โมเมนตัมและการดล

โมเมนตัม (Momentum)

$$P = mv$$

- **คืออะไร : โมเมนตัม (P)** คือปริมาณที่ใช้อธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ หรือ คือ **"มวลที่กำลังเคลื่อนที่"**
- **ตัวแปร:**
  - P = โมเมนตัม (หน่วย kg·m/s)
  - m = มวล (kg)
  - v = ความเร็ว (m/s)
- **จุดสำคัญ:**
  - โมเมนตัมเป็นปริมาณ **เวกเตอร์** มีทิศทางเดียวกับความเร็ว
  - ถ้าวัตถุหยุดนิ่ง ($v=0$) โมเมนตัมก็เป็นศูนย์ ($P=0$)
  - ถ้ารถไฟ (มวลมาก) กับรถบรรทุก(มวลน้อย) วิ่งเร็วเท่ากัน (v เท่า) รถไฟจะมีโมเมนตัมมากกว่า

การดล (Impulse)

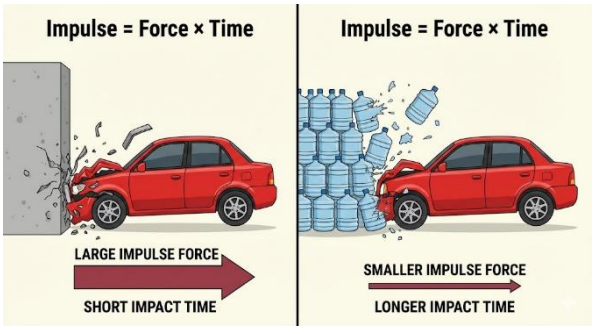
$$I = \Delta P$$

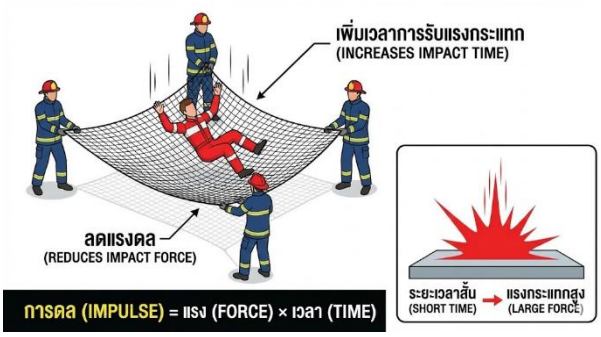
- **คืออะไร: การดล (I) คือ โมเมนตัมที่เปลี่ยนไป**
- **ตัวแปร:**
  - I = การดล (หน่วย N·s หรือ kg·m/s)
  - ΔP (เดลตา P) = การเปลี่ยนแปลงของโมเมนตัม
- **อธิบาย:**
  - $\Delta P = mv - mu$
  - เมื่อ v คือความเร็วปลาย, u คือความเร็วต้น

แรงดล (Impulsive Force)

$$F = \frac{d}{dt}P = \frac{mv-mu}{\Delta t}$$

- **คืออะไร: แรงดล (F) คือ** แรงที่ทำให้โมเมนตัมเปลี่ยนไป
- **อธิบาย**
  - $F = \frac{d}{dt}P$ คือแรง ณ ขณะใดขณะหนึ่ง
  - $F = \frac{mv-mu}{\Delta t}$ คือ **"แรงดลเฉลี่ย" (Average Force)**
    - Δt คือ ช่วงเวลาสั้นๆ ที่เกิดการชนหรือเกิดแรงกระทำ





กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

$$\sum P_i = \sum P_f$$

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

การชนแบบยืดหยุ่น และไม่ยืดหยุ่น

การชนกันของวัตถุโดยทั่วไปจะมี 2 แบบ คือ

1) การชนกันแบบยืดหยุ่น เป็นการชนซึ่งพลังงานจลน์จะมีค่าคงเดิม

$$\sum E_i = \sum E_f$$

$$\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$$

สูตรลัด ถ้ายืดหยุ่น $u_1 + v_1 = u_2 + v_2$

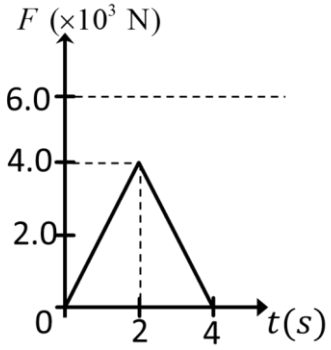
* ชนแบบยืดหยุ่น คือ ไม่มีการสูญเสียพลังงาน

2) การชนกันแบบไม่ยืดหยุ่น เป็นการชนซึ่งพลังงานจลน์ จะมีค่าไม่คงเดิม

$$\sum E_i = \sum E_f - \sum W$$

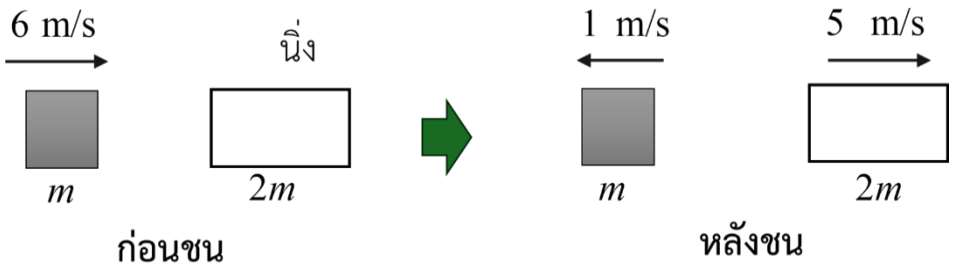
* ชนแบบไม่ยืดหยุ่น คือ มีการสูญเสียพลังงาน เช่น **ชนแล้วติดกันไป** ชนแล้วเกิดเสียง ความร้อน ฯลฯ

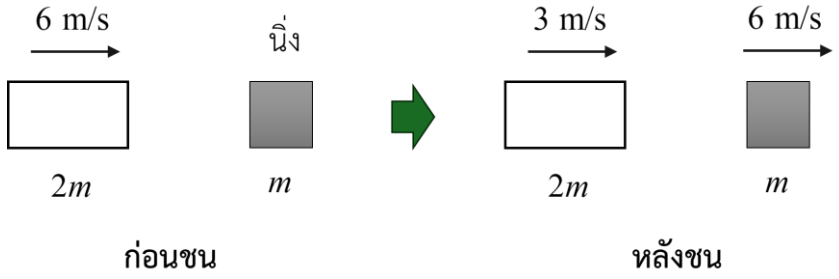
1. วัตถุมวล 2 x 10^3 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ต่อมาเครื่องยนต์ทำงานทำให้เกิดแรงลัพธ์กระทำต่อรถในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ โดยแรงนี้มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาดังกราฟ อัตราเร็วของวัตถุหลังวินาทีที่ 4 มีค่าเท่าใด (เฉลย)

