

บทที่ 5

งานและพลังงาน

5.1 งาน

ในทางฟิสิกส์ งาน หมายถึง ผลของแรงที่กระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรง หาค่าได้โดยผลคูณระหว่างขนาดของแรงกับระยะที่วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรง งานมีหน่วยเป็นนิวตัน-เมตร หรือจูล

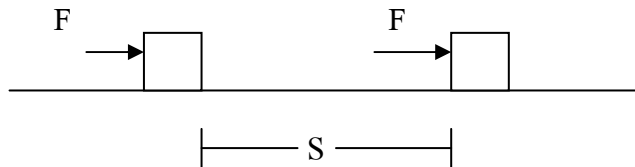
งานเป็นปริมาณสเกลาร์ และหาได้จากสูตร

$$W = FS \dots\dots\dots(5.1)$$

เมื่อ W คือ งานที่ทำโดยแรง F มีหน่วยเป็นจูล

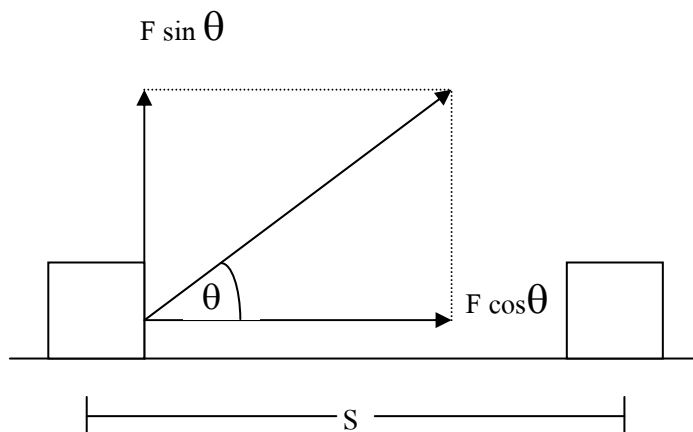
S คือ ระยะที่วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวทาง มีหน่วยเป็นเมตร

ในกรณีที่มีแรงคงตัว F กระทำต่อวัตถุเคลื่อนที่ไปในระยะทาง S ตามแนวแรง ดังรูป 5.1 ได้งานที่ทำโดยแรง F เป็น FS



รูปที่ 5.1 การออกแรง F ผลักวัตถุ

ส่วนในกรณีที่แรง F กระทำกับวัตถุในแนวทำมุม θ กับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุ และทำให้อวัตถุเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทาง S เช่น ช้างลากซุง คนลากกล้อ เป็นต้น จะต้องหางานที่แรง F โดยแยกแรง F ออกเป็นแรงองค์ประกอบที่ตั้งฉากกัน 2 แรง โดยต้องให้แรงหนึ่งอยู่ในทิศเดียวกับการเคลื่อนที่



รูปที่ 5.2 แรงกระทำต่อวัตถุในแนวทำมุม θ กับแนวการเคลื่อนที่

จึงพอสรุปได้ว่า งานที่เกิดจากแรงกระทำซึ่งไม่อยู่ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุจะหางานได้จากผลคูณระหว่างขนาดของแรงองค์ประกอบในการเคลื่อนที่กับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ดังสมการ

$$W = F \cos \theta \dots\dots\dots (5.2)$$

เมื่อ θ เป็นมุมระหว่างทิศของแรงที่กระทำกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ตัวอย่าง 5.1 ชายคนหนึ่งออกแรง 50 นิวตัน ลากกล่องไปได้ไกล 10 เมตร จงหา

- ก. งานที่เกิดขึ้นเมื่อแรง F อยู่แนวเดียวกับแนวระดับ
- ข. งานที่เกิดขึ้นเมื่อแรง F อยู่ในแนวที่ทำมุม 60 องศา กับแนวระดับ

วิธีทำ

- ก. งานที่เกิดขึ้นเมื่อแรง F อยู่ในแนวระดับ

$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad W &= FS \\ &= 50 \times 10 \\ &= 500 \text{ จูล} \end{aligned}$$

∴ งานที่เกิดขึ้นเมื่อแรง F อยู่ในแนวระดับคือ 500 จูล ตอบ

- ข. งานที่เกิดขึ้นเมื่อแรง F อยู่ในแนวที่ทำมุม 60° กับแนวระดับ

$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad W &= F \cos \theta \\ &= 50 \times 10 \times \frac{1}{2} \\ &= 250 \text{ จูล} \end{aligned}$$

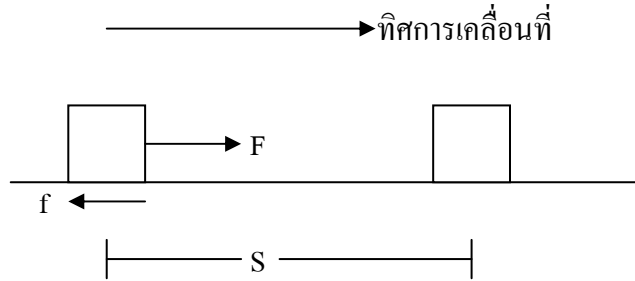
∴ งานที่เกิดขึ้นเมื่อแรง F อยู่ในแนวที่ทำมุม 60° กับแนวระดับ คือ 250 จูล ตอบ

ตัวอย่าง 5.2 ชายคนหนึ่งหนัก 500 นิวตัน ถือกระเป๋าหนัก 30 นิวตัน ถ้าชายคนนี้เดินไปตามถนนราบเป็นระยะทาง 20 เมตร แล้วขึ้นบันไดอีก 8 ขั้นซึ่งสูงขั้นละ 0.25 เมตร จงหางานที่ชายคนนี้ทำได้

ตัวอย่าง 5.3 (Ent 20) เด็กเล็ก ๆ คนหนึ่งออกแรงลากเสาด้วยแรงคงที่ในแนวระดับขนาด 20 นิวตัน ตั้งแต่เริ่มลากจนกระทั่งหยุด โดยที่ทุกก้าวถัดไป เขาก้าวได้ยาวเพียง 3 ใน 4 ของก้าวอันก่อน อยากทราบว่าตั้งแต่เริ่มลากจนกระทั่งหยุด เด็กคนนี้งานไปกี่จูล ถ้าหากว่าก้าวแรกยาว 0.25 เมตร

งานเนื่องจากแรงชนิดต่าง ๆ

กำหนดมวล m ถูกทำให้เคลื่อนที่บนพื้นผิวขรุขระด้วยแรง F ได้ระยะทาง S ดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3

จะเห็นว่าแรงกระทำต่อวัตถุ 2 แรง คือ แรง F ในแนวระดับ

งานที่กระทำโดยแรง F คือ $W_F = FS$

แรงเสียดทาน f เนื่องจากแรง f มีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ ดังนั้นงานที่ทำโดยแรง

f คือ $W_f = -fS$

ดังนั้น งานทั้งหมดคือ $W = W_F - W_f$

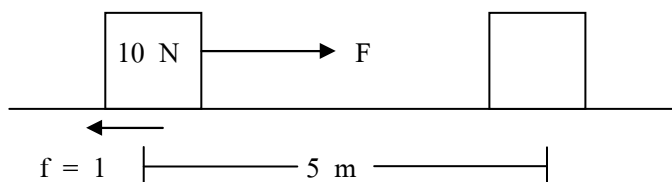
$$= FS + (-fS)$$

$$= FS - fS$$

$$= (F - f) S$$

$$\therefore W = \sum FS \dots\dots\dots(5.3)$$

ตัวอย่าง 5.4 วัตถุหนัก 10 นิวตัน ถูกกระทำให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ โดยแรง F เป็นระยะทาง 5 เมตร บนพื้นระดับราบที่มีแรงเสียดทาน 1.0 นิวตัน งานคือเท่าไร



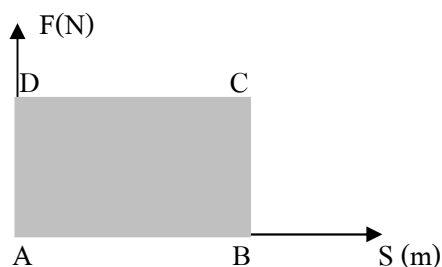
ตัวอย่าง 5.5 เด็กคนหนึ่งออกแรง F ดึงกล่องในทิศทางมุม 30 องศา กับแนวระดับ โดยกล่องเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ได้ระยะทาง 30 เมตร ตามแนวราบ (กำหนดให้ กล่องหนัก 10 นิวตัน และ ส.ป.ส. ความเสียดทานระหว่างกล่องกับพื้นราบเท่ากับ $\frac{1}{\sqrt{3}}$) จงหางานที่ทำได้

ตัวอย่าง 5.6 เด็กคนหนึ่งออกแรง F ดึงกล่องในทิศทางมุม 60 องศา กับแนวระดับ โดยกล่องเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ได้ระยะทาง 40 เมตร ตามแนวราบ (กำหนดให้ กล่องหนัก 20 นิวตัน และ ส.ป.ส. ความเสียดทานระหว่างกล่องกับพื้นราบเท่ากับ 0.5) จงหางานที่ทำได้

การหางานด้วยวิธีคำนวณจากพื้นที่ใต้กราฟ

1. ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุคงที่ จะเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรง F กับระยะทาง S

