

## บทที่ 4 สมดุลกล

## 4.3 สมดุลต่อการเลื่อนที่

## เฉลยแบบฝึกหัด 4.3 (หน้า 23 – 24)

1. ตอบ แรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อกล่องเท่ากับ 86.6 นิวตัน
2. ตอบ แรงที่พื้นเอียงกระทำต่อวัตถุในแนวตั้งฉากกับพื้นเอียง 43.3 นิวตัน  
แรงเสียดทานที่พื้นเอียงกระทำกับวัตถุเท่ากับ 25 นิวตัน
3. ตอบ แรงที่ทำให้วัตถุอยู่ในสภาพสมดุล คือ แรงที่มีค่าเท่ากับ 26.5 นิวตัน มีทิศตรงข้ามกับแรงลัพธ์ของแรง 20 นิวตัน และ 30 นิวตัน โดยทำมุม 100.5 องศา กับแรง 20 นิวตัน
4. ตอบ วัตถุหนัก 51.96 นิวตัน
5. ตอบ แรง  $F$  มีค่าเท่ากับ 30 นิวตัน

## 4.4 สมดุลต่อการหมุน

## เฉลยแบบฝึกหัด 4.4 (หน้า 38 – 40)

1. ตอบ วัตถุ  $x$  มีน้ำหนักเท่ากับ 10 นิวตัน
2. ตอบ แรงดึงเชือก  $T_1$  เป็น 4 เท่าของแรงดึงเชือก  $T_2$
3. ตอบ โมเมนต์รวมมีขนาด 23 นิวตัน เมตร เป็นโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา
4. ตอบ แรงที่ใช้ต้องอยู่สูงจากพื้นไม่เกิน 33.33 เซนติเมตร

## เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 4

## เฉลยปัญหา (หน้า 49-55)

1. ตอบ ขนาดของแรง  $\vec{F}$  ที่ทำให้วัตถุอยู่ในสภาพสมดุลเท่ากับ  $20\sqrt{3}$  นิวตัน
2. ตอบ แรงดึงในเส้นเชือก  $T_1$  มีค่าเท่ากับ  $\frac{W}{2}$  และแรงดึงในเส้นเชือก  $T_2$  มีค่าเท่ากับ  $\frac{\sqrt{3}}{2}W$
3. ตอบ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างวัตถุและพื้นเอียงเท่ากับ 0.58
4. ตอบ ก. แรงดึง  $F$  ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ขึ้นไปตามพื้นเอียงด้วยความเร็วคงตัวมีค่า 18.38 นิวตัน  
ข. แรงดึง  $F$  ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ลงไปตามพื้นเอียงด้วยความเร็วคงตัวมีค่า 9.90 นิวตัน

5. ตอบ แรงที่วัตถุกดพื้นจะเท่ากับแรงที่พื้นกระทำกับวัตถุมีค่าเท่ากับ 60 นิวตัน  
สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์เท่ากับ 0.29
6. ตอบ ค่า  $W$  ที่มากที่สุด ที่จะทำให้วัตถุทั้งสองยังคงอยู่นิ่งมีค่าเป็น 9.24 นิวตัน
7. ตอบ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตระหว่างพื้นกับวัตถุเป็น 0.35
8. ตอบ สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานจลน์ระหว่างมวลกับพื้น มีค่าเท่ากับ 0.43
9. ตอบ โมเมนต์ของแรงรอบจุด A มีขนาด  $6\sqrt{3}$  นิวตัน เมตร เป็นโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา
10. ตอบ ต้องใช้แรงกดที่ปลายอีกด้านหนึ่งอย่างน้อยเท่ากับ 12 นิวตัน
11. ตอบ ขนาดของแรง  $F$  เท่ากับ 25 นิวตัน
12. ตอบ แรงที่พื้นเอียงกระทำที่ปลาย A เท่ากับ  $0.87W$  และปลาย B เท่ากับ  $0.50W$
13. ตอบ ศูนย์ถ่วงของแผ่นไม้อยู่ห่างจากปลาย A เป็นระยะ  $\frac{7}{6}$  เมตร
14. ตอบ จากรูป ก. ผลรวมของโมเมนต์แรงคู่ควบ มีค่าเท่ากับ  $3 \text{ Nm}$  ทิศทวนเข็มนาฬิกา  
จากรูป ข. ผลรวมของโมเมนต์แรงคู่ควบ มีค่าเท่ากับ  $1.5 \text{ Nm}$  ทิศตามเข็มนาฬิกา  
จากรูป ค. ผลรวมของโมเมนต์แรงคู่ควบ มีค่าเท่ากับ  $2.6 \text{ Nm}$  ทิศทวนเข็มนาฬิกา
15. ตอบ ขวามวล 50 นิวตัน ห่างจุด P ไปทางขวาเป็นระยะ 6 เซนติเมตร
16. ตอบ แรงดึงในเส้นลวดมีค่าเป็น 86.60 นิวตัน
17. ตอบ แรงดึงในเส้นลวดเท่ากับ 3003.16 นิวตัน
18. ตอบ ก. แรงเสียดทานระหว่างพื้นล่างกับบันไดมีค่าเป็น 9.24 นิวตัน  
ข. แรงที่บันไดกระทำต่อกำแพงที่จุด A เป็น 9.24 นิวตันด้วย
19. ตอบ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตระหว่างผิวพื้นกับคานเท่ากับ 0.53
20. ตอบ แรงเสียดทานที่พื้นกระทำต่อคานมีค่า  $\frac{W}{2} \tan \theta$

