เฉลยชุดข้อสอบ : งาน พลังงาน โมเมนตัม ชุดที่ 1

ข้อที่ 1

งานของแรงที่ลากกล่อง

$$W_F = Fs = (10\ \text{N})(3\ \text{m}) = 30\ \text{J}$$

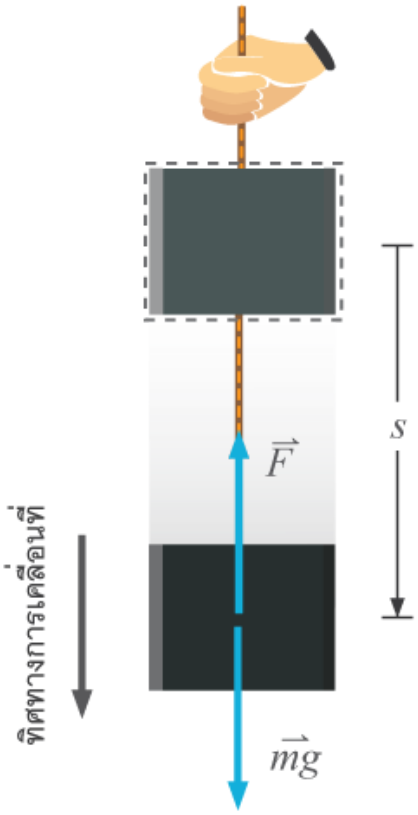
งานของแรงเสียดทาน

$$W_f = -fs = -(10\ \text{N})(3\ \text{m}) = -30\ \text{J}$$

ดังนั้น งานของแรงที่ลากกล่อง 30 จูล
งานของแรงเสียดทาน -30 จูล

ข้อที่ 2

นอกจากแรงที่เชือกดึงวัตถุแล้ว ยังมีแรงที่กระทำต่อวัตถุอีกแรงหนึ่งคือ น้ำหนักของวัตถุเมื่อออกแรงดึงเชือกให้วัตถุอยู่นิ่ง หรือหย่อนวัตถุลงด้วยความเร็วคงตัว จะต้องออกแรงที่มีขนาดเท่ากับวัตถุ (กรณีที่เชือกเบา) หรือ $F = mg$



งานเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกหรือน้ำหนักเท่ากับ

$$W_{mg} = Fs\cos\theta = mgs\cos 0^\circ = mgs$$

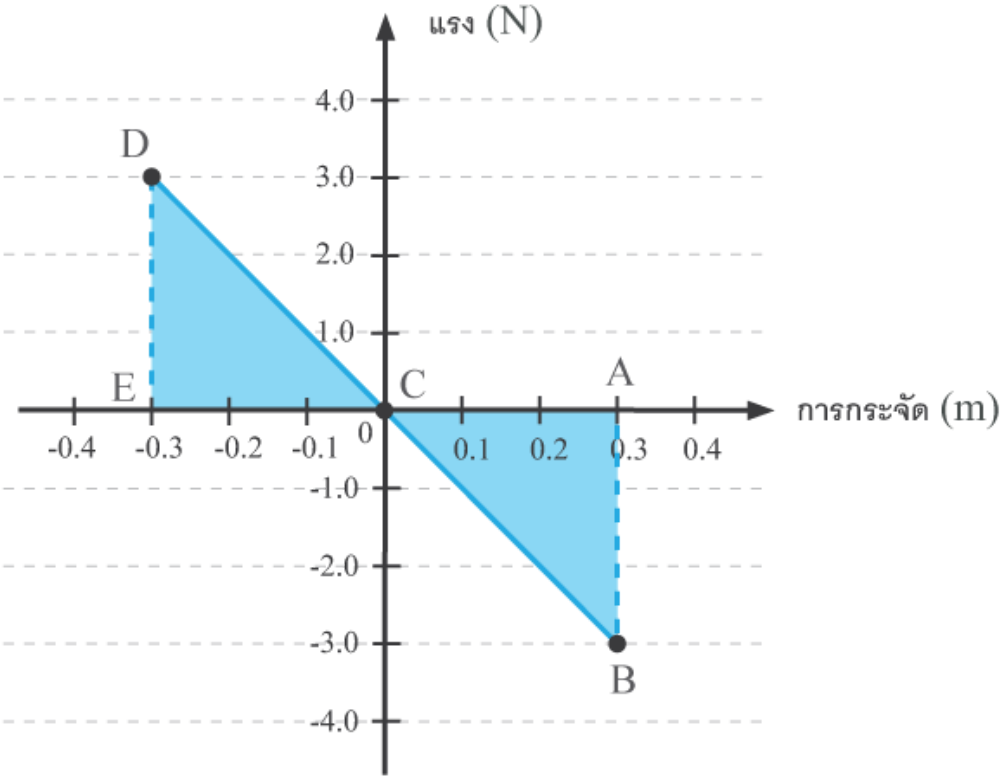
ซึ่งมีค่าเป็นบวก แต่ถ้าพิจารณางานเนื่องจากแรง F ที่เชือกดึงวัตถุ ทิศทางของแรงจะตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ ($\theta = 180^\circ$)