ดังรูป

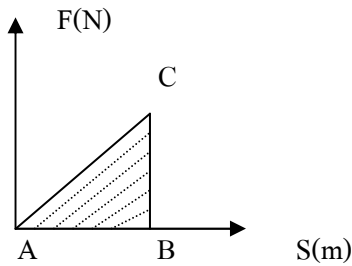


จากรูป $AD = F$

$AB = S$

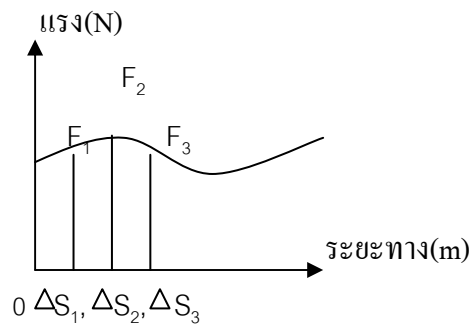
พื้นที่ของสี่เหลี่ยม $ABCD = AD \times AB$
 $= FS$

2. ถ้าแรงกระทำต่อวัตถุเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ จะเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง F กับระยะทาง S ดังรูป



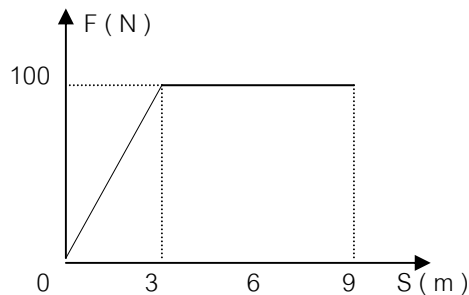
$$\begin{aligned} \text{พื้นที่ใต้กราฟ } \triangle ABC &= \frac{1}{2} \times BC \times AB \\ &= \frac{1}{2} FS \end{aligned}$$

3. ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุไม่สม่ำเสมอ สามารถหางานได้โดยการหาพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับระยะทาง S โดยใช้วิธีแบ่งหาพื้นที่ย่อยๆ แล้วนำมารวมกัน

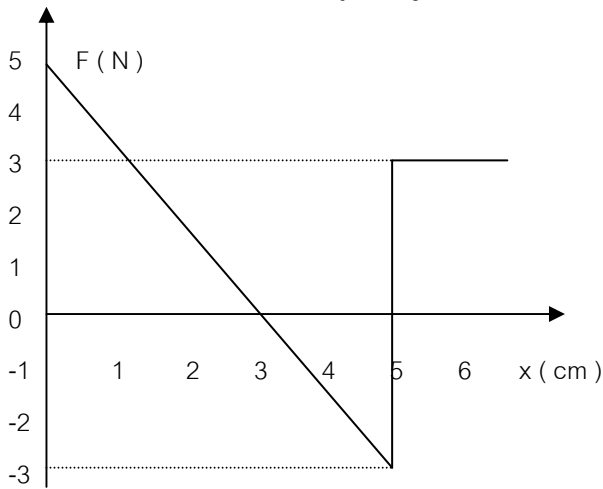


$$\text{งานทั้งหมด } W = F_1 \Delta S_1 + F_2 \Delta S_2 + \dots + F_m \Delta S_n$$

ตัวอย่าง 5.7 จากกราฟของงานที่เกิดขึ้นทั้งหมด



ตัวอย่าง 5.8 (Ent 33) จากรูปเป็นกราฟระหว่างแรงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ งานทั้งหมดที่กระทำในช่วงระยะทางการเคลื่อนที่ จาก 0 ถึง 6 เซนติเมตร จะมีขนาดเท่าใด



5.2 กำลัง (Power)

ในทางฟิสิกส์ กำลัง หมายถึง ปริมาณงานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา

กำลัง = งานที่ทำได้ / เวลาที่ใช้ในการทำงาน

$$\text{หรือ } P = \frac{W}{t} = \frac{FS}{t} = FV \dots\dots\dots(5.4)$$

เมื่อ P คือ กำลัง มีหน่วยเป็นจูลต่อวินาทีหรือวัตต์

t คือ เวลาที่ใช้ในการทำงาน มีหน่วยเป็นวินาที

หน่วยของกำลังนอกจาก วัตต์ แล้วนิยมบอกเป็นแรงแม่ โดย 1 แรงแม่เท่ากับ 746 วัตต์ เช่น การวัดกำลังของเครื่องยนต์ กำลังมอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น

ตัวอย่าง 5.9 นักกายกรรมหนัก 600 นิวตัน ไต่เชือกขึ้นสูง 10 เมตร ในเวลา 30 วินาที จงหา

- ก. งานที่เขาทำ
- ข. กำลังที่เขาใช้

ตัวอย่าง 5.10 เครื่องยนต์ของเรือลำหนึ่งมีกำลัง 5 กิโลวัตต์ สามารถทำให้เรือแล่นได้ด้วยอัตราเร็วคงตัว 18 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาแรงจากเครื่องยนต์ที่ทำให้เรือลำนี้แล่น

ตัวอย่าง 5.11 เด็กคนหนึ่งดึงถังน้ำ 10 กิโลกรัม ขึ้นจากบ่อลึก 3 เมตร ภายในเวลา 5 วินาที (กำหนด g เท่ากับ 10 m/s^2) จงหา

- ก. ในการดึงถังน้ำนี้เด็กใช้กำลังเท่าใด
- ข. ถ้าเด็กตักน้ำได้ 6 ถังในเวลา 60 วินาที เขาใช้กำลังเฉลี่ยเท่าใด

ตัวอย่าง 5.12 (Ent 34) ลาตัวหนึ่งออกแรงดึงน้ำหนัก 2,000 นิวตัน ลงเนินซึ่งเอียง 30 องศาับแนวระดับด้วยอัตราเร็วคงที่ ส.ป.ส.ของความเสียดทานระหว่างเนินและน้ำหนักเป็น $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ถ้าแรงที่ใช้ดึงน้ำหนักขนานกับการเคลื่อนที่และน้ำหนักเคลื่อนที่ลงมาได้ 30 เมตร ในเวลา 1 นาที กำลังที่ลาใช้ดึงน้ำหนักเป็นกี่วัตต์

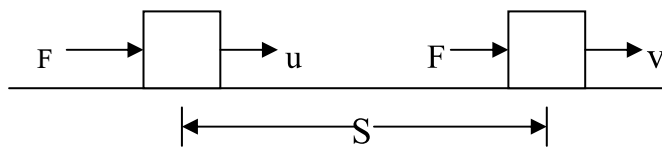
ตัวอย่าง 5.13 (Ent 35) รถยนต์คันหนึ่งมีมวล 1,000 กิโลกรัม สามารถเร่งอัตราเร็วจาก 10 เมตรต่อวินาที เป็น 20 เมตรต่อวินาที โดยอัตราเร่งคงที่ในเวลา 5 วินาที กำลังเฉลี่ยของเครื่องยนต์ที่ใช้อย่างน้อยเท่าใด

5.3 พลังงาน (Energy)

พลังงาน คือ ความสามารถในการทำงานได้ พลังงานมีหลายรูปด้วยกัน เช่น พลังงานความร้อน พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า เป็นต้น ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะพลังงานกลซึ่งประกอบด้วยพลังงานจลน์และพลังงานศักย์

5.3.1 พลังงานจลน์ (Kinetic Energy, E_K)

พลังงานจลน์ หมายถึง พลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่
ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับอัตราเร็ว



รูปที่ 5.4 การเคลื่อนที่ของวัตถุโดยแรง

จากกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน $F = ma$ ดังนั้น $a = F/m$ ในกรณีที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง S ด้วยขนาดความเร่ง a โดยมีอัตราเร็วต้นเป็น u และอัตราเร็วสุดท้ายเป็น v จะมีความสัมพันธ์กันคือ

$$2aS = v^2 - u^2$$

$$2F/m S = v^2 - u^2$$

$$FS = \frac{1}{2} m(v^2 - u^2) \dots\dots\dots(5.5)$$

ในกรณีที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วต้น (u) เป็นศูนย์จะได้ว่า

$$FS = \frac{1}{2} mv^2 \dots\dots\dots(5.6)$$

หมายความว่า วัตถุมวล m เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว v สามารถทำงานได้เท่ากับ $\frac{1}{2}mv^2$ หรือกล่าวได้ว่า งานที่กระทำต่อวัตถุจะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานจลน์ของวัตถุ จะได้ว่า

$$E_K = \frac{1}{2} mv^2 \dots\dots\dots(5.7)$$

ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วต้นไม่เท่ากับศูนย์ ($u \neq 0$)

จากสมการ (5.5)

$$\begin{aligned} FS &= \frac{1}{2} m (v^2 - u^2) \\ &= \frac{1}{2} mv^2 - \frac{1}{2} mu^2 \end{aligned}$$

หรือ $W = \frac{1}{2} mv^2 - \frac{1}{2} mu^2 \dots\dots\dots(5.8)$

ให้ $E_{K1} = \frac{1}{2} mu^2$

$$E_{K2} = \frac{1}{2} mv^2$$

ดังนั้น $W = E_{K2} - E_{K1} \dots\dots\dots(5.9)$

หรือ $W = \Delta E_K \dots\dots\dots(5.10)$

นั่นคือ งานเนื่องจากแรงที่กระทำต่อวัตถุจะเท่ากับพลังงานจลน์ที่เปลี่ยนไป พลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไป อาจลดหรือเพิ่มก็ได้ขึ้นอยู่กับทิศของแรงที่กระทำ คือ ถ้างานของแรงที่มีทิศเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุจะเป็นบวก แต่ถ้างานของแรงมีทิศต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุจะเป็นลบ

ตัวอย่าง 5.14 วัตถุหนัก 20 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 เมตรต่อวินาที เมื่อถูกแรงขนาดหนึ่งกระทำจะมีความเร็วเปลี่ยนไปเป็น 10 เมตรต่อวินาที ต่อมาอีก 3 วินาทีจึงหยุด จงหางานในช่วงแรกและช่วงหลัง

