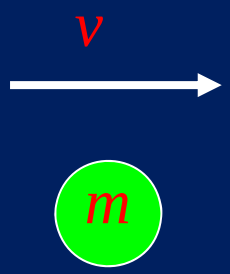
โมเมนตัมเชิงเส้นและการชน
(Linear Momentum and Collisions)

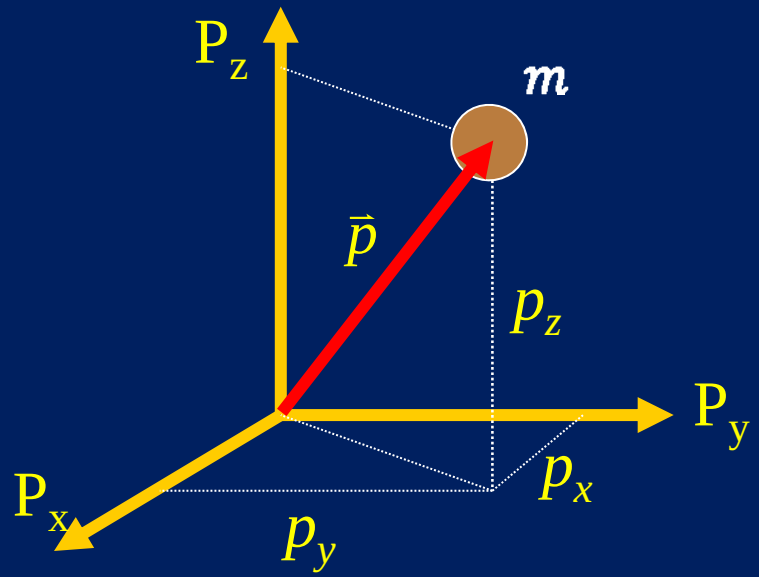
โมเมนตัมเชิงเส้น

- โมเมนตัมเชิงเส้น (Linear momentum) ของวัตถุใดๆ
  - เป็นผลคูณของมวลของวัตถุกับความเร็วของวัตถุขณะนั้น
  - แทนด้วย $\vec{p}$ หน่วย kg.m/s หรือกิโลกรัม.เมตรต่อวินาที