$$W_F = Fs\cos\theta = Fs\cos 180^\circ = Fs(-1) = -mgs$$

งานของแรงที่เชือกดึงวัตถุจึงมีค่าเป็นลบ
ดังนั้น งานของแรงที่เชือกดึงวัตถุเท่ากับ $-mgs$

ข้อที่ 3

จากกราฟจะเห็นว่าแรงที่สปริงกระทำกับมวลเป็นแรงไม่คงตัวและแรงมีทิศทางตรง ข้ามกับการกระจัดจากตำแหน่งสมดุลเสมอ เราสามารถหางานเนื่องจากแรงสปริงจากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงสปริงกับการ กระจัดของมวล ดังรูป



ก. งานของแรงสปริงในช่วงการกระจัดจาก 0 ถึง 0.3 เมตร เท่ากับพื้นที่สามเหลี่ยม ABC

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่สามเหลี่ยม } \mathrm{ABC} &= \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง} \\ &= \frac{1}{2}(0.3\ \mathrm{m} - 0\ \mathrm{m})(-0.3\ \mathrm{N}) \\ &= -0.45\ \mathrm{J}\end{aligned}$$

ดังนั้น งานของแรงสปริงในช่วงการกระจัดจาก 0 ถึง 0.3 เมตร เท่ากับ $-0.45\ \mathrm{J}$

ข. งานของแรงสปริงในช่วงเวลาการกระจัดจาก -0.3 เมตร ถึง 0 เมตร เท่ากับพื้นที่สามเหลี่ยม CDE

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่สามเหลี่ยม } \mathrm{CDE} &= \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง} \\ &= \frac{1}{2}[0\ \mathrm{m} - (-0.3\ \mathrm{m}))](3.0\ \mathrm{N}) \\ &= +0.45\ \mathrm{J}\end{aligned}$$

งานของแรงสปริงในช่วงการกระจัดจาก -0.3 ถึง 0.3 เมตร

$$= (+0.45\ \mathrm{J}) + (-0.45\ \mathrm{J}) = 0\ \mathrm{J}$$

ดังนั้น งานของแรงสปริงในช่วงการกระจัดจาก -0.3 ถึง 0.3 เมตร เท่ากับ $0\ \mathrm{J}$

ข้อที่ 4

วัตถุมวล m อยู่สูงจากพื้น (ระดับอ้างอิง) เป็นระยะทาง h จะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเท่ากับ mgh เมื่อ g คือความเร่งโน้มถ่วง ณ บริเวณนั้น แต่เนื่องจาก g บนผิวโลกมากกว่า g บนผิวดวงจันทร์ $\left(g_{\text{moon}} \approx \frac{1}{6}g_{\text{earth}}\right)$ ดังนั้นที่ความสูง (จากระดับอ้างอิง) เท่ากัน พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุนี้บนผิวโลกจะมีค่ามากกว่าบนผิวดวงจันทร์

ข้อที่ 5

เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ จะทำให้วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้น ดังนั้นพลังงานจลน์ของวัตถุจะเพิ่มขึ้น ในทางกลับกัน ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุมีทิศทางตรงข้าม จะทำให้วัตถุมีความเร็วลดลง ดังนั้นพลังงานจลน์ของวัตถุจะลดลง