ตัวอย่าง 5.15 ลูกปืนมวล 0.2 กิโลกรัม ถูกยิงออกไปด้วยความเร็ว 400 เมตรต่อวินาที จงหาพลังงานจลน์ของลูกปืน

ตัวอย่าง 5.16 (Ent 31) รถยนต์มีมวล 1,000 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 36 กิโลเมตร/ชั่วโมง เพื่อให้หยุดรถในเวลา 5 วินาที จะต้องมีการทำงานเท่าใด

ตัวอย่าง 5.17 (Ent 27) ชายคนหนึ่งเข็นรถยนต์มวล 50 กิโลกรัมให้เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยแรงคงที่ 50 นิวตัน เขาสังเกตเห็นว่าเมื่อผ่านตำแหน่ง A รถมีความเร็วเป็น 4 เมตรต่อวินาที และเมื่อผ่านตำแหน่ง B เขาใช้กำลังเป็น $\frac{5}{4}$ เท่า ของกำลังที่ใช้เมื่อผ่านตำแหน่ง A อยากทราบว่างานในการเข็นรถจาก A ถึง B เป็นเท่าใด

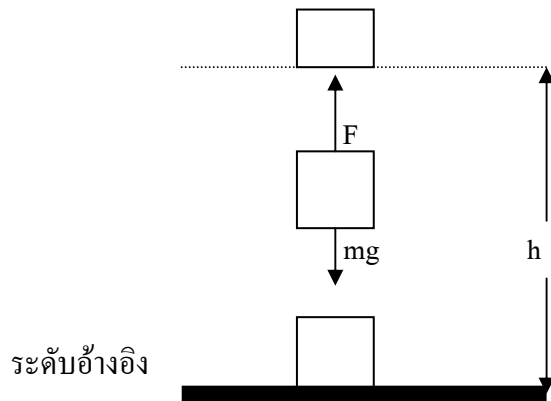
ตัวอย่าง 5.18 รถยนต์มีมวล 2,000 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เพื่อให้หยุดรถในเวลา 10 วินาที จะต้องมีการทำงานเท่าใด

5.3.2 พลังงานศักย์ (Potential Energy)

พลังงานศักย์ คือพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุในขณะที่วัตถุอยู่นิ่ง ซึ่งประกอบด้วยพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานศักย์ยืดหยุ่น

5.3.2.1 พลังงานศักย์โน้มถ่วง

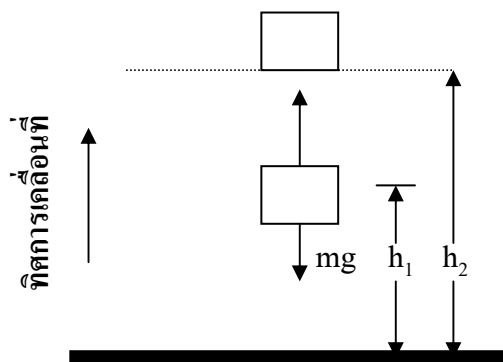
เป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุที่อยู่สูงกว่าระดับอ้างอิง เกิดขึ้นเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ เช่น ยกวัตถุมวล m ให้สูงขึ้นไปในแนวตั้งจากระดับอ้างอิงเป็นระยะ h ด้วยอัตราเร็วคงที่ จะต้องออกแรง F อย่างน้อยเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ คือ mg



สภาพที่มวล m อยู่นิ่งด้วยความสูง h และทำให้เกิดแรงได้ ดังนั้นวัตถุมวล m มีพลังงานอยู่แต่เป็นพลังงานขณะหยุดนิ่งและมีความเกี่ยวข้องกับความเร็วโน้มถ่วง จึงเรียกพลังงานศักย์เนื่องจากความโน้มถ่วง ดังนี้

จะได้ว่า $E_p = mgh \dots\dots\dots(5.11)$

พิจารณากรณีที่ตำแหน่งเดิมของวัตถุไม่อยู่ในระดับอ้างอิง เช่น เดิมวัตถุอยู่ในระดับอ้างอิง h_1 แล้วถูกยกขึ้นไปเป็นระดับ h_2 จากระดับอ้างอิง ดังรูป



$$E_{p1} = mgh_1$$

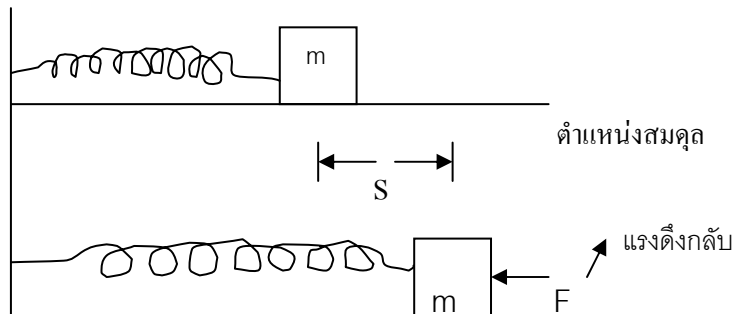
$$E_{p2} = mgh_2$$

ดังนั้น $\Delta E_p = mgh_2 - mgh_1 \dots\dots\dots (5.12)$

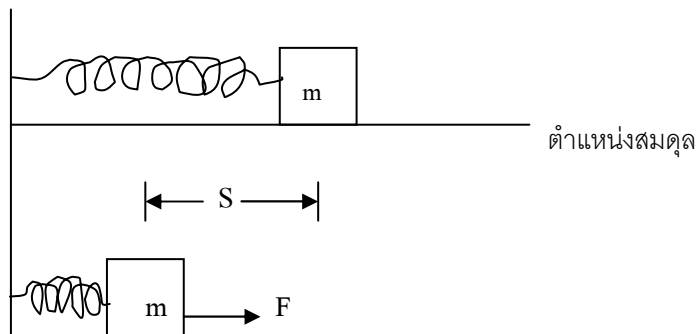
ซึ่งสรุปได้ว่า งานที่ทำในการยกวัตถุให้สูงจากเดิมจะเท่ากับพลังงานศักย์โน้มถ่วงที่เพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุไม่ขึ้นอยู่กับเส้นทางการเคลื่อนที่ แต่จะขึ้นอยู่กับเปลี่ยนแปลงระดับอย่างเดียว คือขึ้นอยู่กับความสูงของวัตถุจากระดับอ้างอิงเท่านั้น

5.3.2.2 พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

พลังงานศักย์ยืดหยุ่น หมายถึง พลังงานศักย์ที่สะสมอยู่ในสปริงหรือวัตถุที่ยืดหยุ่นอื่น ๆ ขณะที่ยืดออกหรือหดเข้าจากตำแหน่งสมดุล



รูป 5.5 การดึงให้ยืดออก



รูป 5.6 การกดสปริงให้หดเข้า

เมื่อสปริงยืดหรือหด จะทำให้เกิดแรง F ในสปริง โดยขนาดของแรงในสปริงจะแปรผันตรงกับระยะที่สปริงยืดหรือหด

$$F \propto S$$

$$F = -kS$$

เครื่องหมาย (-) หมายถึงทิศของแรง F กับทิศของแรง S มีทิศตรงข้ามกันเสมอ

$$\therefore \text{ขนาดของแรง } F = kS$$

เมื่อ k เป็นค่าคงตัวเรียกว่าค่าคงตัวของสปริง

งานที่ทำให้สปริงยืด หรือหดระยะ S จากตำแหน่งสมดุล หาได้จากผลคูณระหว่างขนาดของแรงดึงกลับเฉลี่ยของสปริงยืดหรือหด

จาก $W = FS$

กำหนดให้ $F =$ แรงเฉลี่ยดึงกลับของสปริง

$S =$ ระยะทางที่สปริงยืดหรือหด

ดังนั้น $F = \frac{0 + kS}{2}$

(แรงที่จุดเริ่มต้น = 0 , แรงที่ระยะสปริงยืดหด =kS)

$$\therefore W = \frac{1}{2} kS^2$$

$$W = \frac{1}{2} kS^2 \dots\dots\dots(5.14)$$

จากสมการ(9.14) จะเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์ของสปริงตำแหน่ง S คือ

$$E_p = \frac{1}{2} kS^2 \dots\dots\dots(5.15)$$

ตัวอย่าง 5.19 ออกแรงดึงวัตถุมวล 5 กิโลกรัมจากพื้นโต๊ะขึ้นไปในแนวตั้ง จงหาพลังงานศักย์โน้มถ่วงที่จุดสูงจากพื้นโต๊ะ 3 และ 5 เมตร

ตัวอย่าง 5.20 วัตถุมวล 1 กิโลกรัม เคลื่อนที่บนพื้นราบเกลี้ยง เข้าชนสปริงทำให้สปริงหดสั้นลง 5 เซนติเมตร จากตำแหน่งเดิม จงหาพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริง ให้ค่าคงตัวของสปริงเท่ากับ 1,200 นิวตันต่อตารางเมตร

5.4 กฎการอนุรักษ์พลังงาน

กฎการอนุรักษ์พลังงาน หมายถึง พลังงานกลรวมของระบบ ณ ตำแหน่งใด ๆ ย่อมมีค่าคงเดิมเสมอ
สูตรคำนวณกฎการอนุรักษ์พลังงาน

$$\text{พลังงานกลรวมที่ตำแหน่งเริ่มต้น (} E_{\text{รต.}} \text{) = พลังงานกลรวมที่ตำแหน่งสุดท้าย (} E_{\text{สท.}} \text{)}$$