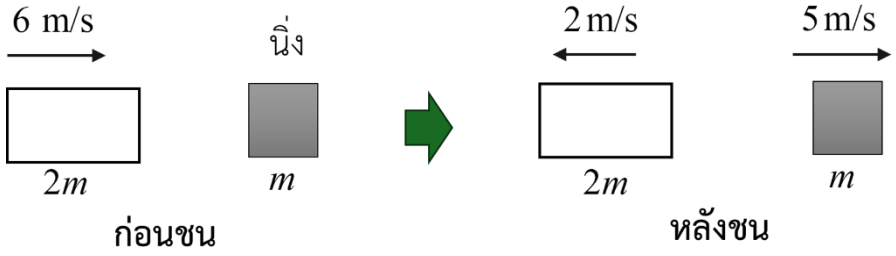


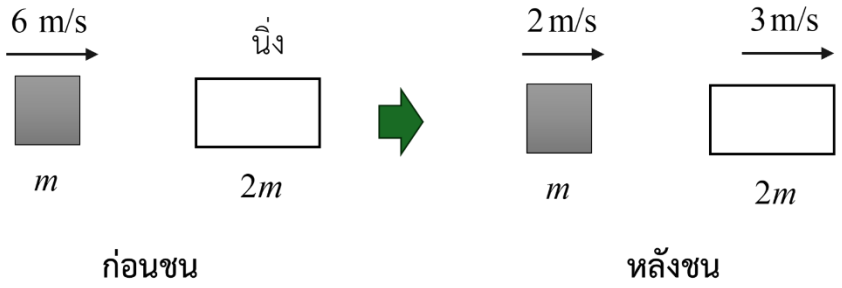
1. 12 เมตรต่อวินาที
2. 14 เมตรต่อวินาที
3. 18 เมตรต่อวินาที
4. 20 เมตรต่อวินาที
5. 24 เมตรต่อวินาที

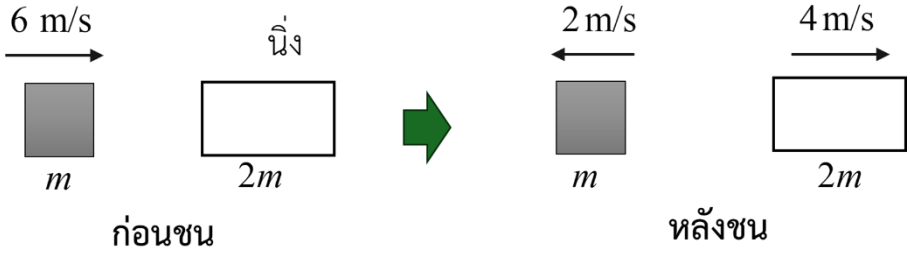
2. (6.-5) พิจารณามวลสองก้อนชนกันโดยแนวศูนย์กลางมวลของทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกัน ข้อใดอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงเส้นและเป็นการชนแบบยืดหยุ่น (เฉลย)

1. 

2. 

3. 

4. 

5. 

3. **วิศวกรกำลังทดสอบประสิทธิภาพของ "เสื้อเกราะกันกระสุนรุ่นใหม่" โดยการยิงหัวกระสุนมวล 10 กรัม ด้วยความเร็ว 400 เมตรต่อวินาที เข้าใส่แผ่นเกราะทดสอบจากการวัดค่าด้วยเซนเซอร์ความละเอียดสูง พบว่ากระสุนใช้เวลาตั้งแต่เริ่มกระทบจนหยุดนิ่งสนิทภายในเวลา 0.2 มิลลิวินาที แรงเฉลี่ยที่เสื้อเกราะกระทำต่อหัวกระสุนมีค่าเป็นกี่กิโลนิวตัน** (เฉลย)
    1. 2 kN
    2. 4 kN
    3. 10 kN
    4. 20 kN
    5. 40 kN

4. **อวกาศลำหนึ่งมีเครื่องยนต์ขับดันที่ให้แรงคงที่ขนาดหนึ่ง เมื่อเปิดเครื่องยนต์ผลักยานเปล่ามวล M เป็นเวลา t วินาที พบว่าความเร็วของยานเปลี่ยนไป 12 เมตรต่อวินาที หากยานลำนี้บรรทุกสัมภาระเพิ่มจนมีมวลรวมเป็น 3M แล้วเปิดเครื่องยนต์ด้วยแรงเท่าเดิม เป็นเวลา t เท่ากัน ความเร็วของยานลำนี้จะเปลี่ยนไปกี่เมตรต่อวินาที** (เฉลย)
    1. 3 m/s
    2. 4 m/s
    3. 6 m/s
    4. 9 m/s
    5. 36 m/s