$$\vec{p} = m\vec{v}$$

โมเมนตัมเชิงเส้นในพิกัดคาร์ทีเซียน



$$p_x = mv_x$$

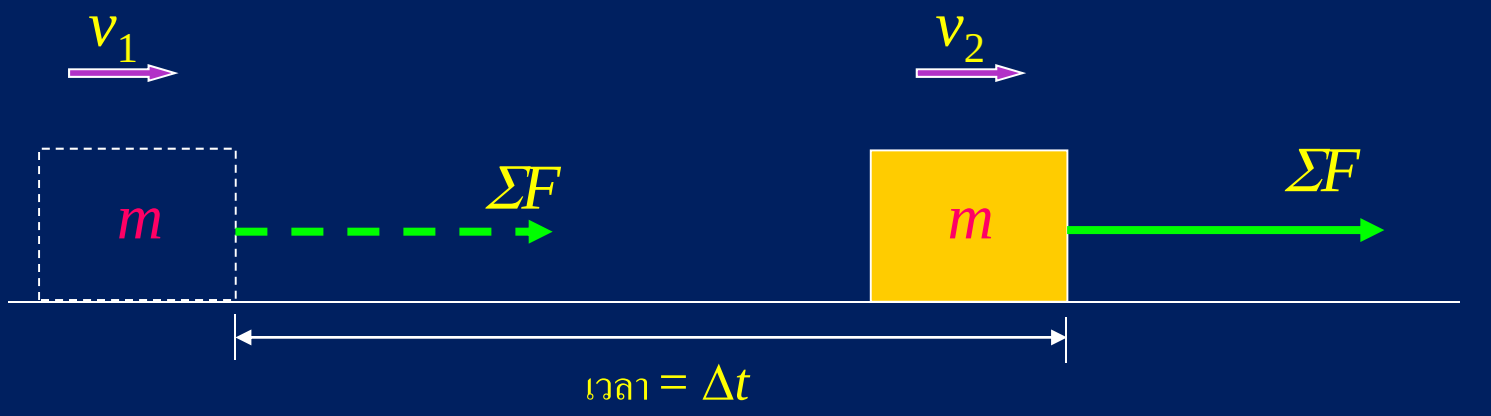
$$p_y = mv_y$$

$$p_z = mv_z$$

$$\vec{p} = p_x\hat{i} + p_y\hat{j} + p_z\hat{k}$$

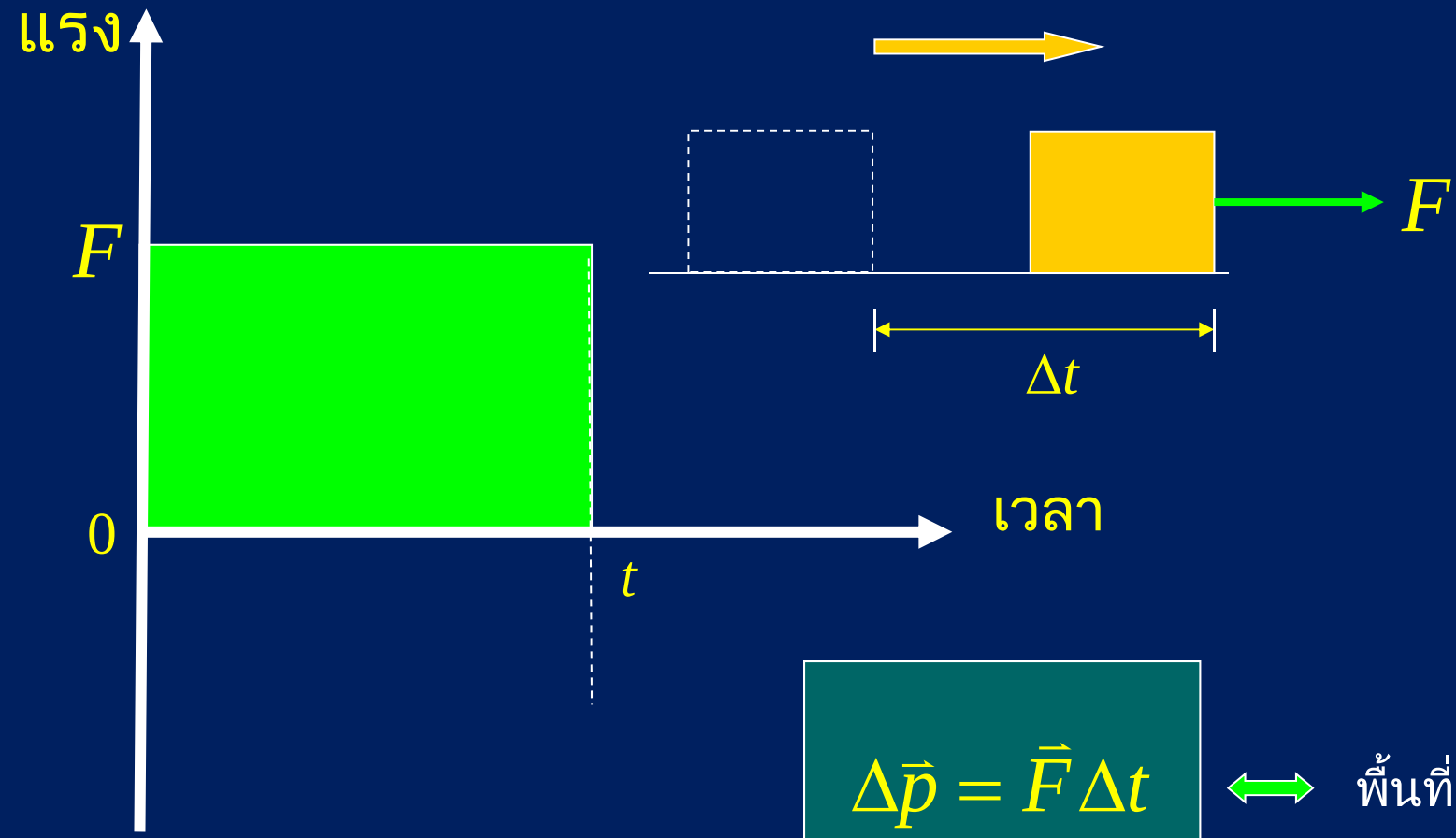
การดล

- การดล (impulse) ของวัตถุใดๆ
  - การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุนั้น
  - แทนด้วย $\Delta\vec{p}$