เมื่อ $E_{\text{รต.}}$ คือผลรวมของพลังงานทั้งหมดที่ตำแหน่งเริ่มต้น

$E_{\text{สท.}}$ คือผลรวมของพลังงานทั้งหมดที่ตำแหน่งสุดท้าย

สรุปเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 \dots\dots\dots(5.16)$$

$$\frac{1}{2}ks_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}ks_2^2 + mgh_2 \dots\dots\dots(5.17)$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}ks_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}ks_2^2 \dots\dots\dots(5.18)$$

ถ้ามีแรงกระทำต่อวัตถุ เช่น แรงเสียดทาน แรงดึง F หรือแรงอื่นใดที่ไม่อนุรักษ์ในการคำนวณโดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน จะต้องชดเชยงานที่เพิ่มขึ้น(บวกงานที่เพิ่มขึ้น) หรือ ชดเชยงานที่สูญเสีย (ลบงานที่สูญเสีย) ดังสมการ

$$E_{\text{รต.}} + W_F - W_f = E_{\text{สท.}} \dots\dots\dots(5.19)$$

เมื่อ W_F คือ งานที่มาดึงหรือผลัก

W_f คือ งานของแรงที่มาต้าน

ตัวอย่าง 5.21 (Ent 29) ขว้างก้อนหินมวล 0.5 กิโลกรัม ด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที จากหน้าผาสูงเหนือระดับน้ำทะเล 50 เมตร ความเร็วของก้อนหินขณะกระทบน้ำมีค่าเท่าใด ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

ตัวอย่าง 5.22 ขว้างก้อนหินมวล 0.2 กิโลกรัม ด้วยความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที จากหน้าผาสูงเหนือระดับน้ำทะเล 80 เมตร ความเร็วของก้อนหินขณะกระทบน้ำมีค่าเท่าใด ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

ตัวอย่าง 5.23 ลูกตุ้มมวล 2 กิโลกรัม ผูกติดกับเชือกยาว 2 เมตร และห้อยแขวนไว้ในแนวตั้ง เมื่อยก
ลูกตุ้มขึ้นจนเชือกเอียงทำมุม 30 องศาับแนวระดับ แล้วปล่อยให้ลูกตุ้มแกว่งลงมา (กำหนด $g = 10 \text{ m/s}^2$)

จงหา

- ก. ความเร็วสูงสุดของลูกตุ้ม
- ข. พลังงานจลน์สูงสุดของลูกตุ้ม

ตัวอย่าง 5.24 ลูกตุ้มมวล 1 กิโลกรัม ผูกติดกับเชือกยาว 1 เมตร และห้อยแขวนไว้ในแนวตั้ง เมื่อยก
ลูกตุ้มขึ้นจนเชือกเอียงทำมุม 30 องศาับแนวระดับ แล้วปล่อยให้ลูกตุ้มแกว่งลงมา (กำหนด $g = 10 \text{ m/s}^2$)

จงหา

- ก. ความเร็วสูงสุดของลูกตุ้ม
- ข. พลังงานจลน์สูงสุดของลูกตุ้ม

ตัวอย่าง 5.25 (Ent 18) มวล m ผูกอยู่ที่ปลายเชือกซึ่งยาว L โดยปลายเชือกข้างหนึ่งตรึงอยู่กับที่ จับมวล m ให้เชือกตึงและอยู่ในแนวระดับแล้วปล่อยให้แกว่งลงมาทำมุม θ กับแนวระดับเดิมนั้น มวล m มีความเร็วเท่าใด

ตัวอย่าง 5.26 (Ent 21) ลูกตุ้มผูกกับเชือกยาว 1 เมตร แขนงให้แกว่งแบบซิมเปิลฮาร์โมนิก เมื่อเส้นเชือกอยู่ตำแหน่งสูงสุดเส้นเชือกทำมุม 60 องศาับแนวตั้ง ถ้าลูกตุ้มมีพลังงานจลน์สูงสุดเท่ากับ 50 จูล ลูกตุ้มจะมีพลังงานจลน์เท่าใดเมื่ออยู่สูงจากตำแหน่งระดับต่ำสุด 0.375 เมตร (กำหนด $g = 10 \text{ m/s}^2$)

ตัวอย่าง 5.27 ลูกตุ้มผูกกับเชือกยาว 1 เมตร แขนงให้แกว่งแบบซิมเปิลฮาร์โมนิก เมื่อเส้นเชือกอยู่ตำแหน่งสูงสุดเส้นเชือกทำมุม 30 องศาับแนวตั้ง ถ้าลูกตุ้มมีพลังงานจลน์สูงสุดเท่ากับ 100 จูล ลูกตุ้มจะมีพลังงานจลน์เท่าใดเมื่ออยู่สูงจากตำแหน่งระดับต่ำสุด 0.375 เมตร (กำหนด $g = 10 \text{ m/s}^2$)

ตัวอย่าง 5.28 (Ent 31) เสาชิงช้าหน้าวัดสุทัศน์สูง 20 เมตร ถ้าแกว่งชิงช้าขึ้นจนถึง 90 องศา อัตราเร็วของชิงช้าตอนผ่านจุดต่ำสุดเป็นกี่กิโลเมตรต่อชั่วโมง (กำหนด $g = 10 \text{ m/s}^2$)

ตัวอย่าง 5.29 เสาชิงช้าหน้าโรงเรียนสูง 30 เมตร ถ้าแกว่งชิงช้าขึ้นจนถึง 90 องศา อัตราเร็วของชิงช้าตอนผ่านจุดต่ำสุดเป็นกี่กิโลเมตรต่อชั่วโมง (กำหนด $g = 10 \text{ m/s}^2$)

ตัวอย่าง 5.30 (Ent 25) ถ้ายิงลูกกระสุนมวล 15 กรัม ด้วยหนังสติ๊กให้ขึ้นไปได้สูง 20 เมตร ในแนวตั้ง จะต้องใช้แรงดึงก่อนปล่อยเท่าใด (ถ้าการยืดของหนังสติ๊กเป็นแบบสปริง และยืดออก 10 เซนติเมตร)

ตัวอย่าง 5.31 ถ้ายิงลูกกระสุนมวล 20 กรัม ด้วยหนังสติ๊กให้ขึ้นไปได้สูง 30 เมตร ในแนวดิ่ง จะต้องใช้แรงดึงก่อนปล่อยเท่าใด (ถ้าการยืดของหนังสติ๊กเป็นแบบสปริง และยืดออก 20 เซนติเมตร)

ตัวอย่าง 5.32 (Ent 24) ปล่อยก้อนหินซึ่งมีมวล 1,000 กรัมให้ตกกระทบปลายบนของสปริงซึ่งตรึงให้ตั้งอยู่ใต้ก้อนหินในแนวดิ่ง โดยปลายบนของสปริงอยู่ต่ำกว่าก้อนหิน 1 เมตร แรงกระทบของก้อนหินกดให้สปริงสั้นลง 5 เซนติเมตร ก่อนที่จะดีดกลับ (กำหนด $g = 10 \text{ m/s}^2$) จงหา

- ก. ค่านิจของสปริงเท่ากับเท่าใด
- ข. สปริงได้รับแรงเฉลี่ยเท่าใด

ตัวอย่าง 5.33 ปล่อยก้อนหินซึ่งมีมวล 2,000 กรัมให้ตกกระทบปลายบนของสปริงซึ่งตรึงให้ตั้งอยู่ได้ก้อนหินในแนวดิ่ง โดยปลายบนของสปริงอยู่ต่ำกว่าก้อนหิน 1 เมตร แรงกระทบของก้อนหินกดให้สปริงสั้นลง 10 เซนติเมตร ก่อนที่จะดีดกลับ (กำหนด $g = 10 \text{ m/s}^2$) จงหา

- ก. ค่านิจของสปริงเท่ากับเท่าใด
- ข. สปริงได้รับแรงเฉลี่ยเท่าใด

ตัวอย่าง 5.34 (Ent 29) วัตถุตกจากโถ่สูง 80 เซนติเมตร ลงไปบนสปริงที่ตั้งอยู่ในแนวดิ่ง ค่านิจของสปริงเท่ากับ 2,100 นิวตันต่อตารางเมตร ความยาวของสปริงปกติ 24 เซนติเมตร แต่ถูกวัตถุกดลงเหลือความยาวต่ำสุด 10 เซนติเมตรก่อนที่วัตถุจะหยุด มวลของวัตถุนี้มีค่าเท่ากับเท่าใด(กำหนด $g = 10 \text{ m/s}^2$)

ตัวอย่าง 5.35 วัตถุตกจากโถ่สูง 100 เซนติเมตร ลงไปบนสปริงที่ตั้งอยู่ในแนวดิ่ง ค่านิจของสปริงเท่ากับ 2,000 นิวตันต่อตารางเมตร ความยาวของสปริงปกติ 20 เซนติเมตร แต่ถูกวัตถุกดลงเหลือ ความยาวต่ำสุด 10 เซนติเมตรก่อนที่วัตถุจะหยุด มวลของวัตถุนี้มีค่าเท่ากับเท่าใด(กำหนด $g = 10 \text{ m/s}^2$)

