

## แนวทางไขปริศนา ตอน 19.การถ่ายโอนโมเมนตัม

เป็นแนวทางเริ่มต้นเพื่อให้ผู้ชมเดินทางหาคำตอบสุดท้ายเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สาเหตุที่ก้อนน้ำตาลแตกกับไม่แตกนั้น มีอยู่ 3 ปัจจัย ได้แก่ แรงดล ( $F$ ) การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมหรือการดล ( $\Delta p$ ) และระยะเวลาของการชน ( $\Delta t$ ) สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อเกิดการชนกันของวัตถุ จะมีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมเกิดขึ้น โดยจะมีปริมาณทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องอีก 2 ปริมาณ คือ  $F$  และ  $\Delta t$  ซึ่งมีความสัมพันธ์ตามสมการ

แรงดลมีค่าเท่ากับ

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

การดลมีค่าเท่ากับ

$$\Delta p = mv - mu \quad (1)$$

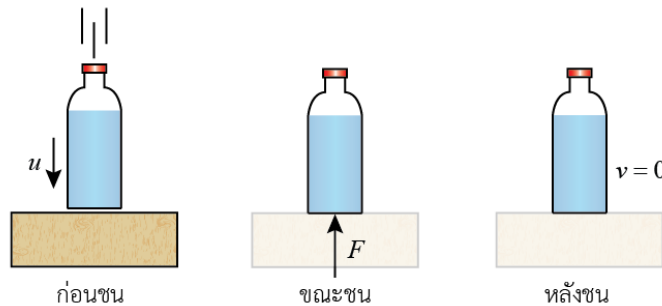
$$F = \frac{mv - mu}{\Delta t} \quad (2)$$

เมื่อขวดน้ำเคลื่อนที่ด้วยความเร็วชนกับวัตถุจนขวดน้ำหยุดนิ่ง ( $v = 0$ ) และจากสมการ (1) สรุปได้ว่าการดลของขวดน้ำจะขึ้นอยู่กับผลคูณของมวล ( $m$ ) และความเร็วก่อนการชน ( $u$ ) ของขวดน้ำ ตามสมการ

$$\Delta p = -mu \quad (3)$$

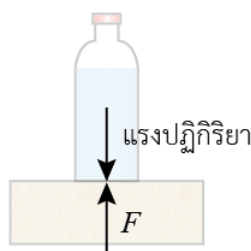
ดังนั้น  $\Delta p$  มีค่าคงที่ และมีค่าเป็นลบ

จากสมการ (2) แรงดลที่ทำให้เกิดการดลตามสมการที่ (3) ของขวดน้ำ จึงมีค่าขึ้นอยู่กับ เวลาที่ใช้ในการหยุด และมีทิศตรงข้ามกับกับความเร็วก่อนชนของขวดน้ำ ดังแสดงในรูป ก. ตามสมการ (3)



รูป ก.

และเมื่อขวดกระทบพื้นจะมีแรงที่พื้นกระทำกับขวดน้ำ แรงกิริยาซึ่งจะมีแรงปฏิกิริยาในทิศตรงข้ามกันที่มีขนาดเท่ากัน ดังแสดงในรูป ข. ซึ่งแรงปฏิกิริยา คือ แรงที่กระทำกับก้อนน้ำตาล

