งานและพลังงาน

งานเนื่องจากแรงคงตัว

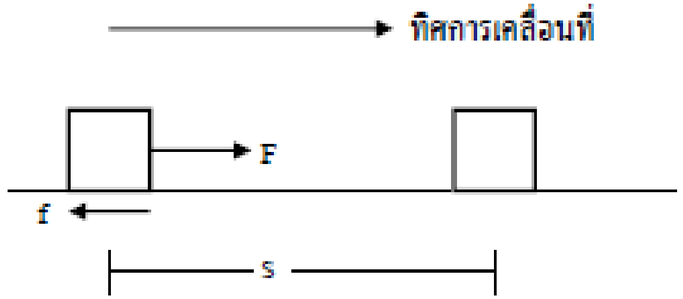
ในทางฟิสิกส์ งาน หมายถึง ผลของแรงที่กระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรง หาค่าได้โดยผลคูณระหว่างขนาดของแรงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรง
งานมีหน่วยเป็นนิวตัน–เมตร หรือจูล
งานเป็นปริมาณสเกลาร์ หาได้จากสมการ

$$W=Fs$$

เมื่อ W งานที่ทำโดยแรง F มีหน่วยเป็น จูล
s ระยะที่วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวทาง มีหน่วยเป็นเมตร

งานเนื่องจากแรงชนิดต่าง ๆ

กำหนดมวล m ถูกทำให้เคลื่อนที่บนพื้นผิวขรุขระด้วยแรง F ได้ระยะทาง s ดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3

จะเห็นว่าแรงกระทำต่อวัตถุ 2 แรง คือ

1. แรง F ในแนวระดับ งานที่กระทำโดยแรง F คือ $W_F = Fs$

2. แรงเสียดทาน f เนื่องจากแรง f มีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ งานที่ทำโดยแรง f คือ $W_f = -fs$

ดังนั้น งานทั้งหมดคือ $W = W_F - W_f$

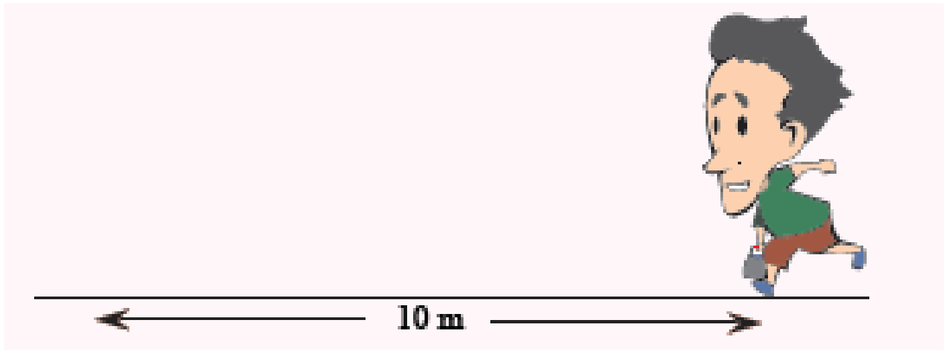
$= Fs + (-fs)$

$= Fs - fs$

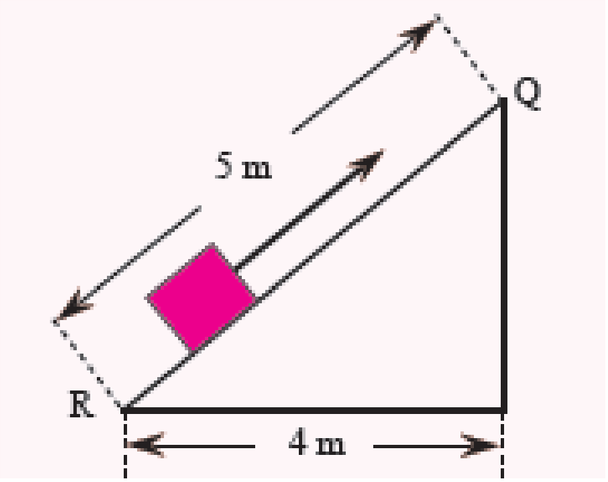
$= (F - f)s$

$\therefore \quad W = \sum Fs$ .....(5.3)

1. ชาวบ้านคนหนึ่งหิ้วถังน้ำหนัก 200 นิวตัน เคลื่อนที่ไปบนพื้นราบได้ระยะทาง 10 เมตร ดังรูป จงหางานในการหิ้วถังน้ำ



2. นักเรียนคนหนึ่งดึงก้อนวัตถุน้ำหนัก 5 นิวตัน เคลื่อนที่บนพื้นเอียงที่มีแรงเสียดทานน้อยมากจาก R ถึง Q ดังรูป จงหางานที่ใช้ในการเคลื่อนวัตถุ จาก R ถึง Q