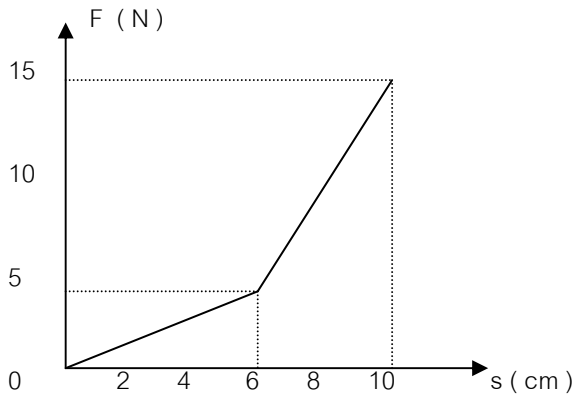
ตัวอย่าง 5.36 (Ent 18) วัตถุมวล 1 กิโลกรัม เคลื่อนที่บนพื้นราบเกลี้ยงด้วยความเร็ว 2 เมตรต่อวินาที เข้าชนสปริง ปรากฏว่าวัตถุหยุดชั่วขณะเมื่อสปริงหดสั้นกว่าเดิม 0.05 เมตร จงหา

- ก. พลังงานศักย์ของสปริงเมื่อหดสั้นสุดมีค่าเท่าใด
- ข. ณ ตำแหน่งที่วัตถุหยุดนั้น สปริงผลักวัตถุด้วยแรงเท่าใด

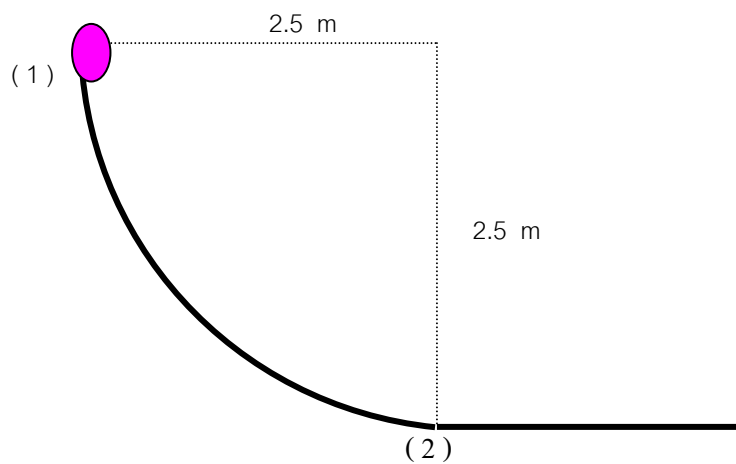
ตัวอย่าง 5.37 วัตถุมวล 1 กิโลกรัม เคลื่อนที่บนพื้นราบเกลี้ยงด้วยความเร็ว 4 เมตรต่อวินาที เข้าชนสปริง ปรากฏว่าวัตถุหยุดชั่วขณะเมื่อสปริงหดสั้นกว่าเดิม 0.1 เมตร จงหา

- ก. พลังงานศักย์ของสปริงเมื่อหดสั้นสุดมีค่าเท่าใด
- ข. ณ ตำแหน่งที่วัตถุหยุดนั้น สปริงผลักวัตถุด้วยแรงเท่าใด

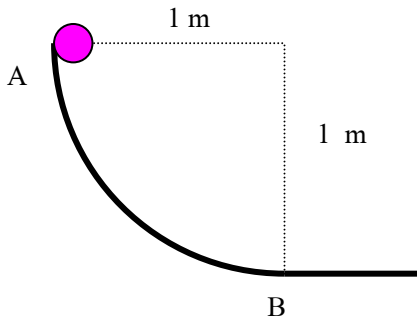
ตัวอย่าง 5.38 (Ent 19) ในการยึนหนังสติ๊ก ถ้ำแรงที่ดึงให้ยางยืด เขียนเป็นกราฟได้ดังรูป ถ้ำไม่มีการสูญเสียพลังงานเมื่อปล่อยก้อนหินจากตำแหน่งที่ดึงออกมา 10 เซนติเมตรลูกหินจะหลุดออกไปด้วยพลังงานจลน์เท่าใด



ตัวอย่าง 5.39 (Ent 32) แท่งวัตถุมวล 2 กิโลกรัม ไถลลงมาตามรางส่วนโค้งของวงกลม รัศมีความโค้ง 2.5 เมตร (ดังรูป) เมื่อถึงส่วนล่างสุดวัตถุมีความเร็ว 6 เมตร/วินาที งานในการไถลลงมาตามรางของแท่งวัตถุเนื่องจากความฝืดเป็นเท่าไร ?



ตัวอย่าง 5.40 ปล่อยวัตถุมวล 0.5 กิโลกรัม ไถลลงมาตามรางโค้ง AB ซึ่งมีรัศมีความโค้ง 1 เมตร เมื่อถึงตำแหน่งต่ำสุดวัตถุมีความเร็วเท่ากับ 3 เมตรต่อวินาที จงหางานของแรงเสียดทาน



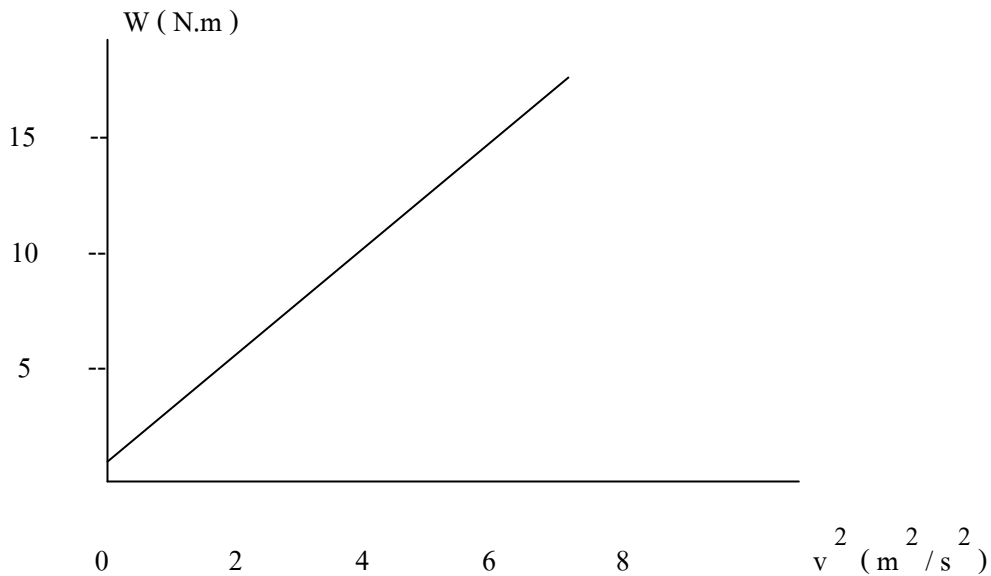
5.5 การใช้พลังงาน

จากกฎการอนุรักษ์พลังงานจะเห็นได้ว่า พลังงานเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานอีกรูปหนึ่งได้ ดังนั้น ปัญหาการขาดแคลนพลังงานจึงไม่น่าจะมีแต่ในทางปฏิบัติแล้วเทคโนโลยีการเปลี่ยนรูปพลังงานที่ใช้กันทำได้เฉพาะพลังงานบางรูปเท่านั้น และประสิทธิภาพการเปลี่ยนรูปพลังงานยังต่ำอยู่ เช่น พลังงานจากเชื้อเพลิงจากน้ำมันเปลี่ยนเป็นพลังงานกลของเครื่องยนต์ไม่หมดเพราะเกิดพลังงานความร้อนขึ้นด้วย

ปริมาณการใช้พลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงมีสูงขึ้นในขณะที่ปริมาณน้ำมันในโลกมีจำกัด จึงจำเป็นที่จะต้องประหยัดน้ำมันและใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่าที่สุดที่สุด ทั้งคั้นคว่าหาทางนำพลังงานอื่น เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานความร้อนจากใต้พิภพ มาใช้ทดแทน

ข้อสอบเอ็นทรานซ์ 13 ปีย้อนหลัง เรื่อง งานและพลังงาน

1. (Ent 35) จากการทดลองการเคลื่อนที่ของมวลรถทดลอง เมื่อเขียนกราฟระหว่างงาน (W) กับความเร็วสุดท้ายยกกำลังสอง (v^2) จะได้ดังรูป



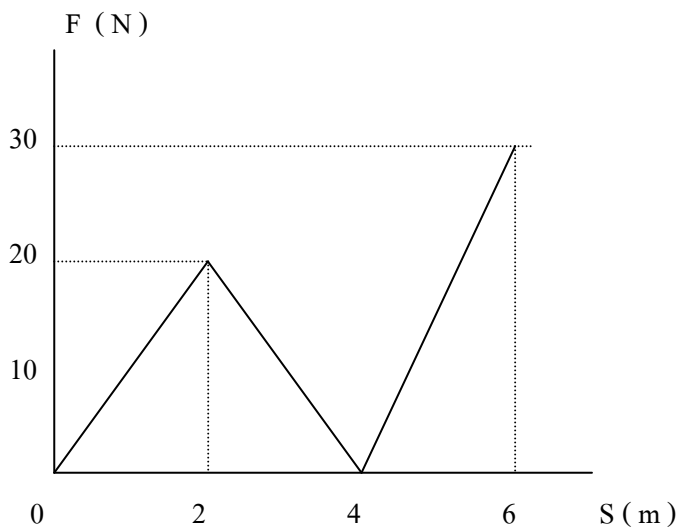
จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่าข้อใดผิด