ข้อที่ 6

ที่จุด X ซึ่งอยู่สูงจากพื้น (ระดับอ้างอิง) เท่ากับ h ลูกกลมมีพลังงานโน้มถ่วง

$$E_p = mgh$$

และมีพลังงานจลน์

$$E_k = 0$$

จะได้พลังงานกลรวม

$$E = mgh$$

เมื่อปล่อยลูกกลมตกลงมาถึงจุด Y ซึ่งอยู่สูงจากพื้นเท่ากับ $\frac{h}{2}$ ลูกกลมจะมี

$$E_p = \frac{mgh}{2}$$

พลังงานอีกส่วนหนึ่ง

$$\frac{mgh}{2}$$

จะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์

$$E_k = \frac{mgh}{2}$$

นั่นคือที่ตำแหน่งที่ Y ได้ว่า $E_p = E_k$

ข้อที่ 7

ตอบ $3.5\ \mathrm{W}$
<u>เรื่อง</u> งานและพลังงาน
งาน W คำนวณได้จาก ผลคูณระหว่าง แรง F และระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรง s

$$W = F \cdot s$$

ดังนั้นพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรง F และ ระยะทางตามแนวแรง s คืองานที่กระทำ W จากรูป พื้นที่ใต้กราฟมีค่า

$$W_{s=0\to s=4} = \frac{1}{2}(4)(20) = 40 \ \text{J}$$
$$W_{s=4\to s=6} = \frac{1}{2}(2)(30) = 30 \ \text{J}$$
$$\therefore \ W_t = 70 \ \text{J}$$

หากเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่วัตถุเท่ากับ $t = 20 \ \text{s}$ กำลัง P ที่ใช้ในการทำงานที่เท่ากับ

$$P = \frac{W}{t}$$
$$P = \frac{70}{20}$$
$$\therefore \ P = 3.5 \ \text{W}$$

ข้อที่ 8

ตอบ 2.0×10^5 จูล
<u>เรื่อง</u> งานและพลังงาน

เมื่อออกแรง F กระทำกับวัตถุ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทาง s ในทิศทางขนานกับแนวแรง งานที่กระทำกับวัตถุหาได้จาก

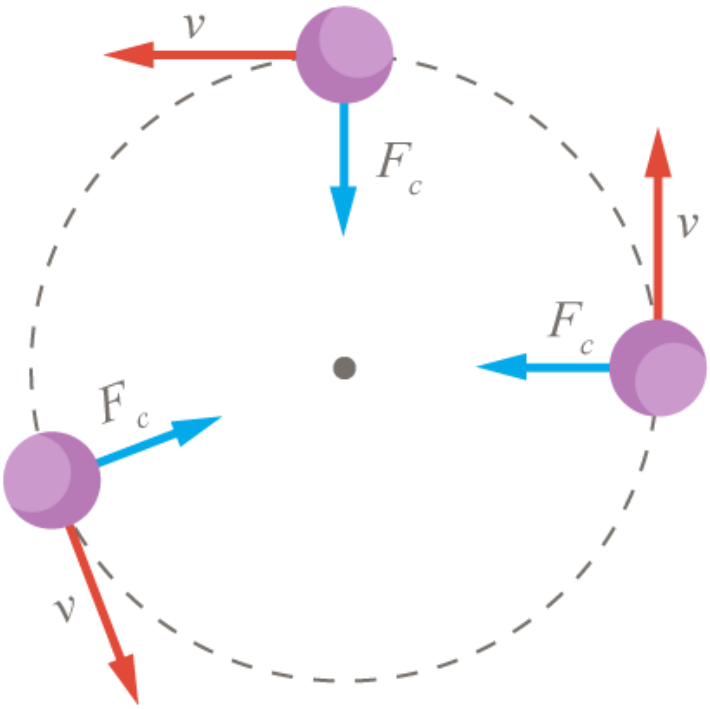
$$W = F \cdot s$$

กรรมกรออกแรงแบกของมวล $m = 50 \ \text{kg}$ เขาต้องออกแรงอย่างน้อย $F = W = mg$ ในแนวแกน y เพื่อยกวัตถุนั้น ดังนั้น งานที่เขาใช้ในการยกของจะเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระยะทางในแนวแกน y ซึ่งระยะห่างระหว่างจุดเริ่มต้นจนถึงจุด C มีค่า $s = 400 \ \text{m}$ ดังนั้นเขาทำงานในการยกวัตถุนี้

$$W = F \cdot s$$
$$W = (mg)(400)$$
$$W = (50)(10)400$$
$$\therefore \ W = 2.0 \times 10^5 \ \text{J}$$

