เฉลยชุดข้อสอบ : กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ชุดที่ 1

ข้อที่ 1

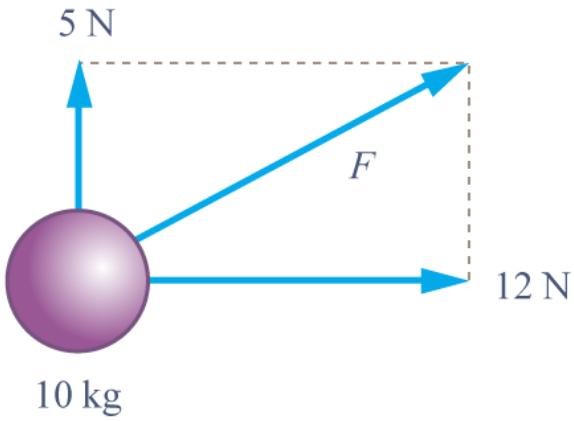
ก) ใช้วิธีหางต่อหัว
ข) รวมขนาดของแรงโดยให้กำหนดให้แรงทิศเดียวกันมีค่าเป็นบวก ทิศตรงข้ามมีค่าเป็นลบ

ข้อที่ 2

ตอบ F
ปลายเชือกทั้งสองด้านถูกดึงด้วยแรง F ทำให้เกิดแรงตึงในเชือกเท่ากับ F ด้วยเพราะปลายเชือกทั้งสองไม่ได้เคลื่อนที่ แรงตึงเชือกจึงต้องเท่ากับแรงดึง F ที่ปลายเชือกทั้งสองด้าน

ข้อที่ 3

ตอบ $1.3\ \mathrm{m/s^2}$
<u>เรื่อง</u> แรงและกฎการเคลื่อนที่



ต้องหาแรงลัพธ์ที่กระทำกับมวลก่อน โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} F^2 &= 5^2 + 12^2 \\ F &= \sqrt{25+144} \\ &= \sqrt{169} \\ \therefore\ F &= 13\ \mathrm{N} \end{aligned}$$

เมื่อคำนวณแรงลัพธ์แล้ว เราสามารถหาความเร่งของมวล 10 กิโลกรัม โดยใช้สมการการเคลื่อนที่ของนิวตัน

$$
\begin{aligned}
F &= ma \\
a &= \frac{F}{m} \\
&= \frac{13}{10} \\
\therefore \quad a &= 1.3 \ \mathrm{m/s^2}
\end{aligned}
$$

ข้อที่ 4

ตอบ $20 \ \mathrm{N}$

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว (v) กับเวลา (t) เราสามารถหาความเร่งได้จากการหาความชันของกราฟดังนี้

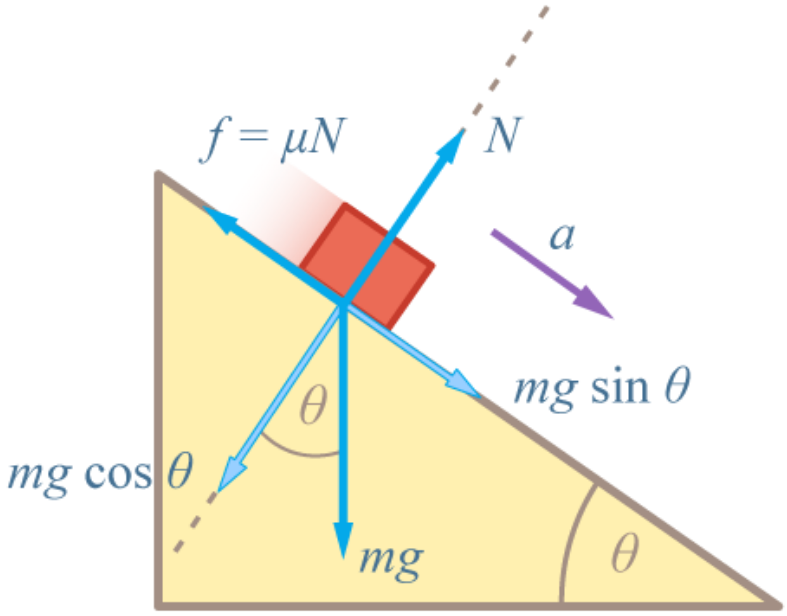
$$
\begin{aligned}
\text{slope} &= \frac{\Delta v}{\Delta t} \\
a &= \frac{20-5}{15-0} \\
a &= 1 \ \mathrm{m/s^2}
\end{aligned}
$$

และเราสามารถหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุได้ดังนี้

$$
\begin{aligned}
\Sigma F &= ma \\
&= (20 \ \mathrm{kg})(1 \ \mathrm{m/s^2}) \\
\therefore \Sigma F &= 20 \ \mathrm{N}
\end{aligned}
$$

ข้อที่ 5

ตอบ a



พิจารณามวล m บนพื้นเอียงที่ทำมุม θ โดยใช้ กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวขนานกับพื้นเอียง

$$\begin{aligned} mg\sin\theta - f &= ma \\ f = \mu N &= \mu mg\cos\theta \\ mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta &= ma \end{aligned}$$

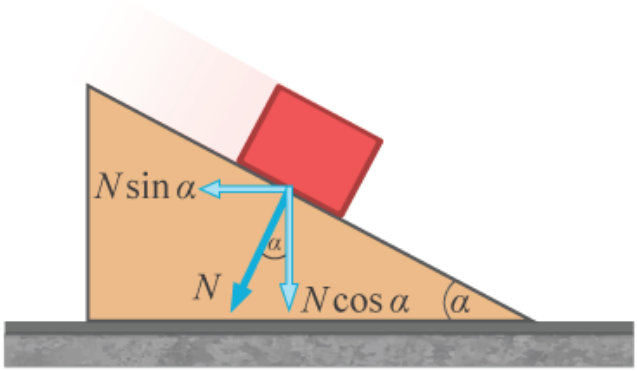
หรือ

$$a = g(\sin\theta - \mu\cos\theta)$$

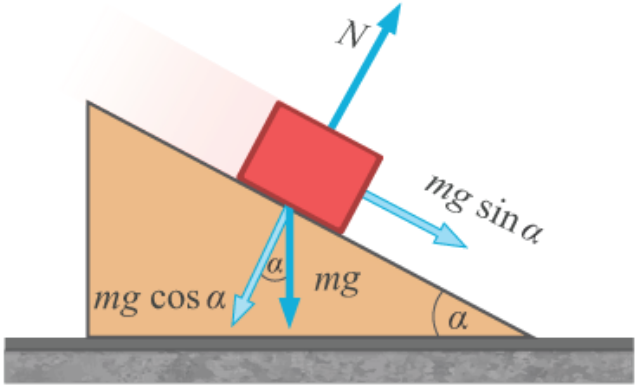
จะเห็นว่าความเร่งไม่ขึ้นกับมวลของวัตถุเลย และในกรณีนี้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานมีค่าคงที่ เราได้ว่าความเร่งของมวลทุกก้อนจะมีค่าเท่ากันบนพื้นเอียงนี้ นั่นคือมวล $2m$ ก็จะมีความเร่ง a ด้วย

ข้อที่ 6

ตอบ $Mg\cos^2\alpha$
เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่



ในขั้นตอนแรก เขียนแผนภาพซึ่งอธิบายแรงทั้งหมดที่กระทำกับลิ่ม จะพบว่าแรงที่ลิ่มกดทับพื้นระดับจะเพิ่มขึ้น $N\cos\alpha$ เมื่อนำมวล M มาวางบนลิ่ม โดย N คือแรงที่มวล M กระทำกับลิ่ม ซึ่งมีค่าเท่ากับแรงที่ลิ่มกระทำกับมวล M



พิจารณาแผนภาพ ซึ่งแสดงถึงแรงทั้งหมดที่กระทำกับมวล M จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 จะได้ว่า

$$\sum \vec{F} = 0$$
$$N - mg\cos\alpha = 0$$
$$\therefore\ N = mg\cos\alpha$$

ดังนั้น แรงที่ลิ่มกดทับพื้นระดับจะเพิ่มขึ้น $N\cos\alpha = mg\cos\alpha\cos\alpha = mg\cos^2\alpha$

ข้อที่ 7

ตอบ $1.2\ \text{kg}$
เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน ซึ่งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำ F กับวัตถุมวล m กับความเร่ง a

$$\sum F = ma$$
$$F - f = ma$$
$$\therefore\ F = ma + f$$

จากสมการข้างต้นจะเห็นว่า แรงที่กระทำ F กับความเร่ง a มีความสัมพันธ์กับแบบเชิงเส้นตรง โดยมีมวล m เป็นความชันของกราฟ a ดังนั้น