- ก. งานที่ทำเพิ่มขึ้นทำให้พลังงานจลน์เพิ่มขึ้น
 - ข. แรงเสียดทานทำให้เส้นกราฟไม่ผ่านจุดกำเนิด
 - ค. ค่าความชันของกราฟมีหน่วยเดียวกับหน่วยของมวล
 - ง. ค่าความชันของกราฟมีขนาดเท่ากับขนาดของมวล
2. (Ent 35) ลิฟท์อันหนึ่งมีมวล 750 กิโลกรัม สามารถยกของมวล 850 กิโลกรัมขึ้นไปสูง 20 เมตร ในเวลา 8 วินาที โดยใช้กำลัง 50 กิโลวัตต์ จะมีงานสูญเสียเท่าใด
- ก. 40.0 กิโลจูล ข. 80.0 กิโลจูล ค. 120.0 กิโลจูล ง. 160.0 กิโลจูล
3. (Ent 35) นักกายกรรมละครสัตว์โหนเชือกเริ่มต้นขณะเชือกทำมุม 90 องศา กับแนวดิ่ง เมื่อเชือกแกว่งทำให้นักกายกรรมอยู่ที่ตำแหน่งต่ำสุด นักกายกรรมต้องออกแรงยึดเป็นกี่เท่าของน้ำหนักตัวตามปกติ
- ก. 1 เท่า ข. 2 เท่า ค. 3 เท่า ง. 4 เท่า
4. (Ent 35) รถยนต์คันหนึ่งมีมวล 1,000 กิโลกรัม สามารถเร่งอัตราเร็วจาก 10 เมตรต่อวินาทีเป็น 20 เมตรต่อวินาที โดยอัตราเร่งคงที่ในเวลา 5.0 วินาที กำลังเฉลี่ยเครื่องยนต์ที่ใช้อย่างน้อยเป็นเท่าใด
- ก. 10.0 กิโลวัตต์ ข. 20.0 กิโลวัตต์ ค. 30.0 กิโลวัตต์ ง. 40.0 กิโลวัตต์

5. (Ent 36) จงหางานอย่างน้อยที่กำกรคนหนึ่งต้องทำในการดันกล่องสินค้ามวล 50 กิโลกรัม ขึ้นไปตามพื้นเอียงทำมุม 53 องศา กับพื้นราบ ถึงจุดสูงจากพื้นราบ 4 เมตร ถ้าแรงเสียดทานระหว่างพื้นเอียงกับกล่องเป็น 80 นิวตัน (กำหนด $\sin 53^\circ = 4/5$)

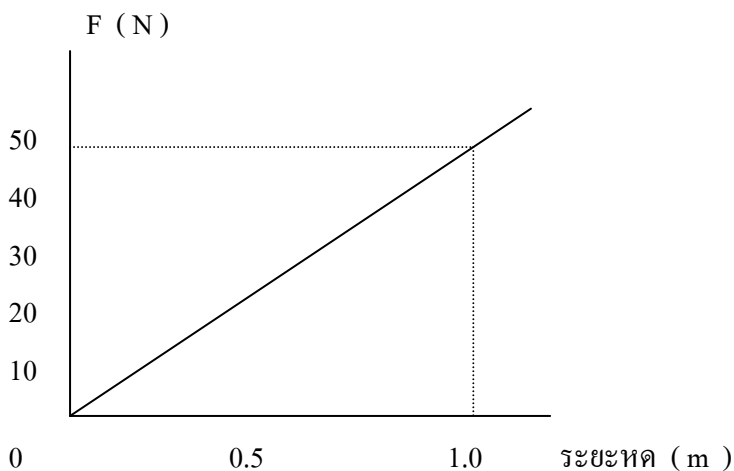
- ก. 400 จูล ข. 520 จูล ค. 2,000 จูล ง. 2,400 จูล

6. (Ent 36) งานของแรง F ซึ่งกระทำกับวัตถุหนึ่ง มีความสัมพันธ์กับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ S ดังรูป วัตถุใช้เวลาเคลื่อนที่ทั้งหมด 20 วินาที ในการทำงานของแรง F นี้ กำลังเฉลี่ยของแรง F เป็นเท่าใด



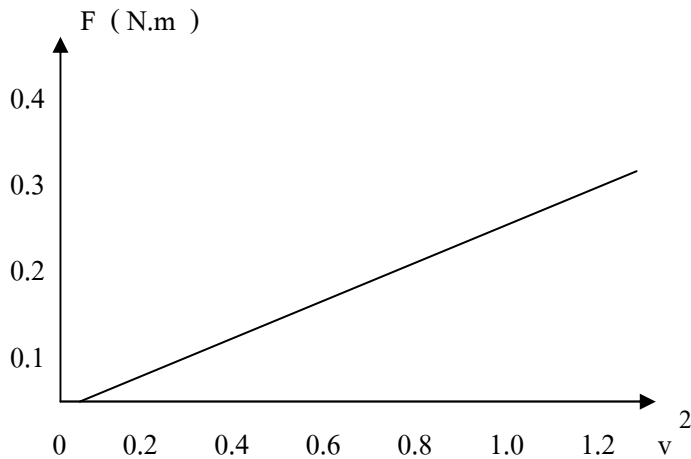
- ก. 3.5 วัตต์
ข. 9.0 วัตต์
ค. 70.0 วัตต์
ง. 90.0 วัตต์

7. (Ent 36) วัตถุมวล 2 กิโลกรัม เคลื่อนที่ตามแนวราบด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที พุ่งเข้ากดสปริง กราฟของแรงกระทำและระยะหดของสปริงดังรูปขณะที่สปริงหดเข้าไป 1 เมตร พลังงานจลน์ของวัตถุ เหลือเท่าไร



- ก. 25 จูล
ข. 50 จูล
ค. 75 จูล
ง. 90 จูล

8. (Ent 37) ในการทดลองเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างงานและพลังงานจลน์ ได้ผลความสัมพันธ์ระหว่างงาน (Fs) กับความเร็วสุดท้ายของรถทดลองยกกำลังสอง (v^2) ดังรูป ถ้า ณ เวลาหนึ่งความเร็วของรถทดลองเป็น 0.8 เมตรต่อวินาที รถทดลองจะมีพลังงานจลน์ ณ ขณะนั้นเป็นเท่าไร



- ก. 1.30×10^{-1} จูล
 ข. 1.55×10^{-1} จูล
 ค. 1.75×10^{-1} จูล
 ง. 1.95×10^{-1} จูล

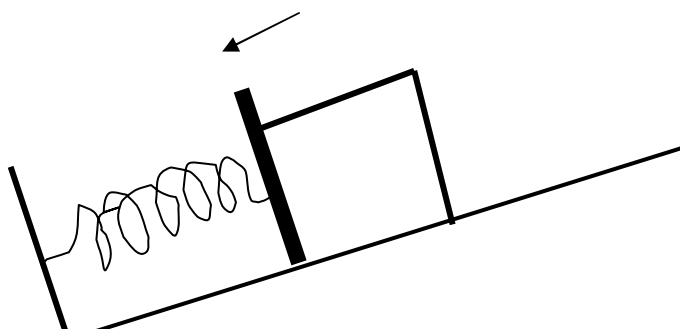
9. (Ent 37) นาย ก ออกแรงคงที่ขนาด 150 นิวตัน ผลักวัตถุมวล 10 กิโลกรัม จากหยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ไปตามแนวราบได้ระยะทาง 5 เมตร ภายในเวลา 2 วินาที ถ้าผิวสัมผัสระหว่างวัตถุกับพื้นมีแรงเสียดทานโดยค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์เป็น 0.5 จงหาค่ากำลังของนาย ก. ที่ใช้ในการผลักวัตถุนี้ในหน่วยวัตต์

10. (Ent 38) รถยนต์คันหนึ่งวิ่งด้วยความเร็วคงที่ 10 เมตรต่อวินาที ขณะที่อยู่ห่างสิ่งกีดขวางเป็นระยะทาง 35 เมตร คนขับรถตัดสินใจห้ามล้อรถโดยเสียเวลา 1 วินาที ก่อนที่ห้ามล้อจะทำงาน เมื่อห้ามล้อทำงานแล้ว รถจะต้องลดความเร็วในอัตราเท่าใด จึงจะทำให้รถหยุดพอดีเมื่อถึงสิ่งกีดขวางนั้น

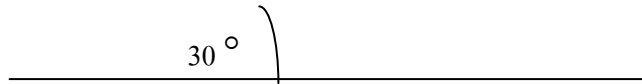
- ก. 1.0 m/s^2 ข. 1.5 m/s^2 ค. 2.0 m/s^2 ง. 3.0 m/s^2

11. (Ent 38) วัตถุก้อนหนึ่งมีมวล 500 กรัม วางชิดกับสปริงที่มีสปริงยึดไว้และอยู่ปลายล่างของพื้นเอียงที่มีมุม 30 องศา กับแนวระดับดังรูป ค่าคงตัวของสปริงมีค่า 2,000 นิวตันต่อเมตร อัดวัตถุนี้ให้ความยาวของสปริงหดสั้นเข้าไป 3.0 เซนติเมตร จากความยาวปกติ แล้วปล่อยเพื่อให้วัตถุนี้เคลื่อนที่ไปตามพื้นเอียง ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างพื้นเอียงกับวัตถุมีค่า 0.12 วัตถุจะเคลื่อนที่ตามพื้นเอียงได้ไกลเท่าไร เมื่อวัตถุจากจุดเริ่มปล่อย

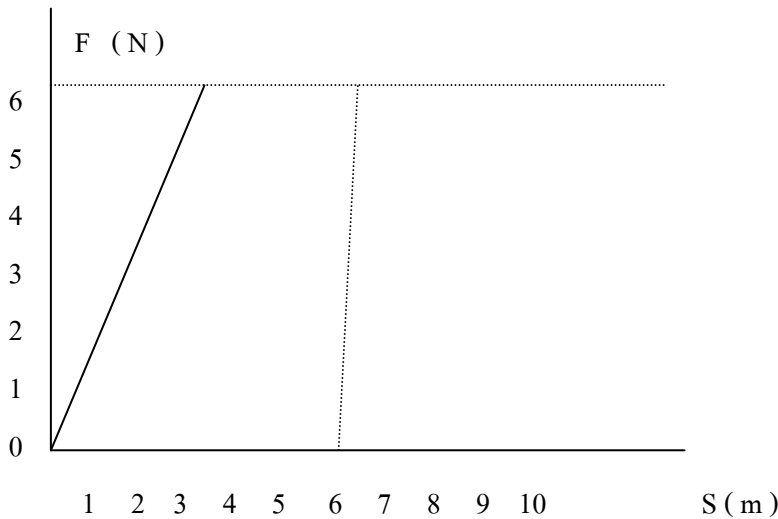
- ก. 15 เซนติเมตร
 ข. 20 เซนติเมตร
 ค. 25 เซนติเมตร