5. ในการทดสอบความปลอดภัยของรถยนต์ (Crash Test) วิศวกรได้ปล่อยรถทดสอบมวล 1,000 กิโลกรัม ให้พุ่งเข้าชนกำแพงคอนกรีตในแนวตั้งฉากด้วยอัตราเร็ว 15.0 เมตรต่อวินาที เซนเซอร์ที่ติดอยู่กับตัวรถตรวจพบว่า หลังการชนรถกระเด็นถอยหลังออกมาในแนวเดิมด้วยอัตราเร็ว 2.50 เมตรต่อวินาที หากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กำแพงกระทำต่อรถกับเวลาเป็นรูประฆังคว่ำ และช่วงเวลาที่รถสัมผัสกำแพงทั้งหมดคือ 0.10 วินาที จงหาขนาดของแรงเฉลี่ยที่กำแพงกระทำต่อรถ (เฉลย)
    1. 1.25×10^5 นิวตัน
    2. 1.50×10^5 นิวตัน
    3. 1.75×10^5 นิวตัน
    4. 2.00×10^5 นิวตัน
    5. 1.25×10^6 นิวตัน

6. สถานการณ์: ในไซต์งานก่อสร้างแห่งหนึ่ง มีนอต A และ นอต B ตกลงมาจากนั่งร้านที่มีความสูงต่างกัน โดยปล่อยให้ตกแบบเสรี (Free Fall)

    · นอต A: มีมวล m ตกลงมาจากความสูง h

    · นอต B: มีมวล $\frac{m}{2}$ ตกลงมาจากความสูง $4h$

    กำหนดให้โมเมนตัมของนอต A ขณะกระทบพื้นมีขนาดเท่ากับ P_A และโมเมนตัมของนอต B ขณะกระทบพื้นมีขนาดเท่ากับ P_B ข้อใดแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง P_A และ P_B ได้ถูกต้อง (เฉลย)

    1. $P_B = 0.25P_A$
    2. $P_B = 0.5P_A$
    3. $P_B = P_A$
    4. $P_B = 2P_A$
    5. $P_B = 4P_A$

7. นักกีฬาเตะลูกบอลมวล 400 กรัม อัดกำแพงแล้วลูกบอลสะท้อนสวนกลับออกมาด้วยอัตราเร็ว 5 เมตรต่อวินาที ซึ่งเท่ากับอัตราเร็วเดิม ถ้าแรงที่กำแพงกระทำต่อลูกบอลเป็น 80 นิวตันลูกบอลกระทบกำแพงอยู่นานเท่าใด (เฉลย)

1. 0.02 วินาที
2. 0.05 วินาที
3. 0.10 วินาที
4. 0.50 วินาที
5. 0.75 วินาที

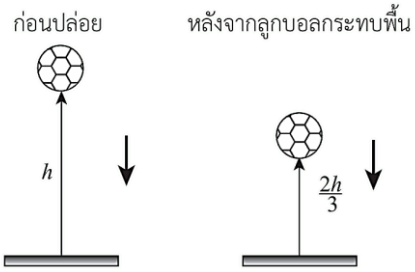
8. รถทดลอง A มวล 2.0 กิโลกรัม เคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยอัตราเร็ว 10 เมตรต่อวินาที เข้าชนกับรถทดลอง B มวล 3.0 กิโลกรัม ที่กำลังเคลื่อนที่สวนทางมาด้วยอัตราเร็ว 4.0 เมตรต่อวินาที ภายหลังการชนทันที พบว่ารถทดลอง A สะท้อนกลับไปทางซ้ายด้วยอัตราเร็ว 2.0 เมตรต่อวินาที รถทดลอง B จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่าใด และไปในทิศทางใด (เฉลย)

1. 4.0 m/s ไปทางซ้าย
2. 4.0 m/s ไปทางขวา
3. 8.0 m/s ไปทางซ้าย
4. 8.0 m/s ไปทางขวา
5. 12.0 m/s ไปทางขวา