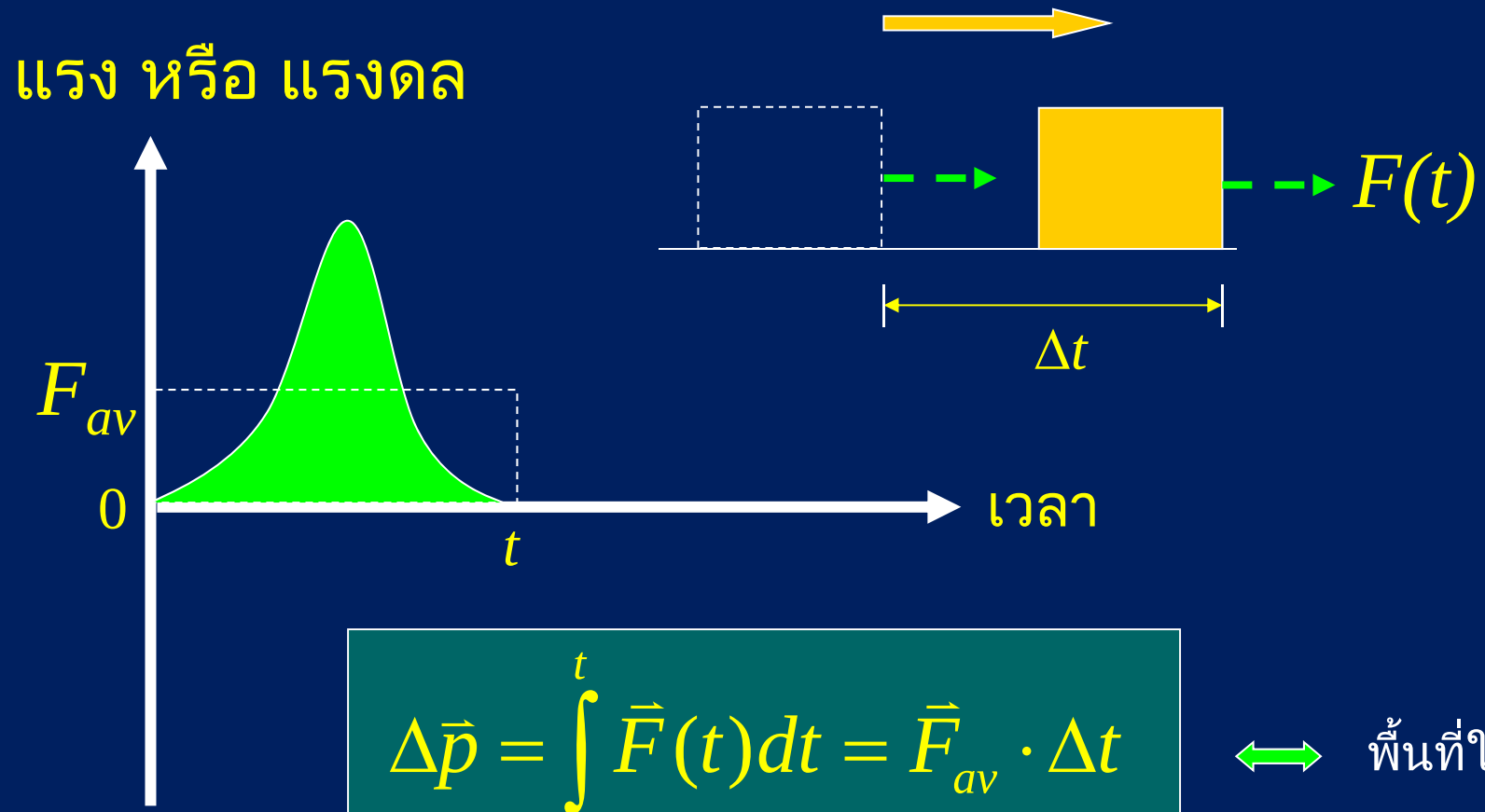
$$\Delta\vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1 = m\Delta\vec{v} = \left(\sum \vec{F}\right)\Delta t$$