ข้อที่ 9

ตอบ 0 จูล
<u>เรื่อง</u> การเคลื่อนที่แบบวงกลม



จากรูปแสดงการเคลื่อนที่แบบวงกลม ของวัตถุมวล 1 กิโลกรัม จะพบว่า ที่เวลาต่างๆ แรงสู่ศูนย์กลาง (F_c) จะตั้งฉากกับความเร็ว (v) เสมอ ซึ่งความเร็ว (v) จะอยู่ทิศเดียวกับการกระจัด (s) จึงได้ว่า ที่เวลาต่างๆ ในการเคลื่อนที่แบบวงกลม แรงสู่ศูนย์กลาง (F_c) จะตั้งฉากกับ การกระจัด (s) เสมอ

จาก งาน $= Fscos\theta$ เมื่อ θ คือ มุมระหว่าง F และ s
ดังนั้น ในการเคลื่อนที่วงกลม จะได้ว่า งาน $= Fscos90^\circ = Fs(0) = 0$ จูล

ข้อที่ 10

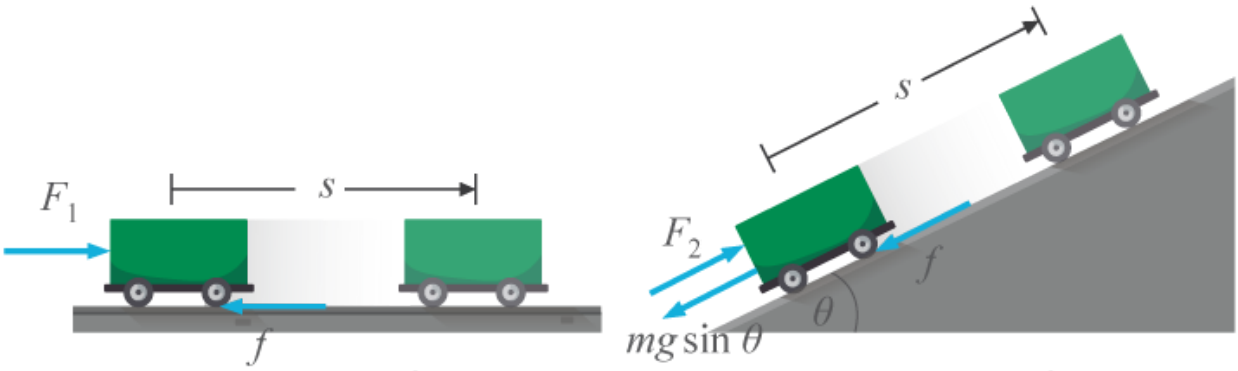
ตอบ $12.50\ \text{W}$

กล่องนี้ ถูกลากด้วยแรง(F) 30 นิวตัน ด้วยความเร็ว 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งเท่ากับ $\dfrac{3\times10^3}{3,600}\ \text{m/s}$

จาก กำลัง $(P) = \vec{F}\,\vec{v}$ จะได้

$$\begin{aligned} P &= Fv\cos\theta \\ &= (30)(\frac{3\times10^3}{3,600}\times\cos60^\circ) \\ &= (30)(\frac{3\times10^3}{3,600}\times\frac{1}{2}) \\ \therefore\ P &= 12.5\ \text{W} \end{aligned}$$

ข้อที่ 11



ก. การเข็นรถไปตามพื้นราบ ข. การเข็นรถไปตามพื้นเอียง

การเข็นรถไปตามพื้นราบ แรงที่กระทำต่อรถ F_1 และการกระจัด s มีทิศทางเดียวกันงานของแรงที่กระทำต่อรถคือ

$$W_1 = F_1 s$$

โดย

$$F_1 = f \quad \text{ดังรูป ก}$$

แต่การเข็น รถ (ขึ้น) ไปตามพื้นเอียง (ที่มีทิศทางทำมุม θ กับพื้นราบระดับ) แรงที่กระทำต่อรถ F_2 และการกระจัด s งานของแรงที่กระทำต่อรถคือ