$$a = \frac{F}{m} = \frac{1-(-0.2)}{1-0} = 1.2\ \text{kg}$$

ข้อที่ 8

แรงที่กระทำต่อถุงทรายจะมี 2 แรงคือแรงดึงเชือก $\vec{T}$ และน้ำหนักวัตถุ $m\vec{g}$ พิจารณาเมื่อถุงทรายเคลื่อนที่ขึ้นอย่างช้าๆ ถือว่าถุงทรายมีความเร็วคงตัว แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ จะได้ ขนาดของแรงดึงขึ้นมีค่าเท่ากับขนาดของแรงดึงลง นั่นคือ $T = mg$
พิจารณาเมื่อดึงถุงทรายอย่างรวดเร็ว ถุงทรายจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง
จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

$$\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$$

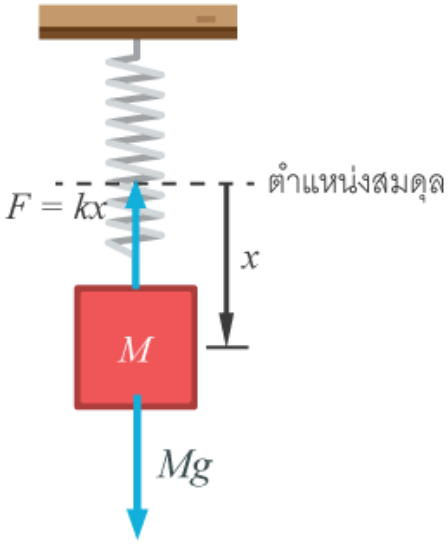
ให้ทิศขึ้นแทนด้วยเครื่องหมาย $+$ และทิศลงแทนด้วยเครื่องหมาย $-$

จะได้ $T - mg = ma$
$T = ma + mg$
จะเห็นว่า $T > mg$

เมื่อดึงถุงทรายอย่างรวดเร็วเชือกจะขาดเพราะแรงดึงเชือกมากเกินค่าแรงที่เส้นเชือกรับได้สูงสุด

ข้อที่ 9

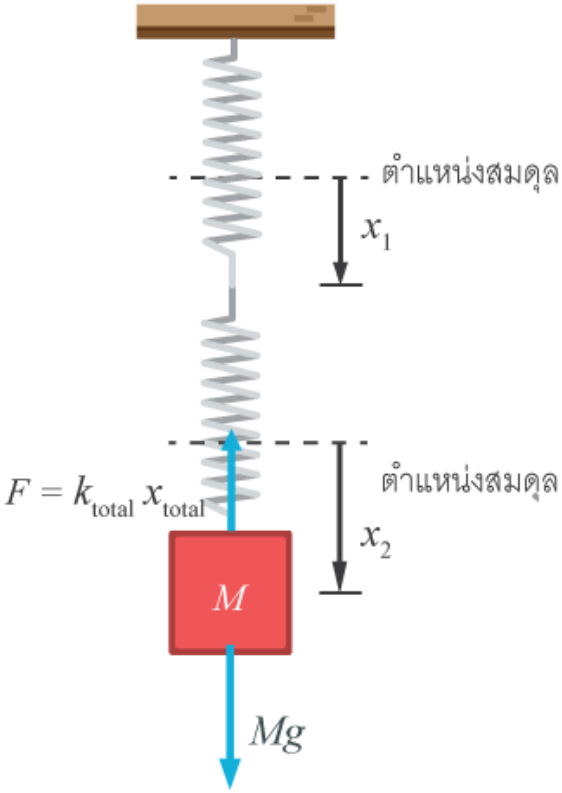
ตอบ $8\ \text{cm}$
เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่



พิจารณา รูป ก. คำนวณค่าคงที่ของสปริงโดยใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน

$$\begin{aligned}\sum \vec{F} &= 0 \\ F - Mg &= 0 \\ F &= Mg \\ kx &= Mg \\ k &= \frac{Mg}{x} \\ k &= \frac{Mg}{4}\end{aligned}$$

พิจารณารูป ข. เนื่องจากสปริงทั้งในรูป ก. และ ข. เป็นสปริงแบบเดียวกัน ดังนั้นค่าคงที่ของสปริงจึงเท่ากัน กำหนดให้ x_1 คือ ระยะยืดของสปริงตัวบน และ x_2 คือ ระยะยืดของสปริงตัวล่าง ดังนั้น ระยะยืดของสปริงรวม $x_{total} = x_1 + x_2$ ใช้ความสัมพันธ์นี้คำนวณค่าคงที่ของสปริงรวม