การดลเนื่องจากแรงคงที่



$$\Delta\vec{p} = \vec{F}\,\Delta t$$ ⟺ พื้นที่ใต้กราฟ

การดลเนื่องจากแรงไม่คงที่

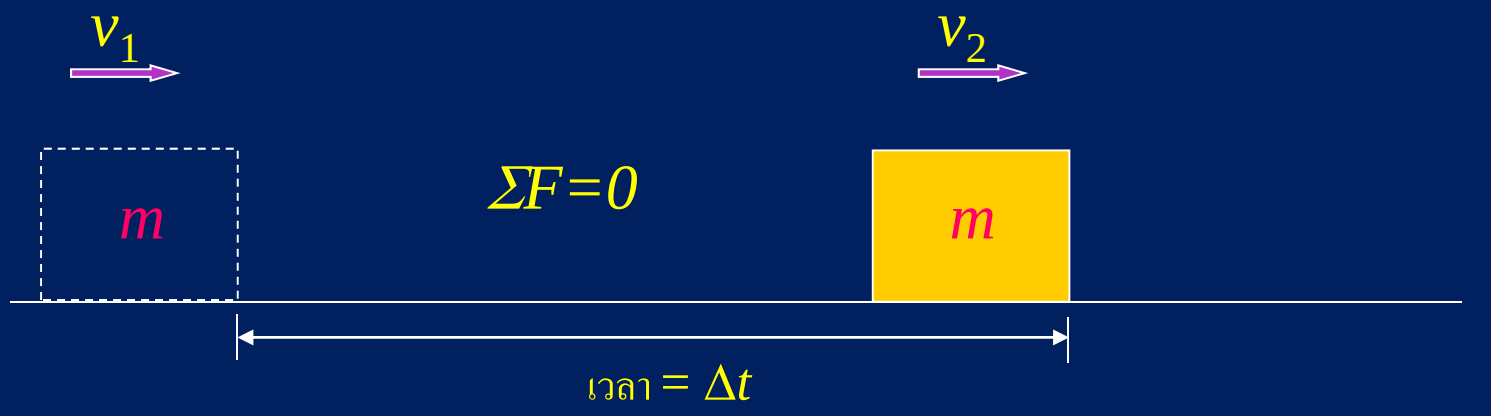


$$\Delta\vec{p} = \int_0^t \vec{F}(t)dt = \vec{F}_{av} \cdot \Delta t$$

$\Longleftrightarrow$ พื้นที่ใต้กราฟ

การอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงเส้น

- กล่าวว่า “ เมื่อไม่มีแรงลัพธ์ภายนอกมากระทำต่อวัตถุใดๆ โมเมนตัมเชิงเส้นของระบบจะมีค่าคงที่เสมอ “



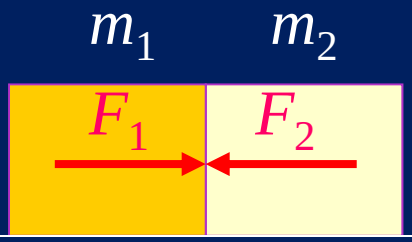
$$\Delta\vec{p} = \left(\sum \vec{F}\right)\Delta t = \vec{0} \quad \rightarrow \quad \vec{p} = m\vec{v}$$ คงที่เสมอ

การชน

- เป็นระบบที่วัตถุมีการชนกัน อาจจะชนกันในแนวจุดศูนย์กลางมวลซึ่งกันและกัน หรือชนกันในลักษณะที่ไม่อยู่ในแนวจุดศูนย์กลางมวล ในการชนกันแต่ละครั้งโมเมนตัมเชิงเส้นของระบบจะคงที่เสมอ เนื่องจากไม่มีแรงลัพธ์ภายนอกมากระทำ (มีแต่แรงเฉื่อยของแต่ละวัตถุที่ชนกัน) มี 2 แบบ คือ
  - แบบไม่ยืดหยุ่น
    - พลังงานจลน์รวมของระบบไม่คงที่
  - แบบยืดหยุ่น
    - พลังงานจลน์รวมของระบบคงที่

