้วยกัน ($3\hat{\mathbf{i}} - \frac{6}{5}\hat{\mathbf{j}}$ m/s)

5.9 ยิงลูกปืนมวล 8 กรัม ฝังเข้าไปในกล่องมวล 2.5 กิโลกรัม ซึ่งวางนิ่งอยู่บนขอบพื้นโต๊ะลื่นซึ่งสูงจากพื้นราบเท่ากับ 1 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 5.11 ทำให้กล่องและลูกปืนเคลื่อนที่ตกจากโต๊ะไปที่พื้นราบห่างจากขอบโต๊ะเท่ากับ 2 เมตร ถ้าความเร่งเนื่องจากรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 เมตรต่อวินาที^{2} จงหาอัตราเร็วเริ่มต้นของลูกปืน (1,402.01 m/s)



รูปที่ 5.11 แสดงการเคลื่อนที่ของกล่องเมื่อลูกปืนวิ่งเข้าชน

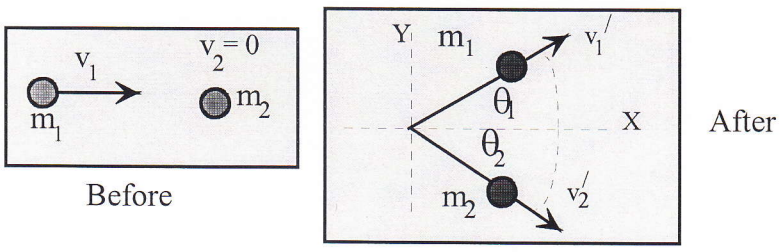
5.10 รถเก๋งมวล 1,200 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยอัตราเร็ว 25 เมตรต่อวินาที ไปชนท้ายกับรถบรรทุกมวล 9,000 กิโลกรัม ซึ่งกำลังเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันด้วยอัตราเร็ว 20 เมตรต่อวินาที ดังแสดงในรูปที่ 5.12 หลังจากชนกันแล้วรถเก๋งเคลื่อนที่ต่อไปในทิศทางเดิมด้วยอัตราเร็ว 18 เมตรต่อวินาที จงหาความเร็วของรถบรรทุกหลังจากชนกันแล้ว (20.93 m/s)



รูปที่ 5.12 แสดงการชนกันของรถเก๋งกับรถบรรทุก

5.12 อนุภาคมวล $\mathbf{m}_1$ กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว $\vec{\mathbf{v}}$ เข้าชนกับมวล $\mathbf{m}_2$ ซึ่งหยุดนิ่งอยู่กับที่ หลังจากชนกันแล้วแนวการเคลื่อนที่ของมวลทั้งสองเบนไป ดังแสดงในรูปที่ 5.13 ถ้าความเร็วของมวล $\mathbf{m}_1$ หลังจากการชนเป็น $\mathbf{v}_1'$ จงแสดงว่า

$$\tan\theta_2 = \frac{\mathbf{v}_1' \sin\theta_1}{\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_1' \cos\theta_1}$$



รูปที่ 5.13 แสดงการชนกันของมวลในสองมิติ