### เฉลยปัญหาท้าทาย (หน้า 56 - 60)

21. ตอบ แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุ ตั้งแต่แรกจนถึงวัตถุเริ่มเคลื่อนที่มีค่าเปลี่ยนแปลงโดยมีค่าเพิ่มขึ้น  
จาก  $0.5mg$  เป็น  $0.87mg$
22. ตอบ แรงดึงในเส้นเชือกมีค่า  $\frac{3}{4} W$
23. ตอบ แรง  $F$  ที่กระทำที่ปลาย a มีค่า 0.89 นิวตัน
24. ตอบ เครื่องซึ่งจะอ่านน้ำหนักได้ 40 นิวตัน
25. ตอบ แรงดึงในเชือกสายซุงเส้นบนและเส้นล่างเท่ากับ 8.97 นิวตัน และ 7.32 นิวตัน ตามลำดับ
26. ตอบ น้ำหนัก  $W$  ที่มากที่สุดทำให้วัตถุอยู่นิ่งได้มีค่า 15 นิวตัน

27. ตอบ แรงเสียดทานที่พื้นอย่างน้อยต้องมีขนาด  $\frac{W}{\sqrt{2}}$

28. ตอบ หอคอยเอียงตัวทำมุม 4.0 องศา และจะเอียงตัวได้มากที่สุดเป็นมุม 15.0 องศา

29. ตอบ แรงดึงของเชือกเท่ากับ 90.5 นิวตัน

30. ตอบ ก. แรงดึงของเชือกแต่ละเส้นเท่ากับ  $\frac{W}{4} \left[ 1 - \frac{a^2}{2L^2} \right]^{\frac{1}{2}}$

ข. เชือกที่เหลือแต่ละเส้นจะมีความตึงเท่ากับ  $\frac{W}{2} \left[ 1 - \frac{a^2}{2L^2} \right]^{\frac{1}{2}}$

31. ตอบ น้ำหนักรวมของบันไดเท่ากับ  $4 \left( \sqrt{3} - \frac{2h}{l} \right) T$

---

## บทที่ 5 งานและพลังงานกล

## 5.1 งานเนื่องจากแรงคงตัว

## เฉลยแบบฝึกหัด 5.1 (หน้า 75)

1. ตอบ งานในการหิ้วถังน้ำเท่ากับ 0 จูล
2. ตอบ นักเรียนคนนี้ทำงาน 0 จูล
3. ตอบ งานที่ใช้ในการเคลื่อนวัตถุจาก R ถึง Q เท่ากับ 15 จูล
4. ตอบ งานที่ใช้ในการลากเลื่อนเท่ากับ  $5.4 \times 10^4$  จูล
5. ตอบ งานของแรงเสียดทานเท่ากับ  $-1.2 \times 10^4$  จูล

## 5.2 งานเนื่องจากแรงไม่คงตัว

## เฉลยแบบฝึกหัด 5.2 (หน้า 82-83)

1. ตอบ งานที่กระทำโดยแรงดังกล่าว มีค่า 30 จูล
2. ตอบ งานของแรงสปริงจากตำแหน่ง 0 ถึง 0.3 เมตรเท่ากับ  $-0.45$  จูล  
งานของแรงสปริงจากตำแหน่ง  $-0.3$  ถึง 0.3 เมตรเท่ากับ  $-0.9$  จูล
3. ตอบ งานทั้งหมดของแรงนี้เท่ากับ 1.6 จูล
4. ตอบ งานทั้งหมดของแรงนี้เท่ากับ 1.6 จูล

## 5.3 กำลัง

## เฉลยแบบฝึกหัด 5.3 (หน้า 86)

1. ตอบ กำลังเฉลี่ยของนักวิ่งเท่ากับ 78.4 วัตต์
2. ตอบ แรงจากเครื่องยนต์ที่ทำให้เรือลำนี้แล่นเท่ากับ 1200 นิวตัน
3. ตอบ รถยนต์สามารถเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 54 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

## 5.4 พลังงานกล

## เฉลยแบบฝึกหัด 5.4 (หน้า 107)

1. ตอบ พลังงานจลน์ของรถคันนี้เท่ากับ  $4.5 \times 10^5$  จูล
2. ตอบ พลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนเท่ากับ  $1.8 \times 10^{-18}$  จูล และต้องใช้อิเล็กตรอน  $5.5 \times 10^{17}$

3. ตอบ วัตถุมีพลังงานศักย์โน้มถ่วง 7.0 จูล
4. ตอบ สปริงมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่น 0.125 จูล
5. ตอบ งานที่ต้องทำเท่ากับ 490 จูล
6. ตอบ งานที่ต้องทำเท่ากับ 2.5 จูล

## 5.5 การอนุรักษ์พลังงานกล

### เฉลยแบบฝึกหัด 5.5 (หน้า 115)

1. ตอบ จะเห็นว่า งานเนื่องจากแรงเสียดทานตามเส้นทางทั้งสอง มีค่าไม่เท่ากัน แรงเสียดทานจึงไม่เป็นแรงอนุรักษ์
2. ตอบ พลังงานจลน์ของผลไม้เมื่อตกได้ครึ่งทางเท่ากับ 2.45 จูล
3. ตอบ ก. พลังงานศักย์โน้มถ่วงของลูกตุ้มที่สูงขึ้นจากจุดต่ำสุดเท่ากับ 1.2 จูล  
ข. พลังงานจลน์ของลูกตุ้มเมื่อผ่านจุดต่ำสุดเท่ากับ 1.2 จูล
4. ตอบ อัตราเร็วของลูกตุ้มที่จุดต่ำสุดเท่ากับ 13.4 เมตรต่อวินาที