9. วัตถุก้อนหนึ่งขณะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยอัตราเร็ว V ไปทางขวา (ทิศ +) เกิดระเบิดแตกออกเป็น 2 ส่วนที่มีมวลเท่ากัน โดยชิ้นส่วนทั้งสองยังคงอยู่ในแนวเส้นตรงเดิม ถ้าพลังงานจลน์ของระบบเพิ่มเป็น 2 เท่าเมื่อเทียบกับก่อนการระเบิดความเร็วของชิ้นส่วนแต่ละก้อนหลังการระเบิดเป็นส่วนเท่าใดตามลำดับ (เฉลย)

1. v, v
2. 0, 2v
3. -2v , 0
4. $\sqrt{2v}$, $\sqrt{2v}$
5. -$\sqrt{2v}$, $\sqrt{2v}$

10. ปล่อยลูกบอลจากความสูง h เหนือพื้น ลูกบอลกระทบพื้นแล้วกระดอนกลับขึ้นมาในแนวดิ่งสูงจากพื้นเป็นระยะ $\frac{2}{3}h$ ดังรูป



อัตราส่วนของโมเมนตัมก่อนกระทบพื้นต่อโมเมนตัมขณะกระดอนขึ้นเป็นเท่าใด (เฉลย)

1. $\frac{\sqrt{2}}{3}$
2. $\sqrt{\frac{2}{3}}$
3. $\frac{2\sqrt{2}}{3}$
4. $\frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$
5. $\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$

11. ลูกปืนมวล 10 กรัม ถูกยิงในแนวระดับด้วยอัตราเร็ว 400 เมตรต่อวินาที เข้าฝังในแท่งไม้มวล 1.99 กิโลกรัม ที่แขวนอยู่นิ่งด้วยเชือกเบา หลังจากชนแล้วแท่งไม้ (ที่มีลูกปืนฝังอยู่) แกว่งขึ้นไปได้สูงที่สุดเป็นระยะ h จากระดับเดิม (เฉลย)

1. 0.1 เมตร
2. 0.2 เมตร
3. 0.3 เมตร
4. 0.4 เมตร
6. 0.5 เมตร

12. นักเรียน A มีมวล m และนักเรียน B มีมวล 3m ยืนหันหน้าเข้าหากันบนลานน้ำแข็งที่ลื่นมาก เดิมทั้งสองคนหยุดนิ่ง เมื่อทั้งสองออกแรงผลักกันและกันจนหลุดออกจากกัน (เฉลย)

คำถาม: ข้อใดกล่าวถึงเหตุการณ์นี้ได้ ถูกต้อง

1. ขนาดของแรงที่นักเรียน A ผลัก B มีค่าน้อยกว่าแรงที่นักเรียน B ผลัก A เนื่องจาก A มีมวลน้อยกว่า
2. ภายหลังจากที่มือหลุดจากกัน นักเรียน A จะมีอัตราเร็วเป็น 3 เท่าของนักเรียน
3. ภายหลังจากที่มือหลุดจากกัน นักเรียน A จะมีพลังงานจลน์น้อยกว่านักเรียน B
4. จุดศูนย์กลางมวล (Center of Mass) ของระบบ (A+B) จะเคลื่อนที่ไปทางนักเรียน B เนื่องจากมีมวลมากกว่า
5. ที่เวลาเดียวกัน นักเรียน B จะเคลื่อนที่ไปได้ระยะทางไกลกว่านักเรียน A

13. วัตถุ 2 ก้อนเกิดการชนกันใน 1 มิติ โดยมีปริมาณต่าง ๆ เป็นดังตาราง

	มวล	ความเร็วก่อนชน	ความเร็วหลังชน
ก้อนที่หนึ่ง	2 kg	3 m/s ไปทางขวา	2 m/s ไปทางขวา
ก้อนที่สอง	4 kg	1.5 m/s ไปทางขวา	2 m/s ไปทางขวา

การชนนี้เป็นแบบใด (เฉลย)