3. วัวตัวหนึ่งออกแรง 124 นิวตัน ลากเลื่อนไปบนพื้นราบ โดยแนวแรงทำมุม 30 องศา กับพื้น จงหางาน เนื่องจากแรงนี้ เมื่อลากเลื่อนเคลื่อนที่ไปตามพื้นราบเป็นระยะทาง 0.5 กิโลเมตร

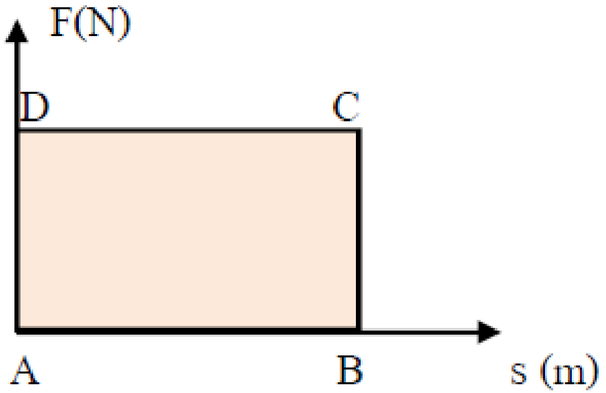
4. ชายคนหนึ่งใช้เชือกลากกล่องไม้มวล 60 กิโลกรัม ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ เป็นระยะทาง 1.0 กิโลเมตร ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างพื้นกับกล่องไม้เท่ากับ 0.02 จงหา

   ก. งานที่ชายคนนี้ทำ

   ข. งานเนื่องจากแรงเสียดทานระหว่างพื้นกับกล่องไม้

การหางานด้วยวิธีคำนวณจากพื้นที่ใต้กราฟ

1. ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุคงที่ จะเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรง F กับระยะทาง S ดังรูป



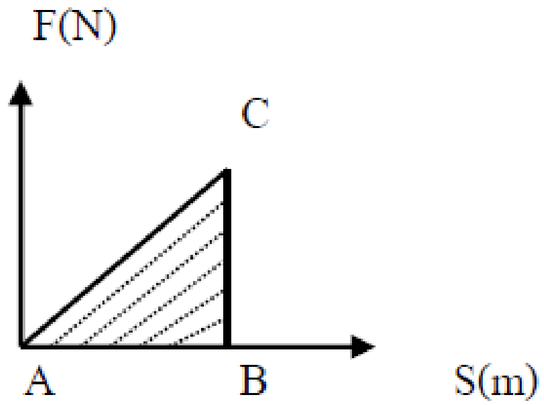
จากรูป $AD = F$

$AB = S$

พื้นที่ของสี่เหลี่ยม $ABCD = AD \times AB$

$= FS$

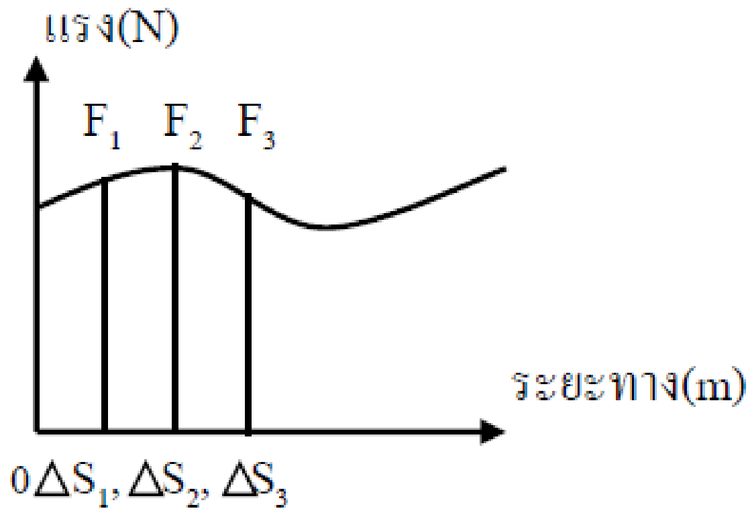
2. ถ้าแรงกระทำต่อวัตถุเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ จะเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง F กับระยะทาง S ดังรูป



พื้นที่ใต้กราฟ $\Delta ABC = \frac{1}{2} \times BC \times AB$

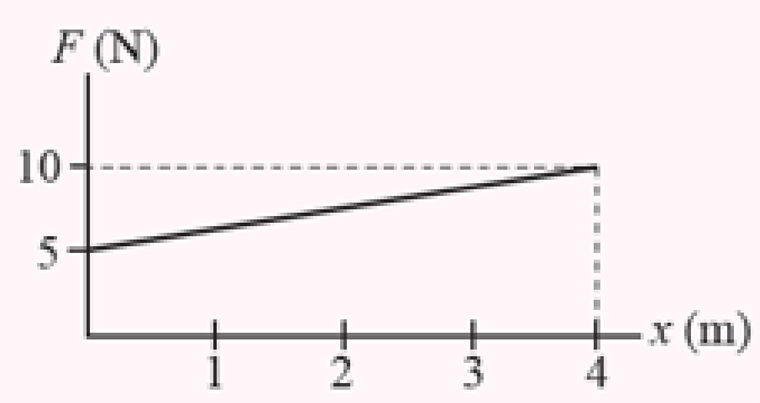
$= \frac{1}{2} FS$

3. ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุไม่สม่ำเสมอ สามารถหางานได้โดยการหาพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับระยะทาง S โดยใช้วิธีแบ่งหาพื้นที่ย่อย ๆ แล้วนำมารวมกัน