## 5.6 เครื่องกล

### เฉลยแบบฝึกหัด 5.6 (หน้า 131-132)

1. ตอบ ต้องออกแรงกด  $F$  อย่างน้อยเท่ากับ 100 นิวตัน
2. ตอบ การได้เปรียบเชิงกลของคานเท่ากับ 5
3. ตอบ การได้เปรียบเชิงกลของพื้นเอียงนี้เท่ากับ 5
4. ตอบ การได้เปรียบเชิงกลของล้อกับเพลาชุดนี้ 3
5. ตอบ คานมีประสิทธิภาพ 80%
6. ตอบ ประสิทธิภาพของพื้นเอียงเท่ากับ 80%
7. ตอบ เพลาที่มีรัศมี 0.1 เมตร

## เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 5

## เฉลยปัญหา (หน้า 136 - 145)

1. **ตอบ** งานที่ใช้ในการเคลื่อนเท่ากับ  $mgAC \sin \theta$
2. **ตอบ** งานที่ใช้ในการลากกระสอบข้าวสารเท่ากับ 735 จูล
3. **ตอบ** ก. งานที่แรงนี้ทำในเวลา 2.0 วินาทีแรกเท่ากับ 25 จูล  
 ข. งานที่แรงนี้ทำในระหว่างวินาทีที่ 9 และวินาทีที่ 10 เท่ากับ 118.75 จูล
4. **ตอบ** 28 นิวตัน
5. **ตอบ** งานของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 10 วินาที แรกมีค่าเท่ากับ 600 จูล
6. **ตอบ**  $F(s_1 + s_2 \cos \theta)$
7. **ตอบ**  $ms(g - a)$
8. **ตอบ** 30 นิวตันต่อเมตร
9. **ตอบ** ก. งานที่นักกายกรรมทำ 6000 จูล  
 ข. กำลังเฉลี่ยเท่ากับ 300 วัตต์  
 ค. พลังงานจลน์เฉลี่ยของนักกายกรรมเท่ากับ 7.65 จูล  
 ง. พลังงานศักย์โน้มถ่วงที่จุดสูงสุดเท่ากับ 6000 จูล
10. **ตอบ** กำลังของเครื่องสูบน้ำเท่ากับ 298 วัตต์
11. **ตอบ** กำลังเฉลี่ยของแรงที่กระทำต่อตุ้เป็น  $\frac{1}{2} Fv_x$
12. **ตอบ** งานที่มอเตอร์หมุนล้อเท่ากับ  $1.14 \times 10^5$  จูล
13. **ตอบ** งานเนื่องจากแรงต้านที่พื้นทำต่อกล่องมีค่า 120 จูล
14. **ตอบ** งานของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุระหว่างเวลา 0 วินาที ถึง 20 วินาที เท่ากับ 6250 จูล
15. **ตอบ** ก. งานในการเคลื่อนที่วัตถุไปเป็นระยะทาง 2.5 เมตร เท่ากับ 70 จูล  
 ข. ความเร็วของวัตถุหลังจากเคลื่อนที่ได้ 2.5 เมตร เท่ากับ 8.4 เมตรต่อวินาที  
 ค. พลังงานจลน์ของวัตถุหลังจากเคลื่อนที่ได้ 4.0 เมตร เท่ากับ 70 J
16. **ตอบ** ก. พลังงานศักย์ของกล่องใบที่หนึ่งเป็น 19.6 จูล  
 ข. งานที่ทำในการยกกล่องซ้อนกันเท่ากับ 588 จูล  
 ค. พลังงานศักย์ของกล่องที่ตั้งซ้อนกันทั้งหมดเท่ากับ 705.6 จูล  
 ง. ผลที่ได้ในข้อ ข. และ ค. แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะการทำงานในข้อ ข. เป็นการเพิ่มพลังงานศักย์ของกล่อง กล่าวคือขณะที่กล่องทั้งหมดอยู่ที่พื้นจะมีพลังงานศักย์อยู่แล้ว  $19.6 \text{ จูล} \times 6 \text{ ใบ}$  หรือเท่ากับ 117.6 จูล เมื่อยกกล่องขึ้นซ้อนกัน กล่องทั้งหมดจะมีพลังงานศักย์ 117.6 จูล + 588 จูล เท่ากับ 705.6 จูล นั่นคือ พลังงานศักย์ ของกล่องเพิ่มขึ้น 588 จูล ซึ่งเท่ากับงานที่ทำในการยกกล่องในข้อ ข.