$$W_2 = F_2 s$$

โดย

$$F_2 = mg \ \sin\theta + f \quad \text{ดังรูป ข}$$

จะได้

$$F_2 > F_1$$

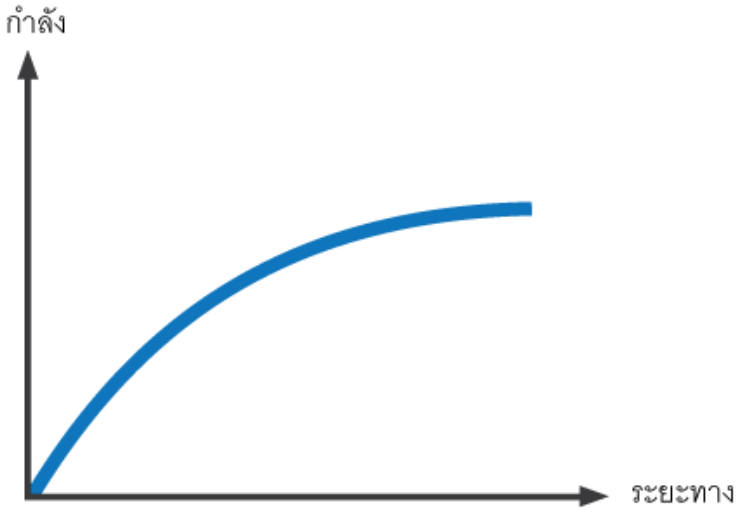
ดังนั้น

$$W_2 > W_1$$

จึงสรุปได้ว่า การเข็นรถไปตามพื้นเอียงต้องทำงานมากกว่าการเข็นรถไปตามพื้นราบด้วยอัตรา เร็วคงตัวในระยะทางเท่ากัน เมื่อแรงเสียดทานมีค่าเท่ากัน

ข้อที่ 12

ตอบ



แรง F ทำให้วัตถุเกิดความเร่ง ซึ่งเราสามารถหาความเร่งได้จาก $a = \dfrac{F}{m}$ และทำให้เกิดงานเป็น $W = Fs$ โดยกำลังที่ได้จาก F สามารถคำนวณได้จาก

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv$$

จากสมการการเคลื่อนที่

$$v^2 = u^2 + 2as$$

เนื่องจากวัตถุอยู่นิ่ง หรือ $u = 0$ ดังนั้นเราสามารถหาอัตราเร็ว v ได้จาก

$$v^2 = 2as = \frac{2Fs}{m} \quad \longrightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2Fs}{m}}$$

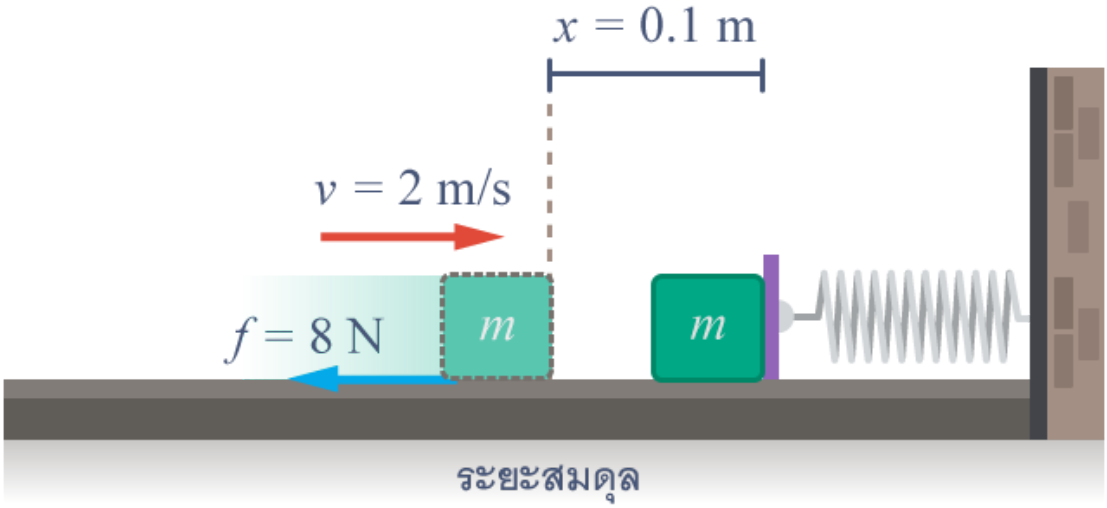
แทนค่าลงในสมการคำนวณกำลัง เราจะได้

$$P = F\sqrt{\frac{2Fs}{m}} = \sqrt{\frac{2F^3s}{m}}$$

ซึ่งให้กราฟพาราโบลาที่โค้งไปตามแกนระยะทาง

ข้อที่ 13

ตอบ $640\ \text{N/m}$
<u>เรื่อง</u> งานและพลังงาน



พลังงานจลน์ของวัตถุ E_k บางส่วนจะสูญเสียเป็นงานให้แก่แรงเสียดทาน W_f และส่วนที่เหลือจะเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์สปริง E_s สมมติให้ค่าคงตัวของสปริงเท่ากับ k จะได้