การชน

ขณะเข้าชนกัน



$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ กฎข้อ 3 ของนิวตัน

มวล m_1 $\Delta\vec{p}_1 = \int_{t_i}^{t_f} \vec{F}_2\,dt$

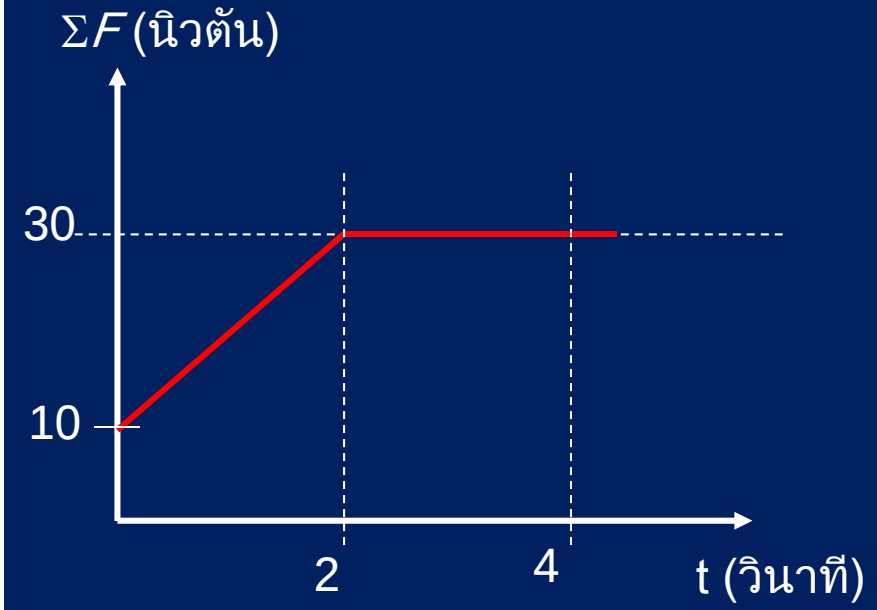
$\Delta\vec{p}_2 = -\int_{t_i}^{t_f} \vec{F}_2\,dt = -\Delta\vec{p}_1$

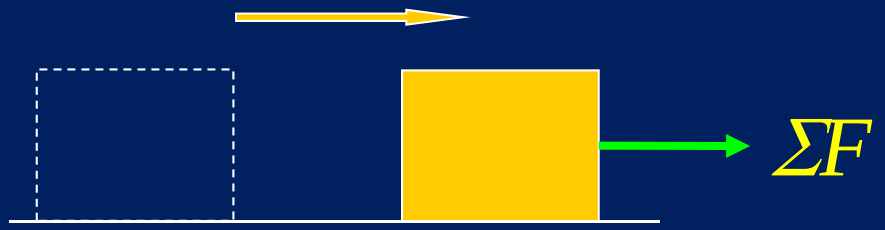
มวล m_2 $\Delta\vec{p}_2 = \int_{t_i}^{t_f} \vec{F}_1\,dt$