17. **ตอบ** ก. พลังงานศักย์ยืดหยุ่น ขณะเครื่องชั่งสปริงอ่านค่าของแรงได้ 6.0 นิวตัน เท่ากับ 0.09 จูล  
 ข. พลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริง ขณะเครื่องชั่งสปริงอ่านค่าของแรงเต็มสเกลเท่ากับ 1 จูล
18. **ตอบ** ก. แรงที่ใช้ดึงสปริง ขณะที่ยืดออกจากเดิม 0.25 เมตร มีค่าเท่ากับ 37.5 นิวตัน  
 ข. งานที่ใช้ในการดึงสปริงให้ยืดออกจากเดิม 0.25 เมตร มีค่าเท่ากับ 4.69 จูล
19. **ตอบ** แรงเฉลี่ยที่ลูกปืนกระทำกับเนื้อไม้เท่ากับ 1800 นิวตัน และงานที่ลูกปืนกระทำกับเนื้อไม้ เท่ากับ 90 จูล
20. **ตอบ** ก. พลังงานจลน์ของลูกปืนเท่ากับ 160 จูล  
 ข. แรงที่ดันให้ลูกปืนหลุดจากลากล่องเท่ากับ 200 นิวตัน
21. **ตอบ** ก. งานที่กดปากกาหนึ่งครั้งเท่ากับ  $6.25 \times 10^{-3}$  จูล  
 ข. ค่าคงตัวสปริงของสปริงปากกาเท่ากับ 500 นิวตันต่อเมตร
22. **ตอบ** ก. ขณะก้อนหินเริ่มตกมีพลังงานศักย์ 96040 จูล และมีพลังงานจลน์เป็นศูนย์  
 ข. เมื่อเวลาผ่านไป 1 วินาที วัตถุมีพลังงานศักย์เท่ากับ 93639 จูล และมีพลังงานจลน์เท่ากับ 2401 จูล  
 ค. เมื่อเวลาผ่านไป 5 วินาที วัตถุมีพลังงานศักย์เท่ากับ 36015 จูล และมีพลังงานจลน์เท่ากับ 60025 จูล  
 ง. ขณะกระทบพื้นวัตถุจะมีพลังงานศักย์เป็นศูนย์และมีพลังงานจลน์เท่ากับ 96040 จูล
23. **ตอบ** วัตถุจะขึ้นได้สูงจากพื้นเป็นระยะ  $4H$
24. **ตอบ** มวลมีอัตราเร็ว  $2\left(\frac{gh}{3}\right)^{\frac{1}{2}}$
25. **ตอบ** ประสิทธิภาพของรอกเท่ากับ 75%
26. **ตอบ** ประสิทธิภาพของพื้นเอียงเท่ากับ 75%
27. **ตอบ** ประสิทธิภาพของเครื่องกลเท่ากับ 31.2%
28. **ตอบ** แรง  $F$  มีขนาดเท่ากับ 25 นิวตัน
29. **ตอบ** ข. แรงที่กระทำต่อลวดเท่ากับ 250 นิวตัน
30. **ตอบ** การได้เปรียบเชิงกลครั้งแรก = 8  
 การได้เปรียบเชิงกลครั้งหลัง = 3
31. **ตอบ** แรง  $F$  มีขนาดเท่ากับ 200 นิวตัน
32. **ตอบ** แรง  $F$  มีขนาดเท่ากับ 300 นิวตัน

## เฉลยปัญหาท้าทาย (หน้า 145 – 148)

33. **ตอบ** ขณะที่วัตถุผ่านตำแหน่งสมดุล วัตถุจะมีอัตราเร็ว 2.14 เมตรต่อวินาที
34. **ตอบ** ปลายสปริงจะถูกกดลงมาเป็นระยะทางเท่ากับ 0.166 เมตรหรือ 16.6 เซนติเมตร
35. **ตอบ** งานเนื่องจากแรงเสียดทานมีค่าเท่ากับ  $\mu\Delta x(F \sin \alpha - mg \cos \theta)$
36. **ตอบ** งานเนื่องจากแรงเสียดทานในช่วงจาก A ไป B เท่ากับ 0.96 จูล
37. **ตอบ** อัตราเร็วเชิงเส้นของลูกกลมที่จุดสูงสุดมีค่า  $\sqrt{v_0^2 - 2Rg(1 + \cos \alpha)}$
38. **ตอบ** มวลมีอัตราเร็วเท่ากับ 3.1 เมตรต่อวินาที
39. **ตอบ** งานเนื่องจากแรงจะมีค่าเป็นศูนย์เมื่อการกระจัดมีค่าเป็น 18 เมตร
40. **ตอบ** มวล 0.50 กิโลกรัม มีอัตราเร็วเท่ากับ 0.85 เมตรต่อวินาที
41. **ตอบ** เครื่องสูบน้ำฉีดน้ำออกไปด้วยอัตราเร็ว 12 เมตรต่อวินาที
42. **ตอบ** ประสิทธิภาพของพื้นเอียงมีค่าร้อยละ 80
43. **ตอบ** งานที่ทำโดยแรง  $F(x)$  จากตำแหน่ง  $x = 0$  ถึง  $x = 4x_0$  มีค่าเท่ากับ  $-4x_0F_0$
-



## บทที่ 6 โมเมนตัมและการชน

## 6.1 โมเมนตัม

## เฉลยแบบฝึกหัด 6.1 (หน้า 155)

1. ตอบ ขนาดโมเมนตัมของนกตัวนี้เป็น  $0.24$  กิโลกรัม เมตรต่อวินาที
2. ตอบ โมเมนตัมของรถบรรทุกเท่ากับ  $1.5 \times 10^5$  กิโลกรัม เมตรต่อวินาที และมีทิศไปทางตะวันออก
3. ตอบ ก. โมเมนตัมของนักฟุตบอล A เป็น  $150$  กิโลกรัม เมตรต่อวินาที มีทิศไปทางขวา  
ข. โมเมนตัมของนักฟุตบอล B เป็น  $180$  กิโลกรัม เมตรต่อวินาที มีทิศไปทางซ้าย  
ค. โมเมนตัมรวมของนักฟุตบอลทั้งสองเป็น  $30$  กิโลกรัม เมตรต่อวินาที มีทิศไปทางซ้าย
4. ตอบ รถจักรยานยนต์ต้องมีขนาดความเร็วเท่ากับ  $35$  เมตรต่อวินาที จึงมีโมเมนตัมเท่ากับโมเมนตัมของรถยนต์
5. ตอบ เมื่อเวลาผ่านไป  $5$  วินาที ก้อนหินมีขนาดของโมเมนตัมเท่ากับ  $9.5$  กิโลกรัม เมตรต่อวินาที มีทิศลง