1. เป็นการชนแบบยืดหยุ่น (Elastic) เนื่องจากโมเมนตัมรวมของระบบมีค่าคงตัว
2. เป็นการชนแบบยืดหยุ่น (Elastic) เนื่องจากพลังงานจลน์รวมของระบบมีค่าคงตัว
3. เป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น (Inelastic) โดยพลังงานจลน์รวมของระบบหายไป 1.5 จูล
4. เป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์ (Perfectly Inelastic) โดยพลังงานจลน์รวมของระบบหายไป 1.5 จูล
5. เป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์ (Perfectly Inelastic) โดยพลังงานจลน์รวมของระบบหายไป 3.0 จูล

14. ก้องมีมวล 80 กิโลกรัม และ แก้วมีมวล 40 กิโลกรัม ยืนอยู่นิ่งบนลานน้ำแข็งที่ลื่นมาก โดยทั้งสองจับปลายเชือกคนละด้าน ซึ่งเชือกมีความยาว 12 เมตร เมื่อก้องและแก้วออกแรงดึงเชือกเข้าหากันจนกระทั่งทั้งสองคนมาชนกัน ข้อใดต่อไปนี้กล่าวได้ถูกต้อง (เฉลย)

1. ทั้งสองคนจะมาพบกันที่จุดกึ่งกลางของเชือกพอดี

2. ก้องมีความเร่งขณะเคลื่อนที่มากกว่าแก้ว เนื่องจากก้องเป็นคนออกแรงดึง

3. งานที่แรงตึงเชือกกระทำต่อก้อง มีขนาดเท่ากับ งานที่แรงตึงเชือกกระทำต่อแก้ว

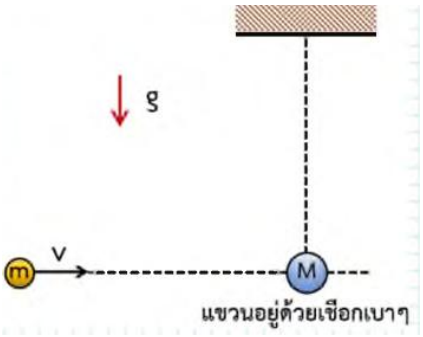
4. ขณะที่ทั้งสองเคลื่อนที่เข้าหากัน โมเมนตัมรวมของระบบมีค่าคงตัว แต่พลังงานจลน์รวมของระบบมีค่าเพิ่มขึ้น

5. ทั้งสองคนมาพบกันที่ระยะห่าง 3 เมตร จากจุดเริ่มต้นของก้อง

15. รถยนต์มวล 1.0 ตัน กำลังแล่นไปข้างหน้าด้วยอัตราเร็ว 10 เมตรต่อวินาที เข้าชนท้ายรถมอเตอร์ไซค์คันหน้าที่มีมวล 200 กิโลกรัม ซึ่งกำลังขับไปในทิศทางเดียวกันด้วยอัตราเร็ว 8 เมตรต่อวินาที หลังการชน รถมอเตอร์ไซค์พุ่งไปข้างหน้าด้วยอัตราเร็ว 15 เมตรต่อวินาที อยากทราบว่ารถยนต์จะมีอัตราเร็วเป็นเท่าใด (เฉลย)

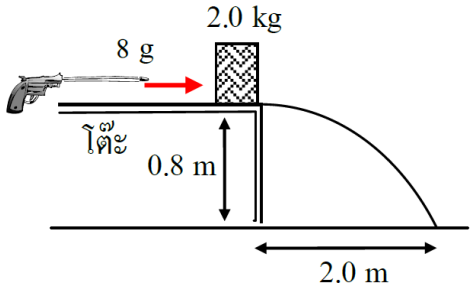
1. 8.6 m/s ทิศไปข้างหน้า
2. 8.6 m/s ทิศถอยหลัง
3. 9.0 m/s ทิศไปข้างหน้า
4. 9.2 m/s ทิศไปข้างหน้า
5. 9.2 m/s ทิศถอยหลัง

