

แนวทางไขปริศนา ตอน 16.ปีนใหญ่ น้ำ

เป็นแนวทางเริ่มต้นเพื่อให้ผู้ชมเดินทางหาคำตอบสุดท้ายเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เมื่อปล่อยขวดน้ำที่มีน้ำอยู่ในขวดประมาณครึ่งหนึ่ง โดยมีลูกปิงปองลอยอยู่ในขวด พบว่าเมื่อขวดกระทบพื้น ลูกปิงปองจะกระดอนขึ้นไปได้สูงกว่าปล่อยลูกปิงปองอย่างเดียว เรื่องนี้สามารถอธิบายได้โดยใช้ความรู้เรื่องการอนุรักษ์โมเมนตัม เพื่อเป็นแนวทางในการหาคำตอบของเรื่องนี้ขอยกตัวอย่างของการกระดอนของลูกบอลที่วางซ้อนกัน 2 ลูก

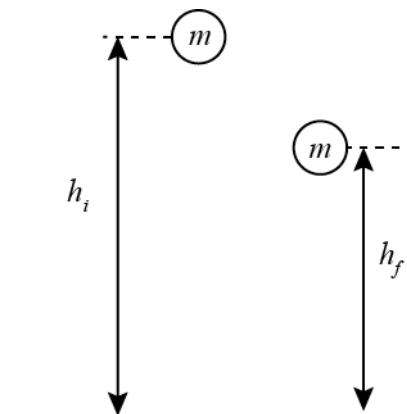
เมื่อนำลูกบอล 2 ลูกวางซ้อนกัน โดยที่ให้ลูกที่น้ำหนักเบากว่าอยู่ด้านบนแล้วปล่อยพร้อมกัน จะสังเกตเห็นว่าลูกบอลที่อยู่ด้านบนจะกระดอนขึ้นไปได้สูงกว่าเมื่อปล่อยลูกเดียว และสูงกว่าระดับความสูงก่อนปล่อยด้วย ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

พิจารณาหาความเร็วของลูกบอลที่กระดอนขึ้นจากพื้น (ปล่อยลูกบอลเพียง 1 ลูก)

เมื่อปล่อยลูกบอลจากความสูง h_i จะสามารถหาความเร็วของลูกบอลก่อนกระทบพื้นได้จากกฎอนุรักษ์พลังงานดังนี้

$$\begin{aligned}\sum E_i &= \sum E_f \\ mgh_i &= \frac{1}{2}mv^2 \\ v &= \sqrt{2gh_i}\end{aligned}$$

หากการชนระหว่างลูกบอลกับพื้นเป็นการชนแบบยืดหยุ่น ความเร็วที่กระดอนออกจากพื้นจะมีค่าเท่ากับความเร็วก่อนชนซึ่งภายหลังกระทบพื้นลูกบอลจะกระดอนขึ้นได้สูงเท่ากับระดับความสูงที่ปล่อยลูกบอล แต่จากวิดีโอที่ค้นพบว่าภายหลังกระทบพื้นลูกบอลกระดอนขึ้นไปได้ระดับความสูง h_f ซึ่งน้อยกว่าความสูงเดิม h_i ดังรูป



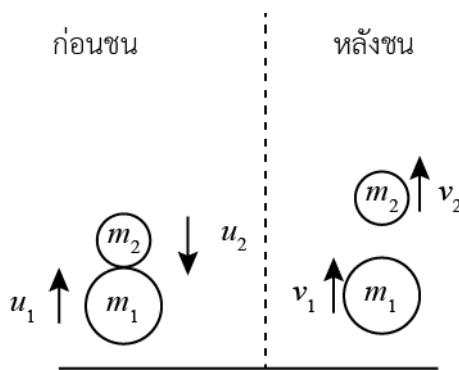
รูป การกระดอนของลูกบอลภายหลังกระทบพื้น

ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อลูกบอลกระทบพื้นจะสูญเสียพลังงานบางส่วนไป ทำให้ความสูงหลังกระทบพื้น น้อยกว่าสรุปได้ว่า ภายหลังกระดอนออกจากพื้นความเร็วจะลดลงเมื่อเทียบกับก่อนกระทบ ซึ่งความเร็ว ภายหลังกระดอนนี้สามารถหาได้จากการวัดระดับความสูงที่ลูกบอลกระดอนขึ้นไปได้และอาศัยความสัมพันธ์ จากสมการที่ 1 ในการคำนวณหาความเร็วภายหลังกระทบพื้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าความเร็วของลูกบอลที่อยู่ด้านล่างเมื่อกระดอนขึ้นมาจากพื้นจะมีความเร็ว ไม่เท่ากับความเร็วก่อนกระทบพื้น

พิจารณาหาความเร็วของลูกบอลทั้ง 2 ลูกภายหลังการชน

กำหนดให้ลูกบอลด้านล่างมีมวล m_1 มีความเร็วก่อนชนเป็น u_1 และลูกบอลด้านบนมีมวล m_2 มีความเร็วก่อนชนเป็น u_2 โดยให้มวล m_1 มีค่ามากกว่า m_2 ดังรูป กำหนดให้ความเร็วหลังการชนของมวล m_1 และมวล m_2 เป็น v_1 และ v_2 กำหนดให้ทิศขึ้นเป็นบวก ทิศลงเป็นลบ



รูป ก่อนชน (ซ้าย) และหลังชน (ขวา) ของลูกบอล 2 ลูก

เมื่อคิดการชนของลูกบอลทั้งสองลูกเป็นการชนแบบยืดหยุ่นระบบจะต้องอนุรักษ์โมเมนตัม และอนุรักษ์ พลังงาน ดังนั้น

จาก
$$\sum p_i = \sum p_f$$

$$m_1 u_1 - m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2 \quad (1)$$

จาก
$$\sum E_i = \sum E_f$$

$$\frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \quad (2)$$

ซึ่งจากสมการ (1) และ (2) จะสามารถหาความสัมพันธ์ความเร็วภายหลังการชน v_1 และ v_2 กับมวลและ ความเร็วต้นได้ดังนี้

$$v_1 = \frac{m_1 u_1}{m_1 + m_2} - \frac{m_2 (2u_2 + u_1)}{m_1 + m_2} \quad (3)$$

$$v_2 = \frac{m_1 (2u_1 + u_2)}{m_1 + m_2} - \frac{m_2 u_2}{m_1 + m_2} \quad (4)$$

ในกรณีที่ให้มวล m_1 มีค่ามากกว่า m_2 มากๆ ($m_1 \gg m_2$) จะได้ว่า

$$\frac{m_1}{m_1 + m_2} \approx 1$$

$$\frac{m_2}{m_1 + m_2} \approx 0$$

ซึ่งในกรณีนี้ความเร็วหลังชน v_1 และ v_2 มีค่าเท่ากับ

$$v_1 = u_1$$

$$v_2 = 2u_1 + u_2$$

จะเห็นว่าความเร็วของลูกบอลด้านบนจะมีความเร็วเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้เคลื่อนที่ขึ้นไปได้สูงกว่าระดับความสูงที่ปล่อย