## 6.2 แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

## เฉลยแบบฝึกหัด 6.2 (หน้า 160)

1. ตอบ โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปเท่ากับ  $4$  กิโลกรัม เมตรต่อวินาที ในทิศทางออกจากกำแพง
2. ตอบ แรงเฉลี่ยที่มีมือกระทำต่อลูกบอลมีขนาด  $250$  นิวตัน
3. ตอบ เวลาในการชนเท่ากับ  $1$  วินาที
4. ตอบ ก. โมเมนตัมที่เปลี่ยนไปเท่ากับ  $40$  กิโลกรัม เมตรต่อวินาที ในทิศทางออกจากกำแพง  
ข. แรงเฉลี่ยที่กำแพงกระทำต่อวัตถุเท่ากับ  $80$  นิวตัน ในทิศทางออกจากกำแพง

## 6.3 การดล

## เฉลยแบบฝึกหัด 6.3 (หน้า 172 - 173)

1. ตอบ การดลที่กระทำต่อรถบรรทุกเป็น  $5.0 \times 10^3$  นิวตัน วินาที
2. ตอบ การดลเฉลี่ยที่น้ำหนักกีฬากระทำต่อลูกบอลเป็น  $-12.5$  นิวตัน วินาที
3. ตอบ ระยะสูงสุดที่ลูกบอลกระดอนขึ้นไปได้เท่ากับ  $5.10$  เมตร
4. ตอบ ก. พื้นที่ใต้กราฟเท่ากับเป็น  $15$  นิวตัน วินาที ซึ่งเป็นค่าของการดล  
ข. การดลที่ไม่กระทำต่อลูกบอลมีค่าเท่ากับ  $15$  นิวตัน วินาที  
ค. ความเร็วของลูกบอลหลังถูกตีเท่ากับ  $27.5$  m/s มีทิศออกจากไม้

5. ตอบ ก. พื้นที่ใต้กราฟในช่วง 0 - 2 วินาที และ 2 - 4 วินาที เป็น 30 นิวตัน วินาที และ 40 นิวตัน วินาที ตามลำดับซึ่งเป็นค่าของการดล
- ข. อัตราเร็วของกล่องเมื่อเวลาผ่านไป 4 วินาที เท่ากับ 27.5 เมตรต่อวินาที
- ค. เมื่อเวลาผ่านไป 1 วินาที ขนาดของความเร่งเท่ากับ 3.75 เมตรต่อวินาที<sup>2</sup>

#### 6.4 การอนุรักษ์โมเมนตัม

##### เฉลยแบบฝึกหัด 6.4 (หน้า 178)

1. ตอบ วัตถุทั้งสองที่ติดกันไปเคลื่อนที่ด้วยขนาดของความเร็ว 1.3 เมตรต่อวินาที
2. ตอบ มวล 2 กิโลกรัมจะเคลื่อนที่ไปทางขวา ด้วยความเร็ว 5 เมตรต่อวินาที
3. ตอบ อีกส่วนหนึ่งของเมล็ดจะมีความเร็วเท่ากับเป็น 3 เท่าของความเร็วเดิมและเคลื่อนที่ลง

#### 6.5 การชนและการติดตัวแยกจากกัน

##### เฉลยแบบฝึกหัด 6.5 (หน้า 193 - 194)

1. ตอบ ก. ก่อนชน โมเมนตัมของรถทดลอง A เท่ากับ 0.8 กิโลกรัม เมตรต่อวินาที ทิศไปทางขวา โมเมนตัมของรถทดลอง B เท่ากับ 0.3 กิโลกรัม เมตรต่อวินาที ทิศไปทางซ้าย
  - ข. หลังชน โมเมนตัมของรถทดลอง A เท่ากับ 0.3 กิโลกรัม เมตรต่อวินาที ทิศไปทางขวา โมเมนตัมของรถทดลอง B เท่ากับ 0.2 กิโลกรัม เมตรต่อวินาที ทิศไปทางขวา
  - ค. ก่อนชน พลังงานจลน์ของรถทดลอง A เท่ากับ 0.32 จูล ส่วนพลังงานจลน์ของรถทดลอง B เท่ากับ 0.09 จูล
  - ง. หลังชน พลังงานจลน์ของรถทดลอง A เท่ากับ 0.045 จูล ส่วนพลังงานจลน์ของรถทดลอง B เท่ากับ 0.04 จูล
  - จ. การชนครั้งนี้ มีการอนุรักษ์โมเมนตัม เพราะโมเมนตัมของระบบก่อนชนเท่ากับโมเมนตัมของระบบหลังชน เท่ากับ 0.5 กิโลกรัม เมตรต่อวินาที ทิศไปทางขวา
  - ฉ. การชนครั้งนี้ ไม่มีการอนุรักษ์พลังงานจลน์ เพราะพลังงานจลน์ของระบบก่อนชน ไม่เท่ากับพลังงานจลน์ของระบบหลังชน
2. ตอบ ก. ความเร็วของรถทดลองทั้งสองที่เคลื่อนที่ติดกันไปเท่ากับ 0.4 เมตรต่อวินาที ในทิศทางขวา
  - ข. ก่อนชน พลังงานจลน์ของรถทดลอง A เท่ากับ 0.18 จูล ส่วนพลังงานจลน์ของรถทดลอง B เท่ากับ 0 จูล
  - ค. หลังชน พลังงานจลน์ของรถทดลอง A เท่ากับ 0.08 จูล ส่วนพลังงานจลน์ของรถทดลอง B เท่ากับ 0.04 จูล