ง. 30 เซนติเมตร

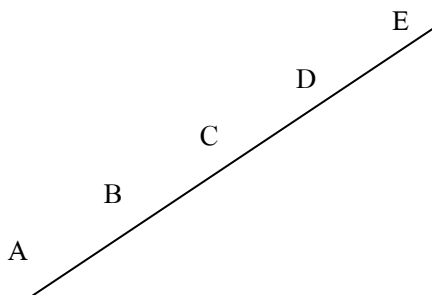


12. (Ent 39) จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรง (F) กับการกระจัด (S) ถ้าแรงนี้กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ไปตามการกระจัดนี้ใช้เวลา 5 วินาที จงหาว่างานและกำลังมีค่าเท่าใด



- ก. งาน 45 จูล กำลัง 9 วัตต์
- ข. งาน 54 จูล กำลัง 9 วัตต์
- ค. งาน 54 จูล กำลัง 10.8 วัตต์
- ง. งาน 60 จูล กำลัง 12 วัตต์

13. (Ent 39) จากรูป $AB = BC = CD = DE$ ถ้ายิงวัตถุขึ้นไปตามพื้นเอียงซึ่งไม่มีความเสียดจากจุด A เมื่อถึงจุด E วัตถุจะหยุดพอดี จงหาอัตราส่วนระหว่างพลังงานจลน์กับพลังงานศักย์ในขณะที่วัตถุผ่านจุด B

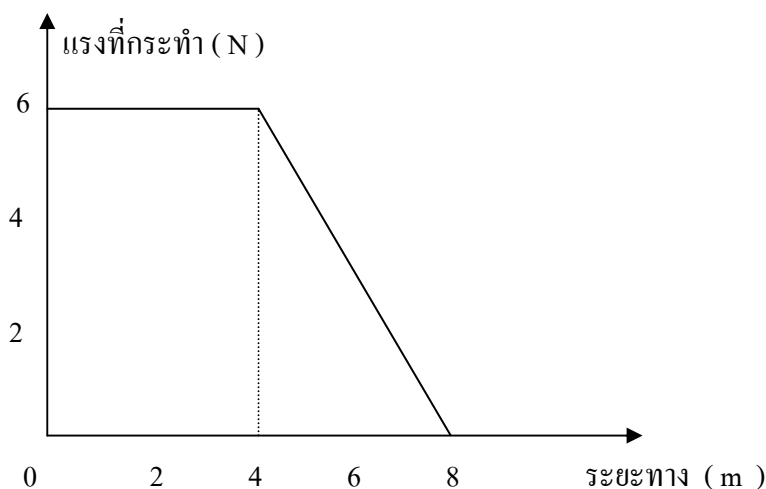


- ก. 3 : 1
- ข. 3 : 2
- ค. 4 : 1
- ง. 4 : 3

14. (Ent 39) มวล 2 กิโลกรัม เคลื่อนที่ในแนวราบบนพื้นที่มีแรงเสียดทาน 8 นิวตัน เข้าชนสปริงด้วยความเร็ว 2 เมตรต่อวินาที ทำให้สปริงหดได้ 10 เซนติเมตร ค่าคงตัวของสปริงเป็นเท่าไรในหน่วยนิวตันต่อวินาที



15. (Ent 41) ในเหตุการณ์ไฟไหม้ครั้งหนึ่ง ชายมวล 60 กิโลกรัม ติดอยู่ที่ตึกสูง และจำเป็นต้องกระโดดลงมาบนตาข่ายซึ่งคนข้างล่างจับเอาไว้ โดยเขาอยู่สูงจากตาข่าย 8 เมตร ภายหลังจากการกระโดดตาข่ายยุบลงจากระดับเดิม 0.8 เมตร โดยที่ชายผู้นี้มิได้คอนจากตาข่ายเลย จงหาแรงเฉลี่ยที่ตาข่ายกระทำต่อชายผู้นี้
- ก. 5,400 นิวตัน ข. 6,600 นิวตัน ค. 7,200 นิวตัน ง. 8,100 นิวตัน
16. (Ent 41) จากการปล่อยวัตถุมวล 5 กิโลกรัม ตกอิสระลงบนสปริงเบาที่วางตั้งอยู่บนพื้นโดยระยะห่างจากวัตถุถึงยอดเขาสปริงเท่ากับ 1.0 เมตร เมื่อวัตถุตกกระทบสปริงปรากฏว่าสปริงหดสั้นลงจากเดิม 20 เซนติเมตร ก่อนดีดกลับ จงคำนวณค่าคงตัวของสปริงโดยประมาณว่าไม่มีการสูญเสียพลังงาน
- ก. 2,500 N/m ข. 3,000 N/m ค. 3,500 N/m ง. 4,000 N/m
17. (Ent 41) จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ของวัตถุมวล 5 กิโลกรัม ซึ่งถูกแรงกระทำในแนว 60 องศา เทียบกับทิศของการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยขนาดของแรงกระทำเปลี่ยนแปลงไปตามระยะทางดังรูป จงหาขนาดของงานในหน่วยจูลที่แรงนี้กระทำ

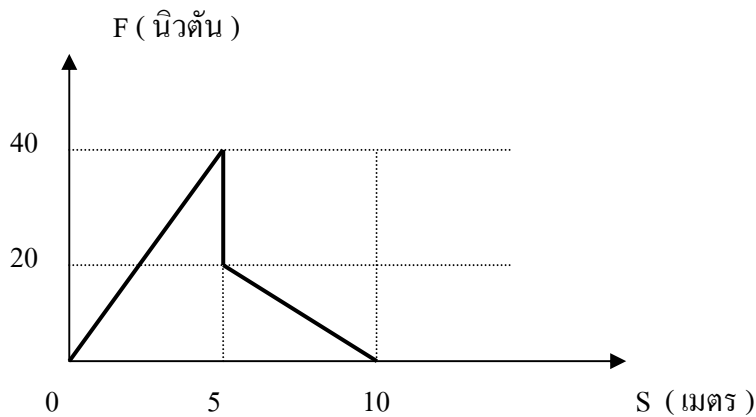


18. (Ent 41) ลูกบอลตกจากจุด A ซึ่งสูง h จากพื้นเมื่อผ่านจุด B ซึ่งสูง $h/4$ จากพื้น จะมีอัตราเร็วเท่าใด
- ก. $(gh/2)^{1/2}$ m/s ข. $(gh)^{1/2}$ m/s
- ค. $(3gh/2)^{1/2}$ m/s ง. $(2gh)^{1/2}$ m/s
19. ก้อนหินมวล 20 กิโลกรัม ตกจากที่สูง 490 เมตร เหนือพื้นดิน อยากทราบว่าหลังจากปล่อยก้อนหินแล้วเป็นเวลานานเท่าใดก้อนหินจึงจะมีพลังงานจลน์ เท่ากับพลังงานศักย์ (ถือว่าพลังงานศักย์ที่พื้นดินเป็นศูนย์)

ก. 4.9 วินาที ข. 5.1 วินาที ค. 7.0 วินาที ง. 9.8 วินาที

20. (Ent 42) กดมวล 1 กิโลกรัมบนสปริงซึ่งตั้งในแนวตั้ง ให้สปริงยุบตัวลงไป 10 เซนติเมตร จากนั้นก็ปล่อยปรากฏว่ามวลถูกดีดให้ลอยสูงขึ้นเป็นระยะ 50 เซนติเมตร จากจุดที่ปล่อย จงหาค่าคงตัวของสปริง
- ก. 8 N/m ข. 10 N/m ค. 800 N/m ง. 1,000 N/m

21. (Ent 42) แรง F กระทำกับวัตถุแสดงโดยกราฟดังรูป งานที่เกิดขึ้นในระยะ 10 เมตร เป็นกี่จูล



22. (Ent 43) วัตถุมวล 6.0 กิโลกรัม ผูกติดปลายสปริงที่มีค่าคงตัวสปริง 1,200 นิวตันต่อเมตร วางอยู่บนพื้นราบ ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างวัตถุกับพื้นเท่ากับ 0.3 แล้ว จงคำนวณหางานจากแรงดึง วัตถุออกไปจากตำแหน่งสมดุลเป็นระยะ 16 เซนติเมตร
- ก. 15.4 จูล ข. 16.8 จูล ค. 18.2 จูล ง. 19.7 จูล

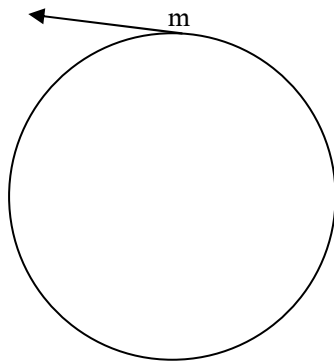
23. (Ent 43) ยิงลูกปืนมวล 12 กรัม ไปยังแท่งไม้ซึ่งตรึงอยู่กับที่ ปรากฏว่าลูกปืนฝังเข้าไปในเนื้อไม้เป็นระยะ 5 เซนติเมตร ถ้าความเร็วของลูกปืนคือ 200 เมตรต่อวินาที จงหาแรงต้านทานเฉลี่ยของเนื้อไม้ต่อลูกปืน
- ก. 4,800 นิวตัน ข. 6,000 นิวตัน ค. 9,600 นิวตัน ง. 12,000 นิวตัน