$$\begin{aligned}
E_k &= E_s + W_f \\
\frac{1}{2}mv^2 &= \frac{1}{2}kx^2 + fs \\
\frac{1}{2}(2)(2)^2 &= \frac{1}{2}k(0.1)^2 + (8)(0.1) \\
4 &= 0.5 \times 10^{-2}k + 0.8 \\
k &= \frac{3.2}{0.5 \times 10^{-2}} \\
\therefore \quad k &= 640\ \text{N/m}
\end{aligned}$$

ข้อที่ 14

ตอบ $25\ \text{m}$

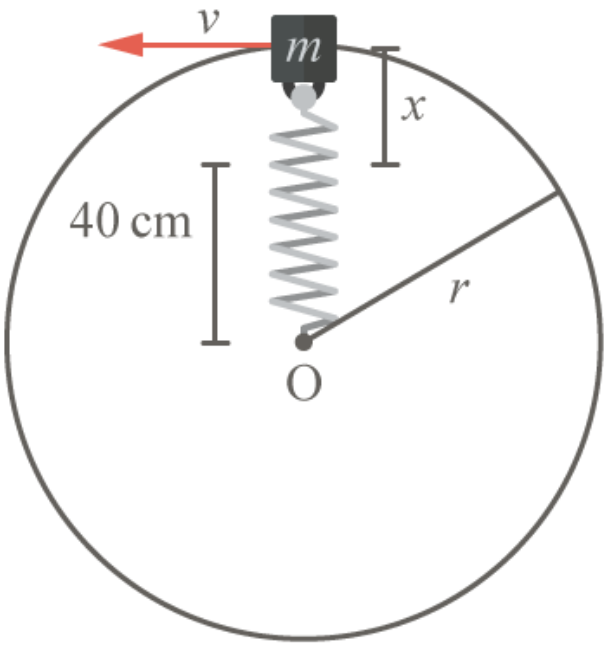
จากโจทย์ เมื่อวัตถุอยู่ที่ตำแหน่ง A จะมีพลังงานศักย์สะสมอยู่ เมื่อเคลื่อนที่ลงมา พลังงานศักย์จะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ และเมื่อเคลื่อนที่ถึงตำแหน่ง B พลังงานศักย์ทั้งหมดจะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ (ช่วงทางโค้ง ไม่มีแรงเสียดทาน จึงไม่มีการสูญเสียพลังงาน) เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ถึงพื้นราบ พลังงานทั้งหมดจะเปลี่ยนเป็นงานของแรงเสียดทาน

ซึ่งเราสามารถหาระยะไกลสุดที่วัตถุเคลื่อนที่บนพื้นราบได้ ดังนี้

$$\begin{aligned} E_{p(A)} &= W_{f(BC)} \\ mgh &= fs \\ mgh &= \mu mgs \\ s &= \frac{h}{\mu} \\ &= \frac{10\ \text{m}}{0.4} \\ \therefore\ \ s &= 25\ \text{m} \end{aligned}$$

ข้อที่ 15

ตอบ 5 เท่า



สำหรับการเคลื่อนที่เป็นวงกลมเราได้

$$\begin{aligned} F_{\text{สปริง}} &= F_c \\ kx &= \frac{mv^2}{r} \end{aligned}$$

คูณ $\frac{1}{2}$ ทั้งสองข้างของสมการ จะได้

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kxr$$

นั่นคือพลังงานจลน์ของวัตถุ:

$$E_k = \frac{1}{2}kxr$$

พลังงานศักย์ของสปริง:

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2$$

เราสามารถหาอัตราส่วนระหว่างพลังงานจลน์ของมวลและพลังงานศักย์ของสปริง ได้ดังนี้

$$\frac{E_k}{E_p} = \frac{\frac{1}{2}kxr}{\frac{1}{2}kx^2} = \frac{r}{x} = \frac{50\text{ cm}}{50\text{ cm} - 40\text{ cm}} = 5$$

นั่นคือพลังงานจลน์มีค่าเป็น 5 เท่าของพลังงานศักย์