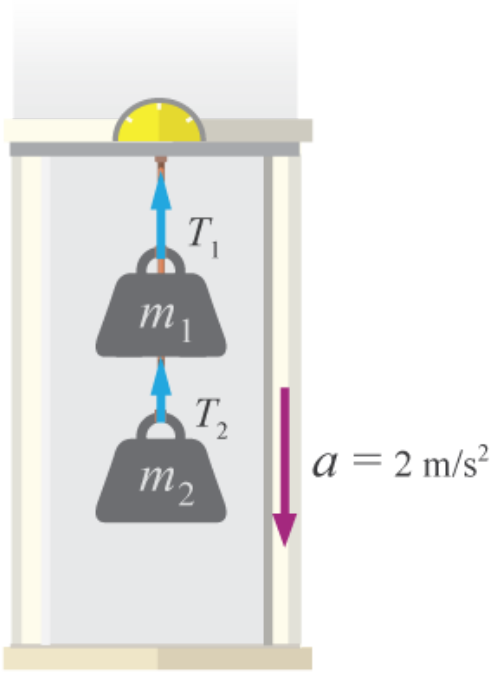
$$
\begin{aligned}
x_{total} &= x_1 + x_2 \\
\frac{F}{k_{total}} &= \frac{F}{k} + \frac{F}{k} \\
\frac{1}{k_{total}} &= \frac{1}{k} + \frac{1}{k} \\
\frac{1}{k_{total}} &= \frac{2}{k} \\
k_{total} &= \frac{k}{2}
\end{aligned}
$$

จาก กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1

$$
\begin{aligned}
\sum \vec{F} &= 0 \\
F - Mg &= 0 \\
F &= Mg \\
k_{total} x_{total} &= Mg \\
x_{total} &= \frac{Mg}{k_{total}} \\
&= \frac{Mg}{\frac{k}{2}} \\
&= \frac{2Mg}{k} \\
&= \frac{2Mg}{\frac{Mg}{4}} \\
&= 2Mg\frac{4}{Mg} \\
\therefore\ x_{total} &= 8\ \text{cm}
\end{aligned}
$$

ข้อที่ 10

ตอบ $T_1 = 16\ \text{N}$ และ $T_2 = 8\ \text{N}$
เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่



กำหนดให้ ทิศขึ้นเป็นบวก จาก[กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน]

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

จากรูปพิจารณามวลก้อนล่าง (m_2)

$$\begin{aligned} T_2 - m_2 g &= m_2 a \\ T_2 - (1)(10) &= (1)(-2) \\ T_2 &= 8 \ \text{N} \end{aligned}$$

พิจารณามวลก้อนบน (m_1)

$$\begin{aligned} T_1 - T_2 - mg &= m_1 a \\ T_1 - 8 - (1)(10) &= (1)(-2) \\ T_1 &= 16 \ \text{N} \end{aligned}$$

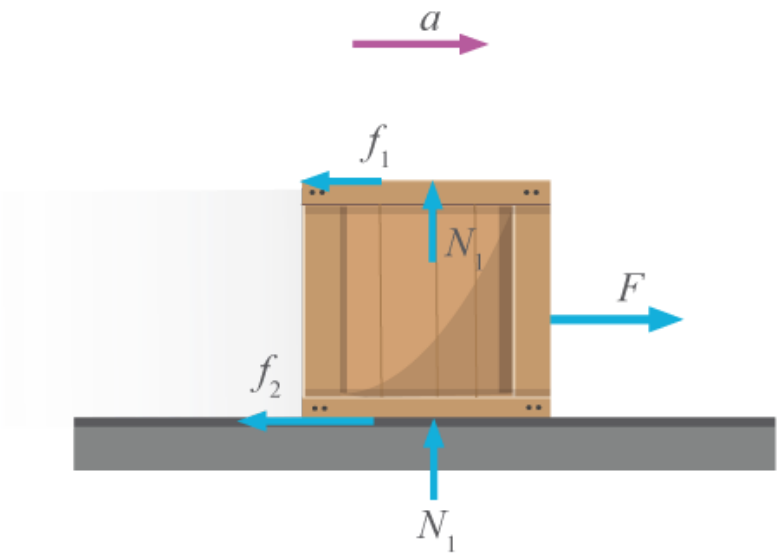
ดังนั้น $T_1 = 16$ N และ $T_2 = 8$ N

ข้อที่ 11

ตอบ เมื่อรถถูกชนจากด้านหลัง ที่พิงศีรษะสามารถป้องกันไม่ให้ศีรษะเคลื่อนที่ไปด้านหลังมากเกินไปทำให้คอไม่หัก เมื่อถูกชนจากด้านหน้าเข็มขัดนิรภัยจะช่วยไม่ให้ลำตัวกระแทกกับพวงมาลัย