งานทั้งหมด $W = F_1\Delta S_1 + F_2\Delta S_2 + \ldots + F_m\Delta S_n$

5. กราฟระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ไปตามพื้นราบลื่นของวัตถุเป็นดังรูป จงหางานที่กระทำโดยแรงที่เคลื่อนที่มวลไปตามทางเป็นระยะเท่ากับ 4.0 เมตร



.....

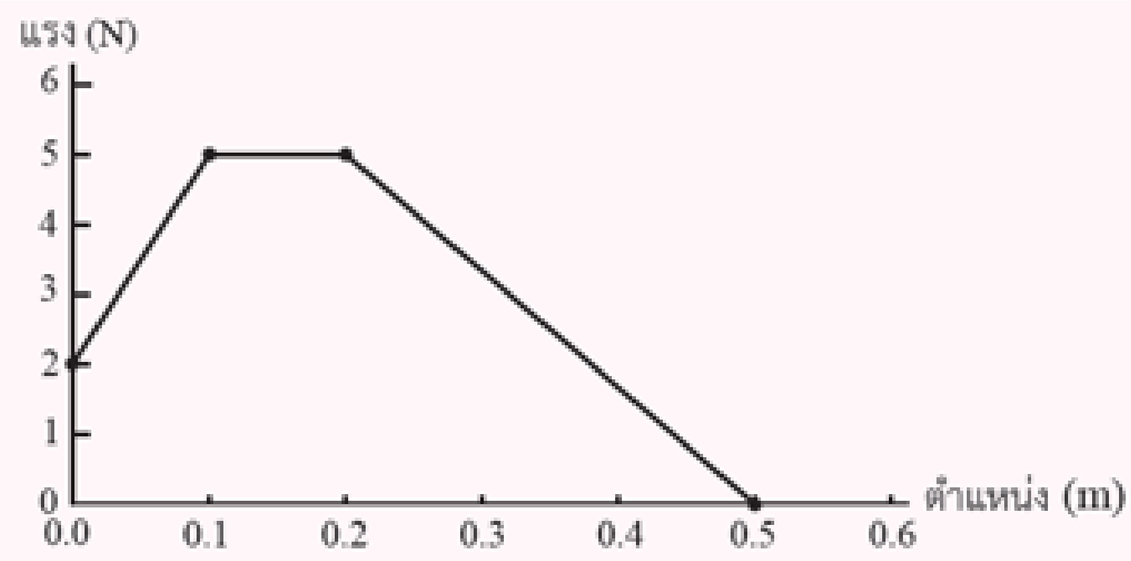
.....

.....

.....

.....

6. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่กระทำต่อมวลก้อนหนึ่งกับการกระจัดแสดงดังรูป โดยแรงและการกระจัดมีทิศทางเดียวกัน งานทั้งหมดของแรงนี้เป็นเท่าใด



.....

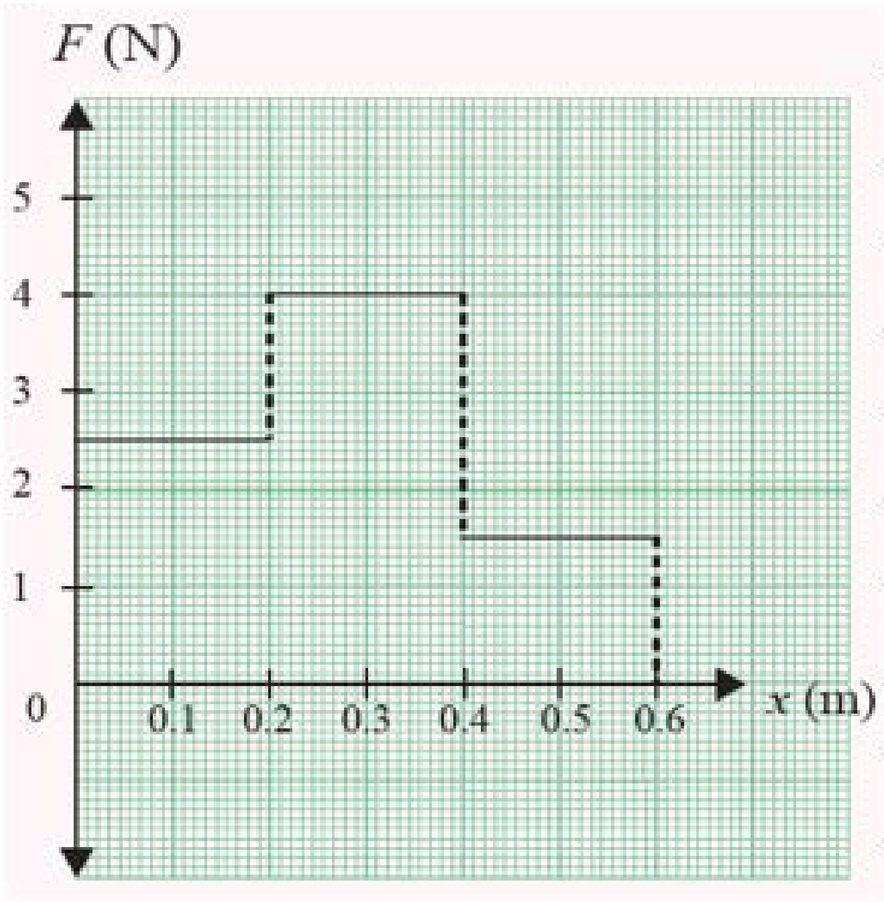
.....