24. (Ent 43) รถทดลองมวล 0.5 กิโลกรัม วิ่งด้วยอัตราเร็ว 2.0 เมตรต่อวินาทีบนพื้นราบ เข้าชนสปริงอันหนึ่งซึ่งมีปลายข้างหนึ่งติดกับผนังและมีค่าคงตัวสปริง 200 นิวตันต่อเมตร สปริงหดตัวเท่าใดในจังหวะที่มวลลดอัตราเร็วลงเป็นศูนย์พอดี
- ก. 10 cm ข. 20 cm ค. 30 cm ง. 40 cm

25. (Ent 44) ปล่อยลูกบอลที่ระดับความสูง 2 เมตร เมื่อลูกบอลกระทบพื้นสูญเสียพลังงานไป 30 % ถ้าลูกบอลกระดอนขึ้นจากพื้นจะขึ้นไปได้สูงสุดเท่าใด

- ก. 0.6 m ข. 1.2 m ค. 1.4 m ง. 2.0 m

26. (Ent 44) ผูกมวล m ติดไว้ที่ปลายสปริงเบาซึ่งมีความยาวปกติ 40.0 เซนติเมตร และมีค่าคงตัวสปริงเท่ากับ 100 นิวตันต่อตารางเมตร ถ้าเราแกว่งมวล m เป็นวงกลมบนพื้นโต๊ะลื่นรอบจุด O โดยมีรัศมีการเคลื่อนที่ 50.0 เซนติเมตร ขณะนั้นพลังงานจลน์ของมวลเป็นกี่เท่าของพลังงานศักย์ของสปริง

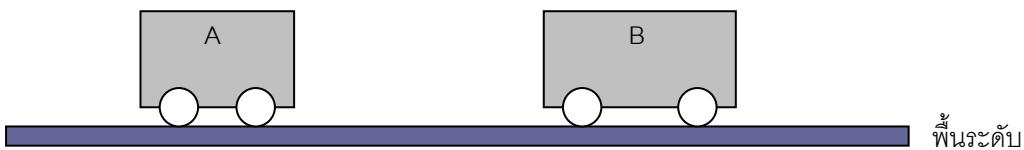


- ก. 5 เท่า
ข. 4 เท่า
ค. 3 เท่า
ง. 1 เท่า

27. (Ent 45) สปริงเบาตัวหนึ่งถูกอัดไว้ ระหว่างรถทดลอง A กับ B ซึ่งมีมวล 1.0 กิโลกรัม และ 2.0 กิโลกรัม ตามลำดับ โดยสปริงไม่ได้ผูกติดไว้กับรถทดลองทั้งสอง เมื่อปล่อยให้รถทดลองทั้งสองเคลื่อนที่ออกจากกันด้วยแรงดัน

ของสปริง พบว่าสุดท้ายรถ B มีอัตราเร็ว 0.5 เมตรต่อวินาที จงหางานที่สปริงกระทำต่อระบบ

- ก. 0.25 J ข. 0.50 J ค. 0.75 J ง. 0.85 J



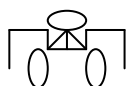
28. (Ent 45) คานไม้ลำเสมอมวล 4.0 กิโลกรัม ยาว 2.0 เมตร วางอยู่บนพื้นระดับ จงหาค่ากำลังเฉลี่ยที่น้อยที่สุดในการออกแรงในแนวตั้งเพื่อยกปลายคานด้านหนึ่งให้สูงจากพื้นเป็นระยะ 1.0 เมตร ในเวลา 2.0 วินาที

- ก. 5.0 W
ข. 10.0 W
ค. 20.0 W
ง. 40.0 W

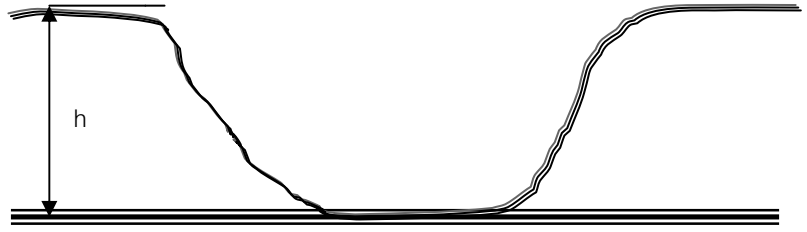


29. (Ent 45) จากรูป ปล่อยให้ล้อเลื่อนจากจุดหยุดนิ่งบนยอดเขาซึ่งสูง h จากจุดต่ำสุด ของแ่งที่มีรัศมีมีความโค้ง R เมื่อ ล้อเลื่อนลงถึงจุดต่ำสุดของแ่ง คนมวล m ที่อยู่บนล้อเลื่อนจะกดทับเก้าอี้ด้วยแรงเท่าใด

- ก. mg



- ข. $mg \left(1 - \frac{h}{R}\right)$
 ค. $mg \left(1 + \frac{h}{R}\right)$
 ง. $mg \left(1 + \frac{2h}{R}\right)$



30. (Ent 45) ปล่อยวัตถุมวล m ที่ระดับความสูง h จากพื้นให้ตกอย่างอิสระ หลังจากปล่อยวัตถุแล้วเป็นเวลานานเท่าใด วัตถุจึงจะมีพลังงานจลน์เท่ากับพลังงานศักย์ ให้ g เป็นความเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วงของโลก และพลังงานศักย์ของวัตถุที่พื้นเป็นศูนย์ (ไม่ต้องคิดแรงต้านของอากาศ)

- ก. $\sqrt{\frac{h}{2g}}$ ข. $\sqrt{\frac{h}{g}}$ ค. $\sqrt{\frac{2h}{g}}$ ง. $2\sqrt{\frac{h}{g}}$

31. (Ent 45) สปริงตัวหนึ่งมีค่าคงตัว 2 นิวตัน/เซนติเมตร จะต้องทำงานเท่าไรในการยืดสปริงจากระยะ 2 เซนติเมตร จากตำแหน่งสมดุลไปเป็น 4 เซนติเมตร

- ก. 0.12 J ข. 0.18 J ค. 0.20 J ง. 0.24 J

32. (Ent 46) ก้อนมวล 40 กิโลกรัมถูกดึงด้วยแรงคงที่ 130 นิวตันในแนวระดับให้เคลื่อนที่จากหยุดนิ่งไปตามพื้นระดับที่มีสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน 0.3 เป็นระยะทาง 5 เมตร จงหาพลังงานจลน์ของก้อนที่เปลี่ยนไป

- ก. 50 J ข. 100 J ค. 150 J ง. 300 J

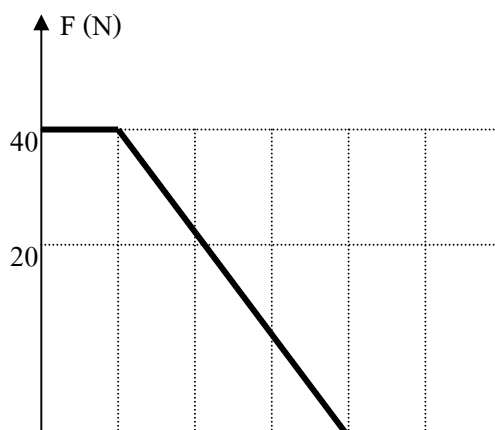
33. (Ent 46) วัตถุมวล 0.4 กิโลกรัม ไถลไปตามรางวงกลมในแนวระดับที่มีรัศมี 1.5 เมตร หากที่เวลาเริ่มต้นมีอัตราเร็ว 5 เมตร/วินาที เมื่อผ่านไป 1 รอบมีอัตราเร็วช้าลงเป็น 4 เมตร/วินาที เนื่องมาจากแรงเสียดทาน จงหางานเนื่องจากแรงเสียดทานใน 1 รอบ

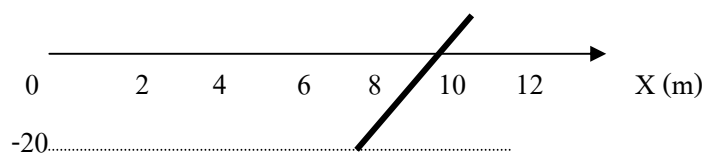
- ก. 1.5 J ข. 1.8 J ค. 2.0 J ง. 3.6 J

34. (Ent 47) ลูกบอลมวล 0.5 กิโลกรัมถูกปล่อยจากขอบหน้าต่างสูง 30 เมตร ทำให้ลูกบอลตกลงในแนวตั้งโดยมีความเร็วต้นเป็นศูนย์ เมื่อเวลาผ่านไป 2 วินาที ลูกบอลนี้จะมีพลังงานจลน์เท่าใด

- ก. 100 จูล ข. 150 จูล ค. 300 จูล ง. 350 จูล

35. (Ent 47) วัตถุถูกแรงในแนว X กระทำให้เคลื่อนที่จากตำแหน่ง $X=0$ ไปยังตำแหน่ง $X=10$ ภายในเวลา 4 วินาที ถ้าแรงที่ตำแหน่งต่างๆ ของวัตถุแสดงดังกราฟ จงหาคำลังงานเฉลี่ยของแรงในช่วงการเคลื่อนที่นี้





ก. 20 วัตต์

ข. 30 วัตต์

ค. 40 วัตต์

ง. 50 วัตต์