ข้อที่ 12

ตอบ $3.0 \ \text{m/s}$
พิจารณาแรงที่กระทำกับกล่อง A



จากกฎการเคลื่อนที่ ข้อที่ 2 ของนิวตัน เราสามารถหา ความเร่งของกล่อง A ได้ดังนี้

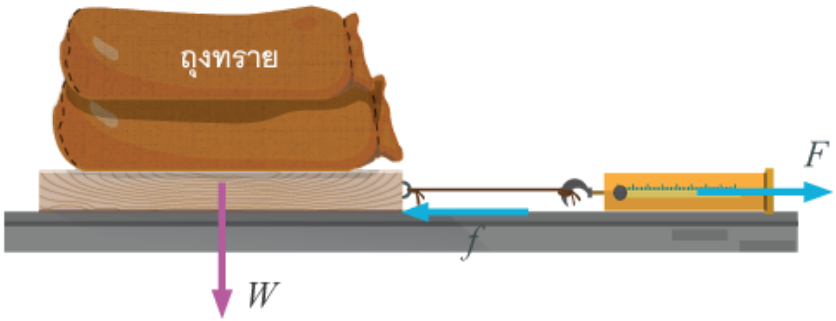
$$\begin{aligned}
\Sigma F &= m_{\mathrm{A}}a \\
F - f_1 - f_2 &= m_{\mathrm{A}}a \\
F - \mu_1 N_1 - \mu_2 N_2 &= m_{\mathrm{A}}a \\
200 - (0.2)(10\ \mathrm{kg})(10\ \mathrm{m/s^2}) - (0.4)(30\ \mathrm{kg})(10\ \mathrm{m/s^2}) &= 20a \\
a &= \frac{60}{20} \\
\therefore a &= 3.0\ \mathrm{m/s^2}
\end{aligned}$$

ข้อที่ 13

ตอบ ทำให้ไถลเมื่อก้าวเท้าไปด้านหน้า และทำให้ไม่ลื่นเมื่อเหยียดเท้าไปด้านหลัง

ข้อที่ 14

ตอบ 0.75
<u>เรื่อง</u> กฎของนิวตัน



แรงเสียดทาน f ที่พื้นกระทำกับแผ่นไม้คำนวณได้จาก

$$f = \mu mg = \mu W$$

โดย W คือน้ำหนักของถุงทรายรวมกับแผ่นไม้ แรงที่กระทำ F เพื่อให้แผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่จะต้องมีค่าเท่ากับแรงเสียดทาน f ดังนั้นจาก

$$\sum F = 0$$
$$F = f$$
$$\therefore \ F = \mu W$$

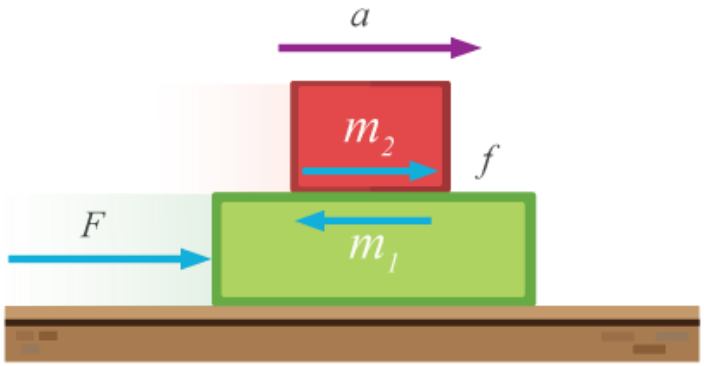
จากสมการข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ความชัน (m) ของกราฟระหว่างแรงที่กระทำ F และน้ำหนัก W คือสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน μ

$$m = \mu = \frac{9-0}{12-0} = 0.75$$

ข้อที่ 15

ตอบ $F = \dfrac{(m_1+m_2)}{m_2} f$

เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่



แรงที่ทำให้ m_2 เคลื่อนที่ไปได้คือแรงเสียดทาน f เราได้

$$f = m_2 a$$

f จะมากที่สุดเมื่อ a มากที่สุด เนื่องจาก

$$a = \frac{f}{m_2}$$

เราสามารถหาแรง F ที่มีค่ามากสุด ที่ทำให้มวล m_2 ไม่ไถลออกจาก m_1

$$F = (m_1+m_2)a$$
$$= (m_1+m_2)(\frac{f}{m_2})$$
$$\therefore \ F = \frac{(m_1+m_2)}{m_2} f$$