ง. การชนครั้งนี้ พลังงานจลน์ของระบบไม่มีการอนุรักษ์ เพราะหลังการชน พลังงานจลน์มีค่าลดลง จาก 0.18 จูล เหลือ 0.12 จูล

จ. การชนครั้งนี้ เป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น เพราะ ไม่มีการอนุรักษ์พลังงานจลน์

3. ตอบ ข. และ ค. เป็นการชนแบบยืดหยุ่น เพราะ  $\vec{p}_i = \vec{p}_f$  และ  $E_{k_i} = E_{k_f}$
4. ตอบ พลังงานที่สูญเสียไปจากการชน 0.04 จูล
5. ตอบ อัตราส่วนระหว่าง  $m_1$  และ  $m_2$  เท่ากับ  $\frac{3}{4}$

### เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6

#### เฉลยปัญหา (หน้า 197- 202)

1. ตอบ อัตราส่วนของขนาดโมเมนตัมของรถ A ต่อขนาดโมเมนตัมของรถ B เท่ากับ 1
2. ตอบ โมเมนตัมของวัตถุที่เปลี่ยนไป มีขนาดเท่ากับ  $\frac{9}{5}mu$
3. ตอบ ขนาดโมเมนตัมเท่ากับ 0.392 กิโลกรัม เมตรต่อวินาที ทิศทางลง
4. ตอบ ลูกบอลกระทบกำแพง 0.05 วินาที
5. ตอบ อัตราส่วนของโมเมนตัมก่อนกระทบพื้นต่อโมเมนตัมขณะกระดอนขึ้นจากพื้นเป็น  $\sqrt{\frac{3}{2}}$
6. ตอบ แรงที่มีมือกระทำต่อปืนเท่ากับ 1600 นิวตัน
7. ตอบ แรงเฉลี่ยที่กำแพงกระทำต่อลูกบอลเท่ากับ  $\frac{3mv}{2t}$  ทิศออกจากกำแพง
8. ตอบ ขนาดของแรงดลเฉลี่ยที่ผนังกระทำต่อลูกบอลมีค่าเท่ากับ 70 นิวตัน
9. ตอบ อนุภาคจะมีโมเมนตัม  $1 \times 10^{-18}$  กิโลกรัม เมตรต่อวินาที ไปทางทิศเหนือ
10. ตอบ ก. ความชันของกราฟในช่วง 0-5 วินาที 5-10 วินาที และ 10-15 วินาที เท่ากับ 4, 0 และ -2 ตามลำดับ  
 ข. ขนาดของการดลที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 0-5 วินาที 5-10 วินาที และ 10-15 วินาที เท่ากับ 20 กิโลกรัม เมตรต่อวินาที, 0 กิโลกรัม เมตรต่อวินาที และ -10 กิโลกรัม เมตรต่อวินาที ตามลำดับ  
 ค. ขนาดแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในช่วง 0-5 วินาที 5-10 วินาที และ 10-15 วินาที เท่ากับ 4 นิวตัน 0 นิวตัน และ 2 นิวตัน ตามลำดับ
11. ตอบ แรงดลเฉลี่ยมีขนาดเท่ากับ 125 นิวตัน

12. **ตอบ** การดลมีขนาดเท่ากับ  $m\sqrt{2gH}$
13. **ตอบ** ก. พื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับเวลามีค่าประมาณ 3 นิวตัน เมตร  
 ข. ขนาดของการดลมีค่าประมาณ 3 นิวตัน เมตร  
 ค. ขนาดของความเร็วเท่ากับ 5.0 เมตรต่อวินาที
14. **ตอบ** ก. การดลของแรงเฉลี่ยที่ไม่ดีกระทำต่อลูกเบสบอลเท่ากับ 14.5 นิวตัน วินาที  
 ข. ขนาดของความเร็วที่ลูกเบสบอลถูกไม้ตีออกไปเท่ากับ 60 เมตรต่อวินาที
15. **ตอบ** ขนาดความเร็วเท่ากับ 7.5 เมตรต่อวินาที
16. **ตอบ** ศูนย์กลางมวลของมวลทั้งคู่มีขนาดความเร็วเท่ากับ  $\frac{M}{(M+m)}u$  ทิศทางเดียวกับ  $\vec{u}$
17. **ตอบ** ก. ก่อนเข้าชน รถมีอัตราเร็ว 1.25 เมตรต่อวินาที  
 ข. หลังชน รถทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไปด้วยอัตราเร็ว 0.75 เมตรต่อวินาที  
 ค. รถ B มีมวลเท่ากับ 0.2 กิโลกรัม
18. **ตอบ** หญิงคนนี้จะเคลื่อนที่ถอยหลังด้วยความเร็ว 0.2 เมตรต่อวินาที
19. **ตอบ** การชนกันของวัตถุทั้งสองเป็นการชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์ เพราะพลังงานจลน์ของระบบคงตัว
20. **ตอบ** พลังงานจลน์ที่สูญเสียไปเท่ากับ  $1.244 \times 10^3$  จูล
21. **ตอบ** เป้าจะได้รับพลังงานเท่ากับ  $\frac{p^2}{2m}$
23. **ตอบ** ข. มวลของรถ B เท่ากับ 0.3 kg
24. **ตอบ** มวลทั้งสองจะอยู่ห่างกันเท่ากับ 160 เมตร
25. **ตอบ** เมื่อ  $m$  กับ  $M$  ใกล้กันมากที่สุด พลังงานจลน์ของระบบเท่ากับ  $\frac{1}{2} \left[ \frac{m}{M+m} \right] mu^2$
26. **ตอบ** พลังงานจลน์รวมเปลี่ยนไปเท่ากับ 400 จูล
27. **ตอบ** แท่งไม้จะแกว่งขึ้นไปสูงจากจุดหยุดนิ่ง 0.82 เมตร