.....

.....

.....

7. แรงไม่คงตัวกระทำต่อมวลก้อนหนึ่ง ถ้ากราฟระหว่างแรงกับขนาดการกระจัดในแนวการเคลื่อนที่เป็นดังรูป งานของแรงนี้มีค่าประมาณเท่าใด



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.3 กำลัง (Power)

ในทางฟิสิกส์ กำลัง หมายถึง ปริมาณงานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา

กำลัง = งานที่ทำได้ / เวลาที่ใช้ในการทำงาน

หรือ $$\mathbf{P} = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = \mathbf{F\,v} \quad \text{.....(5.4)}$$

เมื่อ P คือ กำลัง มีหน่วยเป็นจูลต่อวินาทีหรือวัตต์

t คือ เวลาที่ใช้ในการทำงาน มีหน่วยเป็นวินาที

หน่วยของกำลังนอกจาก วัตต์ แล้วนิยมบอกเป็นแรงม้า โดย 1 แรงม้า เท่ากับ 746 วัตต์ เช่น การวัดกำลังของเครื่องยนต์ กำลังมอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น

8. นักวิ่งคนหนึ่งมีมวล 60 กิโลกรัม วิ่งแข่งขันขึ้นอาคาร 25 ชั้น ด้วยอัตราคงตัวโดยใช้เวลา 10 นาที แต่ละชั้นสูง 3.2 เมตร จงหากำลังเฉลี่ยของนักวิ่ง

9. เครื่องยนต์ของเรือลำหนึ่งมีกำลัง 3 กิโลวัตต์ สามารถทำให้เรือแล่นได้ด้วยอัตราเร็วคงตัว 5.0 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาแรงจากเครื่องยนต์ที่ทำให้เรือลำนี้แล่น

10. เครื่องยนต์ของรถยนต์คันหนึ่งมีกำลัง 60 กิโลวัตต์ ถ้าแรงจากเครื่องยนต์ที่ทำให้รถเคลื่อนที่มีค่า 4,000 นิวตัน รถยนต์สามารถเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วกี่กิโลเมตรต่อชั่วโมง

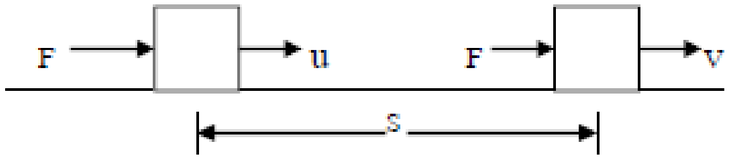
5.4 พลังงานกล

พลังงาน คือ ความสามารถในการทำงานได้ พลังงานมีหลายรูปด้วยกัน เช่น พลังงานความร้อน พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า เป็นต้น ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะพลังงานกลซึ่งประกอบด้วยพลังงานจลน์และพลังงานศักย์

5.4.1 พลังงานจลน์ (Kinetic Energy, E_k)

พลังงานจลน์ หมายถึง พลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่

ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับอัตราเร็ว



รูปที่ 5.4 การเคลื่อนที่ของวัตถุโดยแรง

จากกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน $F = ma$ ดังนั้น $a = \frac{F}{m}$ ในกรณีที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง s ด้วยขนาดความเร่ง a โดยมีอัตราเร็วต้นเป็น u และอัตราเร็วสุดท้ายเป็น v จะมีความสัมพันธ์กันคือ

$$2as = v^2 - u^2$$

$$2\frac{F}{m}s = v^2 - u^2$$

$$Fs = \frac{1}{2}m(v^2 - u^2) \quad \text{.....(5.5)}$$

ในกรณีที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วต้น (u) เป็นศูนย์จะได้ว่า

$$Fs = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{.....(5.6)}$$

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

หรือกล่าวได้ว่า งานที่กระทำต่อวัตถุจะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานจลน์ของวัตถุ จะได้ว่า