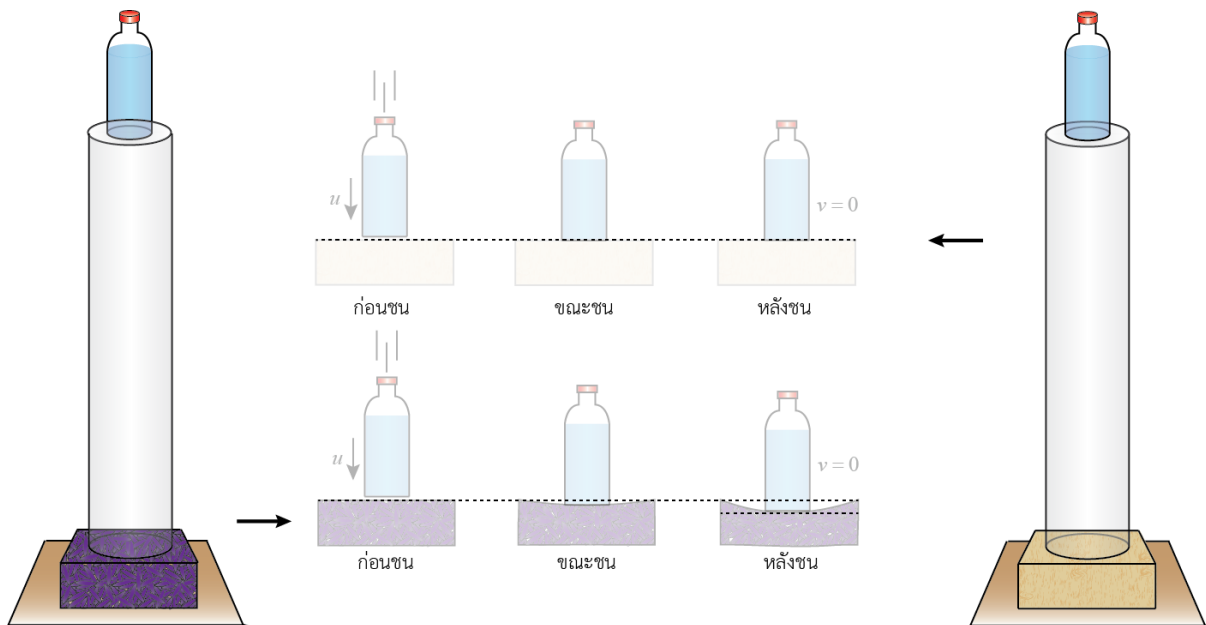


จากการทดลองใช้ขวดน้ำใบเดิมตั้งนั้นมวลของขวดน้ำ ( $m$ ) จึงมีค่าเท่าเดิม และปล่อยขวดน้ำที่ระดับความสูงเดิม ทำให้ความเร็วของน้ำก่อนชน ( $u$ ) มีค่าเท่ากัน  $\Delta p$  มีค่าคงที่

ดังนั้นปริมาณที่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของแรงที่กระทำ คือ  $\Delta t$  โดยจะอธิบายจากสมการ

$$s = \frac{(u+v)}{2}t \quad (4)$$

เนื่องจาก  $u$  และ  $v$  ของขวดน้ำมีค่าเท่ากันทั้ง 2 กรณี ทำให้สรุปได้ว่า  $s$  แปรผัน  $\Delta t$  เมื่อพิจารณาทั้ง 2 กรณี จากลักษณะของถุงข้าวที่มีความยืดหยุ่นมากกว่าแท่งไม้ เมื่อขวดน้ำกระทบกับถุงข้าวระยะของการเคลื่อนที่ของขวดน้ำก่อนที่ขวดน้ำจะหยุดจะมีค่ามากกว่าแท่งไม้มาก ดังแสดงในรูป ค. ทำให้  $\Delta t_{\text{ข้าว}} \gg \Delta t_{\text{ไม้}}$



รูป ค.

จากสมการ (2) เมื่อ  $\Delta t_{\text{ข้าว}} \gg \Delta t_{\text{ไม้}}$  ทำให้  $F_{\text{ข้าว}} \ll F_{\text{ไม้}}$  โดยแรงที่เกิดขึ้นจะมีต่อแรงปฏิกิริยาที่กระทบต่อก้อนน้ำตาลที่อยู่ด้านล่างของวัตถุ ซึ่งเป็นผลให้ก้อนน้ำตาลที่อยู่ด้านล่างของถุงข้าว ไม่แตก แต่ก้อนน้ำตาลที่อยู่ด้านล่างของแท่งไม้แตก