16. มวล m เคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ไม่สูงนัก เข้าชนมวล M แล้วติดกันไป จะเหวี่ยงขึ้นไปได้ระยะทางสูงสุดเท่าใดจากระดับเดิม (เฉลย)



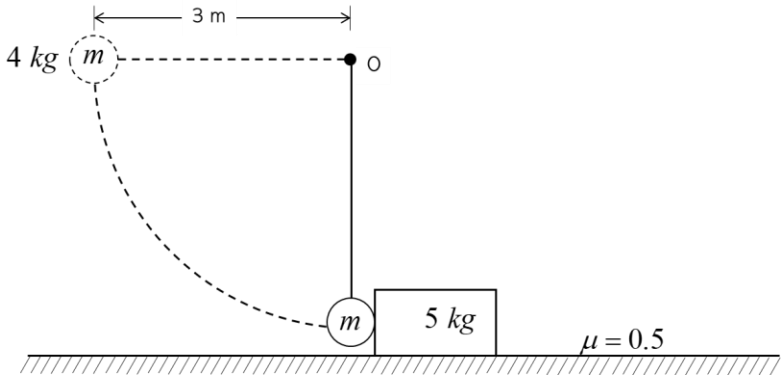
1. $\frac{u^2}{2g}\left(\frac{m}{m+M}\right)^2$
2. $\frac{u^2}{2g}\left(\frac{m}{m+M}\right)$
3. $\frac{u^2}{2g}\left(\frac{m-M}{m+M}\right)$
4. $\frac{u^2}{2g}\left(\frac{m}{M}\right)^2$
5. $\frac{u^2}{2g}\left(\frac{M}{m}\right)^2$

17. ลูกปืนมวล 8 กรัม ยิงตรงไปยังท่อนไม้มวล 2.0 กิโลกรัม ซึ่งวางอยู่บนขอบโต๊ะพื้นลื่นที่ความสูง 0.8 เมตร เมื่อลูกปืนกระทบท่อนไม้ และฝังในเนื้อไม้ท่อนไม้เคลื่อนที่หล่นจากโต๊ะและตกถึงพื้นห่างจากโต๊ะ 2 เมตร จงหาอัตราเร็วของลูกปืนในหน่วยเมตร/วินาที (ใช้ g= 10 m/s^2) <u>(เฉลย)</u>



1. 785
2. 1000
3. 1255
4. 1545
5. 2390

18. ปล่อยทรงกลมมวล 4 กิโลกรัม จากตำแหน่งที่เชือกอยู่ในแนวระดับให้เข้าชนแท่งไม้มวล 5 กิโลกรัม ซึ่งวางนิ่งบนพื้นราบที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.5 ถ้าการชนเป็นแบบยืดหยุ่น จงหาว่าแท่งไม้จะไถลไปบนพื้นได้ไกลเท่าไรกำหนดเชือกยาว 3 เมตร (เฉลย)



1. 1.25 เมตร
2. 2.59 เมตร
3. 3.36 เมตร
4. 4.74 เมตร
5. 5.84 เมตร

19. เครื่องยิงลูกบอลยางมวล 240 กรัม ยิงลูกบอลที่เหมือนกันทุกประการออกไปติดต่อกันจำนวน 5 ลูก ด้วยอัตราเร็ว 3.5 เมตรต่อวินาที เข้ากระทบแผ่นโลหะมวล 2.0 กิโลกรัม ที่วางนิ่งอยู่บนพื้นราบลื่นโดยลูกบอลทุกลูกเข้ากระทบแผ่นโลหะทำมุม 30 องศากับแนวดิ่ง แล้วสะท้อนกลับขึ้นในแนวดิ่งทันทีเหมือนกันทุกลูก หลังจากลูกบอลลูกที่ 5 กระทบและสะท้อนออกไปแล้ว แผ่นโลหะจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่าใด (ในหน่วยเมตรต่อวินาที) <u>(เฉลย)</u>

1. 0.21
2. 0.84
3. 1.05
4. 2.10
5. 4.20