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \text{.....(5.7)}$$

ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วต้นไม่เท่ากับศูนย์ ($u \neq 0$)

จากสมการ (5.5)

$$Fs = \frac{1}{2}m(v^2 - u^2)$$

$$= \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2$$

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

ให้ $E_{k1} = \frac{1}{2}mu^2$

$E_{k2} = \frac{1}{2}mv^2$

ดังนั้น $W = E_{k2} - E_{k1}$ .....(5.9)

หรือ $W = \Delta E_k$ .....(5.10)

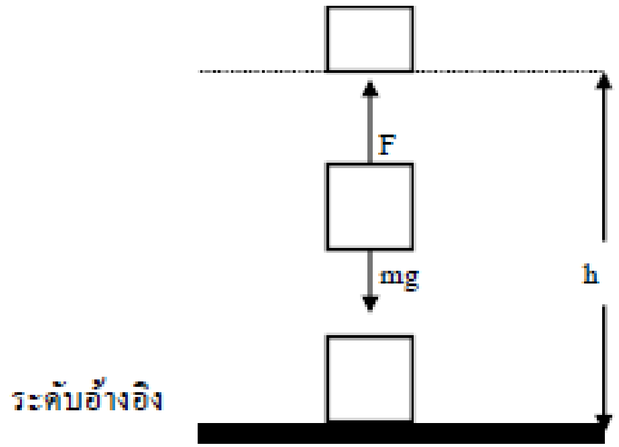
นั่นคือ งานเนื่องจากแรงที่กระทำต่อวัตถุจะเท่ากับพลังงานจลน์ที่เปลี่ยนไป พลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไป อาจลดหรือเพิ่มก็ได้ขึ้นอยู่กับทิศของแรงที่กระทำ คือ ถ้างานของแรงที่มีทิศเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุจะเป็นบวก แต่ถ้างานของแรงมีทิศต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุจะเป็นลบ

5.4.2 พลังงานศักย์ (Potential Energy)

พลังงานศักย์ คือพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุในขณะที่วัตถุอยู่นิ่ง ซึ่งประกอบด้วยพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานศักย์ยืดหยุ่น

5.4.2.1 พลังงานศักย์โน้มถ่วง

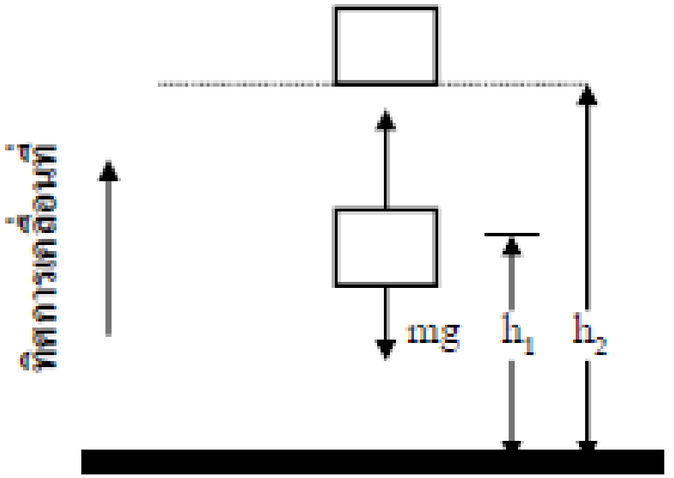
เป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุที่อยู่สูงกว่าระดับอ้างอิง เกิดขึ้นเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ เช่น ยกวัตถุมวล m ให้สูงขึ้นไปในแนวดิ่งจากระดับอ้างอิงเป็นระยะ h ด้วยอัตราเร็วคงที่ จะต้องออกแรง F อย่างน้อยเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ คือ mg



สภาพที่มวล m อยู่นิ่งด้วยความสูง h และทำให้เกิดแรงได้ดังนั้นวัตถุมวล m มีพลังงานอยู่แต่เป็นพลังงานขณะหยุดนิ่งและมีความเกี่ยวข้องกับความโน้มถ่วง จึงเรียกพลังงานศักย์เนื่องจากความโน้มถ่วง ดังนั้น

จะได้ว่า $E_p = mgh$ .....(5.11)

พิจารณากรณีที่ตำแหน่งเดิมของวัตถุไม่อยู่ในระดับอ้างอิง เช่น เดิมวัตถุอยู่ในระดับอ้างอิง h_1 แล้วถูกยกขึ้นไปเป็นระดับ h_2 จากระดับอ้างอิง ดังรูป



จะเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$E_{P1} = mgh_1$$

$$E_{P2} = mgh_2$$

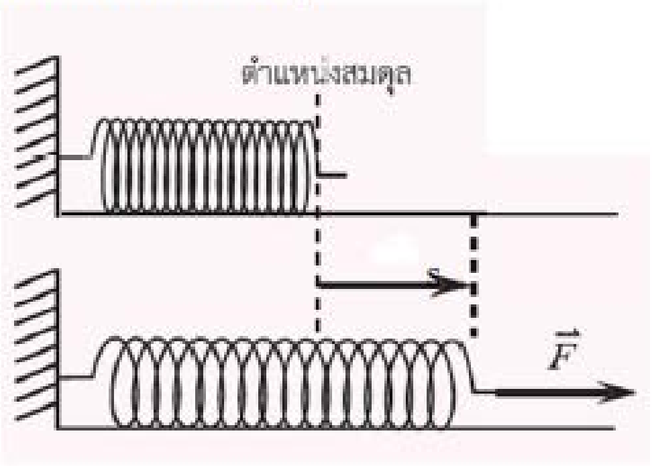
ดังนั้น $$\Delta E_p = mgh_2 - mgh_1 \quad \text{..... (5.12)}$$

ซึ่งสรุปได้ว่า งานที่ทำในการยกวัตถุให้สูงจากเดิมจะเท่ากับพลังงานศักย์โน้มถ่วงที่เพิ่มขึ้น

การเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุไม่ขึ้นอยู่กับเส้นทางการเคลื่อนที่ แต่จะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงระดับอย่างเดียว คือขึ้นอยู่กับความสูงของวัตถุจากระดับอ้างอิงเท่านั้น

5.4.2.2 พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

พลังงานศักย์ยืดหยุ่น หมายถึง พลังงานศักย์ที่สะสมอยู่ในสปริงหรือวัตถุที่ยืดหยุ่นอื่น ๆ ขณะที่ยืดออกหรือหดเข้าจากตำแหน่งสมดุล



รูป 5.5 การดึงให้ยืดออก

เมื่อสปริงยืดหรือหด จะทำให้เกิดแรง F ในสปริง โดยขนาดของแรงในสปริงจะแปรผันตรงกับระยะที่สปริงยืดหรือหด

$$F \propto s$$

$$F = -ks$$

เครื่องหมาย (-) หมายถึงทิศของแรง F กับทิศของ s มีทิศตรงข้ามกันเสมอ

$\therefore$ 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 $= ks$)

$$\therefore \quad W = \frac{1}{2}kss$$

$$W = \frac{1}{2}ks^2 \quad \text{.....(5.14)}$$

จากสมการ(9.14) จะเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์ของสปริงตำแหน่ง s คือ

$$E_p = \frac{1}{2}ks^2 \quad \text{.....(5.15)}$$

5.5 การอนุรักษ์พลังงานกล

5.5.1 งานเนื่องจากแรงอนุรักษ์

แรงที่ทำให้เกิดงานโดยงานของแรงนั้นไม่ขึ้นกับเส้นทางการเคลื่อนที่ เช่น แรงโน้มถ่วง และแรงสปริง เรียกว่า แรงอนุรักษ์ ส่วนแรงผลัก แรงดึง หรือแรงเสียดทานเป็นแรงไม่อนุรักษ์

5.5.2 กฎ การอนุรักษ์พลังงานกล

กฎการอนุรักษ์พลังงาน หมายถึง พลังงานกลรวมของระบบ ณ ตำแหน่งใด ๆ ย่อมมีค่าคงเดิมเสมอ

เมื่อ $E_{รต.}$ คือผลรวมของพลังงานทั้งหมดที่ตำแหน่งเริ่มต้น

$E_{สท.}$ คือผลรวมของพลังงานทั้งหมดที่ตำแหน่งสุดท้าย

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

$$\frac{1}{2}mv^2_1 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv^2_2 + mgh_2 \quad \text{.....(5.16)}$$

$$\frac{1}{2}ks^2_1 + mgh_1 = \frac{1}{2}ks^2_2 + mgh_2 \quad \text{.....(5.17)}$$

$$\frac{1}{2}mv^2_1 + \frac{1}{2}ks^2_1 = \frac{1}{2}mv^2_2 + \frac{1}{2}ks^2_2 \quad \text{.....(5.18)}$$