$\Delta\vec{p}_1 + \Delta\vec{p}_2 = \vec{0}$

$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$ มีค่าคงที่

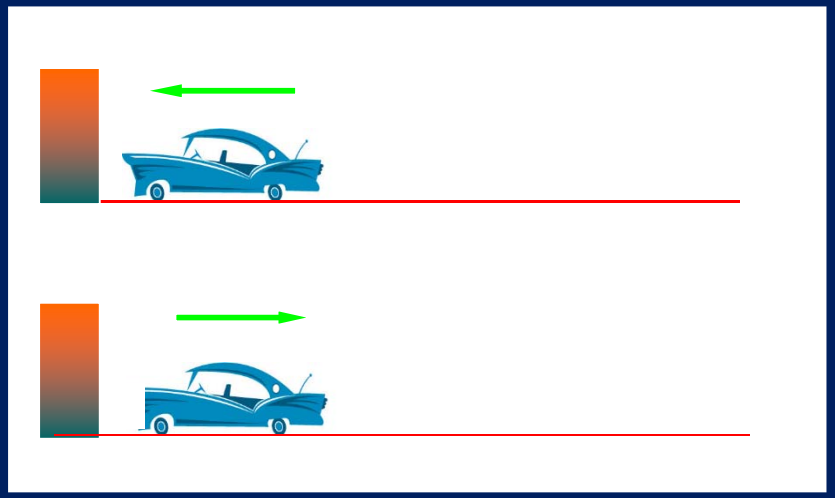
ตัวอย่างที่ 1





- กล่องบรรจุมวล 4 kg ถูกแรงลัพธ์ที่มากระทำมีขนาดเปลี่ยนไปตามเวลา ดังรูป ทำให้กล่องเคลื่อนที่ในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ ถ้าที่เวลา t = 0 วินาที กล่องมีอัตราเร็วเท่ากับ 10 m/s จงหา
  - อัตราเร็วของกล่องที่เวลา $t = 4$ วินาที

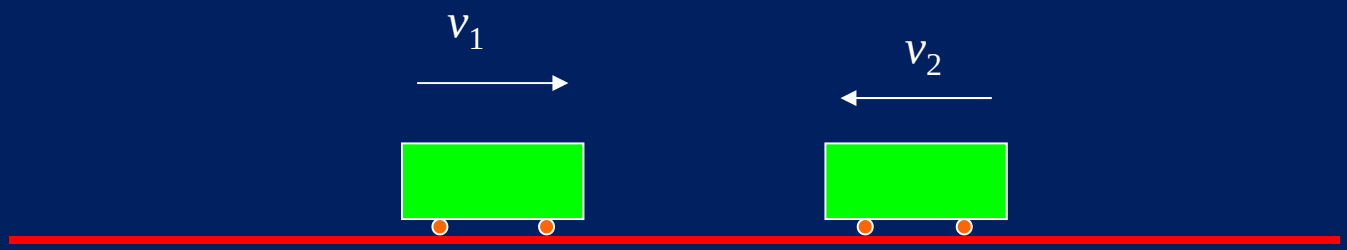
ตัวอย่างที่ 2



- ในการทดลองสภาพการเสียหายของรถยนต์เนื่องจากการชนกำแพง ซึ่งเป็นของบริษัทประกอบรถยนต์คันหนึ่ง ได้ทดลองใช้หุ่นนั่งในรถและบังคับ การขับเคลื่อนของรถยนต์ด้วยเครื่องควบคุมทางไกล ดังแสดงในรูป โดยให้รถวิ่งเข้าชนกับผนังด้วยอัตราเร็ว 15 m/s หลังจากชนกำแพงกันแล้วรถจะเคลื่อนที่สวนกลับทางเดิมด้วยอัตราเร็ว 3 m/s ถ้ามวลของรถยนต์เท่ากับ 1,500 kg และช่วงเวลาในการชนเท่ากับ 0.12 วินาที จงหา
  - แรงต้านเฉลี่ยที่กำแพงกระทำต่อรถยนต์

ตัวอย่างที่ 3

- รถราง 2 คัน มีมวลเท่ากัน วิ่งบนรางระดับราบเดียวกัน เข้าหากันด้วยอัตราเร็ว v_1 และ v_2 ดังรูป ถ้าการชนกันเป็นแบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์ จงหาอัตราส่วนของพลังงานจลน์ที่สูญเสียไปต่อพลังงานจลน์เดิม



ตัวอย่างที่ 4

- มวล m เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว v_0 เข้าชนมวล M ซึ่งกำลังเคลื่อนที่สวนมาแบบยืดหยุ่น หลังจากการชนกันแล้ว มวล m เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเป็น $v_0/2$ ตั้งฉากกับเส้นทางการเคลื่อที่เดิม และมวล M เบนไปในทิศทำมุม 45 ° กับแนวการเคลื่อนที่เดิมของ m ดังแสดงในรูปข้างล่าง จงหาอัตราส่วนของ M/m