### เฉลยปัญหาท้าทาย (หน้า 202 - 206)

28. **ตอบ** การดลของแรงที่กระทำต่อลูกปิงปองเท่ากับ 1.732 นิวตัน วินาที และมีทิศทำมุม 30 องศาับแนวระดับ
29. **ตอบ** ส่วนที่สามมีมวล 2.0 กิโลกรัม จะมีอัตราเร็ว 12.5 เมตรต่อวินาที
30. **ตอบ** แรงเฉลี่ยที่พื้นกระทำต่อลูกเทนนิสเท่ากับ  $\frac{\sqrt{p_1^2 + p_2^2}}{t}$
31. **ตอบ** อัตราเร็วของลูกปืนก่อนชนเป้าเท่ากับ  $\left( \frac{m+M}{m} \right) \sqrt{2gl(1-\cos\theta)}$

32. **ตอบ** หลังการชน 5 วินาที โมเมนตัมของวัตถุ B มีค่า 1.0 กิโลกรัม เมตรต่อวินาที ไปทางขวา
33. **ตอบ** หลังจากชนแล้วแท่งไม้และลูกปืนจะไถลไปตามพื้นได้ไกลเท่ากับ 0.25 เมตร
34. **ตอบ** ส่วนที่สองทำมุม 60 องศากับแนวการเคลื่อนที่ก่อนการแยกออกจากกัน หรือทำมุมกับส่วนแรกเท่ากับ 150 องศา
35. **ตอบ** หลังชนแท่งไม้จะแกว่งขึ้นไปได้สูงเท่ากับ 45.9 เซนติเมตร
37. **ตอบ** สปริงจะหดตัวมากที่สุดเท่ากับ 0.25 เมตร
38. **ตอบ** หลังชน มวล 4.0 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2 เมตรต่อวินาที ทิศขวา
39. **ตอบ** มุม  $\theta_1 + \theta_2$  มีค่าเท่ากับ 90 องศา
40. **ตอบ** ความเร็วหลังการชนของลูกเหล็กทรงกลมและแท่งเหล็กสี่เหลี่ยมจะเป็น 1.58 เมตรต่อวินาที และ 2.38 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ
-

## บทที่ 7 การเคลื่อนที่แนวโค้ง

## 7.1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

## เฉลยแบบฝึกหัด 7.1 (หน้า 223)

1. **ตอบ** ก้อนหินตกห่างจากจุดขว้างในแนวระดับเท่ากับ 80 เมตร
2. **ตอบ** ความเร็วของลูกบอลขณะหลุดจากขอบโต๊ะเท่ากับ 2.2 เมตรต่อวินาที ในแนวระดับ
3. **ตอบ** ความเร็วที่ใช้ในการขว้างก้อนหินในแนวระดับเท่ากับ 14 เมตรต่อวินาที
4. **ตอบ** ก. วัตถุลอยอยู่ในอากาศเป็นเวลา 6.1 วินาที  
ข. วัตถุจะขึ้นไปได้สูงสุดจากพื้น 46 เมตร
5. **ตอบ** ก. ลูกบอลขึ้นไปได้สูง 19.6 เมตร  
ข. ความเร็วของลูกบอลที่ออกจากเท้ามีค่าเท่ากับ 22.6 เมตร/วินาที

## 7.2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม

## เฉลยแบบฝึกหัด 7.2 (หน้า 245)

1. **ตอบ** ก. คาบของการเคลื่อนที่ของวัตถุเท่ากับ 0.2 วินาที  
ข. ความถี่ของการเคลื่อนที่ของวัตถุเท่ากับ 5 รอบต่อวินาที  
ค. อัตราเร็วของการเคลื่อนที่ของวัตถุเท่ากับ 62.8 เมตรต่อวินาที
2. **ตอบ** ความเร่งสู่ศูนย์กลางของวัตถุเท่ากับ 100 เมตรต่อวินาที<sup>2</sup>
3. **ตอบ** ความเร่งสู่ศูนย์กลางของลูกยางกลมมีค่าเท่ากับ  $1.3 \times 10^3$  เมตรต่อวินาที<sup>2</sup>
4. **ตอบ** ก. แรงแสู่ศูนย์กลางของจุกยางมีขนาดเท่ากับ 1.1 นิวตัน  
ข. ความเร่งสู่ศูนย์กลางของจุกยางมีขนาดเท่ากับ 27 เมตรต่อวินาที<sup>2</sup>
5. **ตอบ** อัตราเร็วของดวงจันทร์เทียบกับโลกเท่า  $3.68 \times 10^3$  กิโลเมตรต่อชั่วโมง

## เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 7

## เฉลยปัญหา (หน้า 249-254)

1. **ตอบ** ก. กระจาโดคบนพื้นโลกได้ระยะทางไกล 9.8 เมตร  
ข. กระจาโดคบนผิวดวงจันทร์ได้ไกล 59 เมตร
2. **ตอบ** ก. ความเร็วของก้อนหินที่จุดสูงสุดเท่ากับ 25.5 เมตรต่อวินาที มีทิศทางในแนวระดับ และความสูงของก้อนหินที่จุดสูงสุดเท่ากับ 11.0 เมตร  
ข. เวลาทั้งหมดที่ก้อนหินอยู่ในอากาศเป็น 3.0 วินาที  
ค. ก้อนหินตกลงถึงพื้นได้ระยะทางไกล 76.4 เมตร  
ง. จุดสูงสุดอยู่ห่างจากจุดตั้งต้นเป็นระยะทาง 39.8 เมตร
3. **ตอบ** ลูกกอล์ฟตกได้ระยะทางในแนวราบ เท่ากับ 10 เมตร
4. **ตอบ** ช่วงเวลาที่ลูกฟุตบอลใช้เคลื่อนที่จนกระทั่งตกลงถึงพื้นมีค่า 2.0 วินาที
6. **ตอบ** วัตถุมวล B จะต้องยิ่งขึ้นไปในแนวตั้งด้วยความเร็วต้น  $u_2$  เท่ากับ 20 เมตรต่อวินาที
7. **ตอบ** ก้อนหินตกห่างจากตึกในแนวระดับ 4.4 เมตร
8. **ตอบ** ลูกปืนจะเจาะต้นไม้ที่ความสูงจากพื้นดิน 1.3 เมตร
9. **ตอบ** อัตราเร็ว  $u_B$  มีขนาด  $20\sqrt{3}$  เมตรต่อวินาที หรือ 34.6 เมตรต่อวินาที
10. **ตอบ** ลูกแก้วจะตกลงบนบันไดครั้งแรกในขั้นที่ 9
11. **ตอบ** ถ้าแก้วจุกยางให้เร็วขึ้นจนทำให้อัตราเคลื่อนที่จนหยุดนิ่ง เส้นเชือกจะเอียงทำมุม  $\theta$  กับแนวระดับเหมือนเดิม
12. **ตอบ** จุกยางมีอัตราเร็ว 8 เมตรต่อวินาที
13. **ตอบ** แรงดึงของเส้นเชือก 5 นิวตัน
14. **ตอบ** ขนาดความเร่งสู่ศูนย์กลางของผู้โดยสารมีค่าเท่ากับ  $0.2\pi^2$  เมตรต่อวินาทีกำลังสอง
15. **ตอบ** รัศมีการเคลื่อนที่เป็น 0.75 เมตร
16. **ตอบ** แรงดึงของเส้นเชือกเมื่อลูกตุ้มผ่านจุดต่ำสุดมีค่าเท่ากับ  $mg(3 - 2\cos\theta)$
17. **ตอบ** ก. เชือกจะขาดเมื่อมุม  $\theta$  โตกกว่า 78.7 องศา  
ข. เชือกจะขาดเมื่ออัตราเร็วเชิงมุมมากกว่า 5 เรเดียนต่อวินาที
18. **ตอบ** ก. แรงดึงของเชือกเส้นล่างเท่ากับ 16.3 นิวตัน  
ข. ความถี่ของการเคลื่อนที่ของวัตถุเท่ากับ 2.5 รอบต่อวินาที
20. **ตอบ** ดาวเทียมดวงนี้เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเชิงเส้น  $2.78 \times 10^3$  เมตรต่อวินาที
21. **ตอบ** อัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วเชิงเส้นของดาวเทียม A และ B เป็น  $\sqrt{2} : 1$
22. **ตอบ** เมื่อถนนเปียก รถคันนี้ควรใช้อัตราเร็วขณะแล่นเลี้ยวโค้งไม่เกิน 10.4 เมตรต่อวินาที

## เฉลยปัญหาท้าทาย (หน้า 254-258)

23. **ตอบ** ขณะที่ก้อนหินกลับตมมาถึงมือ รถอยู่ห่างจากตำแหน่ง ก เป็นระยะทาง 80 เมตร
24. **ตอบ** ต้องปล่อยสัมภาระเมื่อเฮลิคอปเตอร์อยู่ห่างจากเรือ 297 เมตร ในแนวระดับ
25. **ตอบ** มุมระหว่างทิศทางของความเร็วดั้งกับแนวระดับมีขนาด 68 องศา
26. **ตอบ** วัตถุที่หลุดจากตำแหน่ง A ตกถึงพื้นไกลกว่าวัตถุที่หลุดจากตำแหน่ง B เท่ากับ  $\frac{5}{2}d$
27. **ตอบ** รัศมีการของที่ของมวล  $m$  เท่ากับ 0.2 เมตร
28. **ตอบ** มุมที่เส้นเชือกเอียงทำมุมกับแนวดิ่งมีค่า  $\arccos\left(\frac{g}{\omega^2 L}\right)$
29. **ตอบ** รัศมีการเคลื่อนที่มีค่าเท่ากับ 2.5 เมตร
30. **ตอบ** แรงเสียดทานระหว่างยางกับถนนในแนวรัศมีความโค้งขณะที่รถยนต์วิ่งทางโค้งเป็น 600 นิวตัน
31. **ตอบ** อัตราเร็วของรถคันที่ 2 เป็น 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
32. **ตอบ** สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างล้อรถกับพื้นถนนขณะฝนตกเป็นร้อยละ 25 ของพื้นถนนแห้ง
33. **ตอบ** ก. กล้องพัสดุดูใช้เวลาในการเคลื่อนที่เท่ากับ 1.7 วินาที  
ข. กล้องพัสดุดูกว้างด้วยอัตราเร็ว 10 เมตรต่อวินาที  
ค. ความเร็วของกล้องพัสดุดูขณะที่ตกถึงผู้รับเท่ากับ 12 เมตรต่อวินาที ทำมุม  $-53.1$  องศา กับแนวระดับ