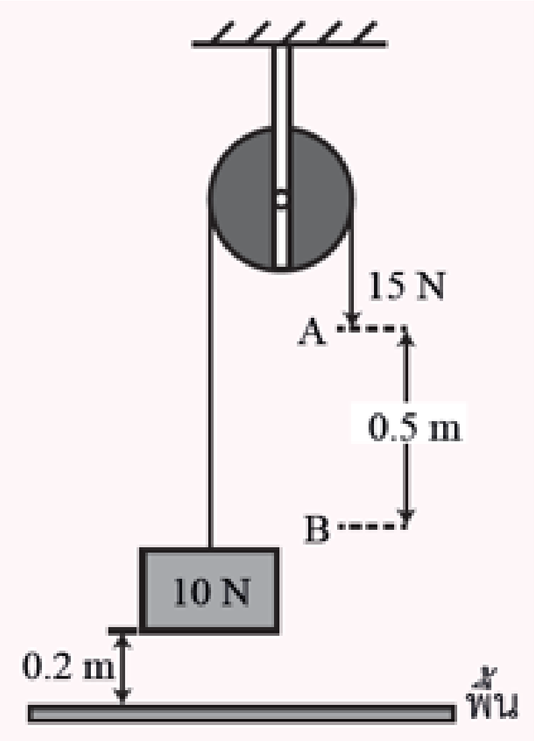
ถ้ามีแรงกระทำต่อวัตถุ เช่น แรงเสียดทาน แรงดึง F หรือแรงอื่นใดที่ไม่อนุรักษ์ในการคำนวณโดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน จะต้องชดเชยงานที่เพิ่มขึ้น(บวกงานที่เพิ่มขึ้น) หรือ ชดเชยงานที่สูญเสีย (ลบงานที่สูญเสีย) ดังสมการ

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

เมื่อ W_F แทน งานที่มาดึงหรือผลัก W_f แทน งานของแรงที่มาต้าน

11. รถยนต์มวล 1,000 กิโลกรัม วิ่งด้วยอัตราเร็วคงตัวได้ระยะทาง 0.9 กิโลเมตร ในเวลา $\frac{1}{2}$ นาที พลังงานจลน์ของรถยนต์คันนี้เป็นเท่าใด

12. วัตถุหนัก 10 นิวตัน อยู่สูงจากพื้น 0.2 เมตร ปลายเชือกข้างหนึ่งผูกกับวัตถุคล้องผ่านรอกลื่นเมื่อใช้แรง 15 นิวตัน ดึงปลายเชือกอีกข้างจากตำแหน่ง A ถึงตำแหน่ง B ซึ่งห่างกัน 0.5 เมตร ดังรูป ขณะปลายเชือกถึงตำแหน่ง B วัตถุมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเท่าใด (ให้พื้นเป็นระดับอ้างอิง)



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

13. สปริงตัวหนึ่งมีค่าคงตัวสปริง 100 นิวตันต่อเมตร ถูกกดให้สั้นลง 5 เซนติเมตร พลังงานศักย์ในสปริงมีค่าเท่าใด

14. วัตถุมวล 1 กิโลกกรัม อัตราเร็ว 2 เมตรต่อวินาที ต่อมามีอัตราเร็วเป็น 3 เมตรต่อวินาที งานที่ทำต่อวัตถุมีค่าเท่าใด

15. ผลไม้มวล 0.1 กิโลกรัมตกจากที่สูง 5 เมตร เมื่อตกได้ครึ่งทางผลไม้มีพลังงานจลน์เท่าใด

16. ลูกตุ้มมวล 0.2 กิโลกรัม ผูกกับเส้นเชือกยาว 2.0 เมตร ปลายอีกข้างแขวนไว้กับเพดาน ถ้าออกแรงดึงลูกตุ้มให้สูงขึ้น 0.6 เมตร แล้วปล่อยให้ลูกตุ้มแกว่ง จงหา

ก. พลังงานศักย์โน้มถ่วงของลูกตุ้มที่สูงขึ้นจากจุดต่ำสุด

ข. พลังงานจลน์ของลูกตุ้มเมื่อผ่านจุดต่ำสุด

17. นำเส้นเชือกยาว 2 เมตร ผูกลูกตุ้มมวล 4.0 กิโลกรัมที่ปลายข้างหนึ่ง ถ้าจับปลายเชือกอีกข้างหนึ่งแกว่งให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบดิ่ง ถ้าที่จุดสูงสุด ลูกตุ้มมีอัตราเร็ว 10 เมตรต่อวินาที จงหาอัตราเร็วของลูกตุ้มที่จุดต่ำสุด

18. นักกายกรรมหนัก 600 นิวตัน ไต่เชือกที่แขวนอยู่ในแนวดิ่งขึ้นไปสูง 10 เมตร จากพื้นดิน จงหา

ก. งานที่นักกายกรรมทำเมื่อถึงจุดสูงสุด

ข. กำลังเฉลี่ยที่เขาใช้ ถ้าอัตราเร็วเฉลี่ยในการไต่เชือกของเขาเท่ากับ 0.50 เมตรต่อวินาที

ค. พลังงานจลน์เฉลี่ยขณะที่เขากำลังเคลื่อนที่

ง. พลังงานศักย์โน้มถ่วงเมื่อเขาอยู่ที่จุดสูง 10 เมตร จากพื้นดิน

5.6 เครื่องกล (Machines)

เครื่องกล ได้แก่อุปกรณ์ที่ช่วยให้การทำงานสะดวกขึ้นหรือง่ายขึ้น เช่น คาน ลิ่ม รอก พื้นเอียง สกรู ล้อและเพลา เป็นต้น

5.6.1 ประสิทธิภาพของเครื่องกล

$$\text{ประสิทธิภาพของเครื่องกล} = \frac{\text{งานที่ได้รับจากเครื่องกล}}{\text{งานที่ให้กับเครื่องกล}} \times 100\%$$

$$\text{Eff} = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100\%$$

ประสิทธิภาพของเครื่องกลเท่ากับ 1 หมายถึง ไม่มีการสูญเสียพลังงาน ประสิทธิภาพเป็น 100 %

ประสิทธิภาพของเครื่องกลน้อยกว่า 1 หมายถึง มีการสูญเสียพลังงาน และมีประสิทธิภาพน้อยกว่า 100 %

5.6.2 หลักการของงานกับเครื่องกลอย่างง่าย

งานที่ให้กับเครื่องกล = งานที่ได้รับจากเครื่องกล + งานของแรงเสียดทาน (งานที่สูญเสียไป)

ในกรณีแรงเสียดทานมีค่าน้อยมาก หรือเครื่องกลมีประสิทธิภาพ 100 เปอร์เซ็นต์ การผ่อนแรงของเครื่องกล พิจารณาได้จากอัตราส่วนระหว่างขนาดของแรงที่ได้จากเครื่องกล (F_{out}) ต่อขนาดของแรงที่ให้กับเครื่องกล (F_{in}) เรียกการได้เปรียบเชิงกล ($M.A.$) ดังสมการ

$$M.A. = \frac{F_{out}}{F_{in}}$$

หรือหาได้จากอัตราส่วนระหว่างระยะทางที่เราออกแรงทำงาน(S_{in}) ต่อระยะทางของงานที่ได้ (S_{out})

$$M.A. = \frac{S_{in}}{S_{out}}$$

โดยถ้า $M.A. > 1$ แสดงว่าเครื่องกลนั้นช่วยผ่อนแรง

$M.A. \leq 1$ แสดงว่าเครื่องกลนั้นไม่ช่วยผ่อนแรง

รอก

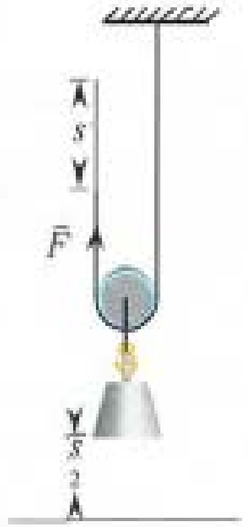
รูป 5.6 รอกเดี่ยวตายตัว

งานที่ให้กับรอก = งานที่ได้รับจากรอก

$Fs = mgs$

การได้เปรียบเชิงกลของรอกเดี่ยวตายตัว เขียนได้ดังสมการ

$$M.A. = \frac{mg}{F} = 1$$



รูป 5.7 รอกเดี่ยวเคลื่อนที่

งานที่ให้กับรอก = งานที่ได้รับจากรอก

$Fs = mg(\frac{s}{2})$

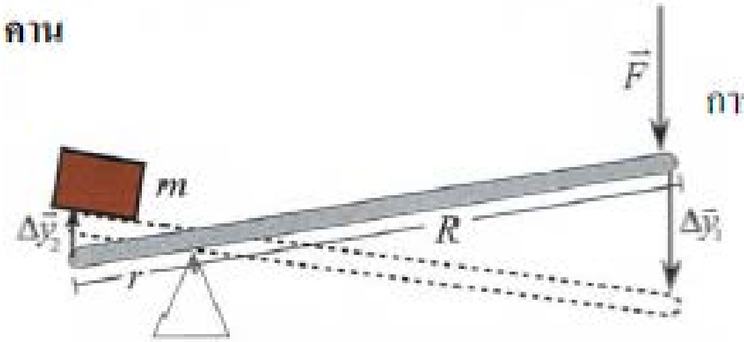
การได้เปรียบเชิงกลของรอกเดี่ยวตายตัว เขียนได้ดังสมการ

$$M.A. = \frac{F_{out}}{F_{in}} = \frac{mg}{F} = \frac{mg}{\frac{mg}{2}} = 2$$

หรือ

$$M.A. = \frac{S_{in}}{S_{out}} = \frac{s}{\frac{s}{2}} = 2$$

คาน

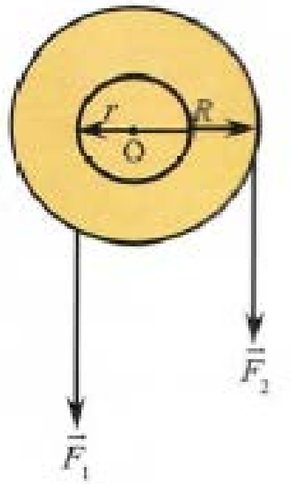


การได้เปรียบเชิงกลของคาน เขียนได้ดังสมการ

$$M.A. = \frac{mg}{F} = \frac{R}{r}$$

รูป *5.8* ตัวอย่างเครื่องกลประเภทคาน

ล้อกับเพลา

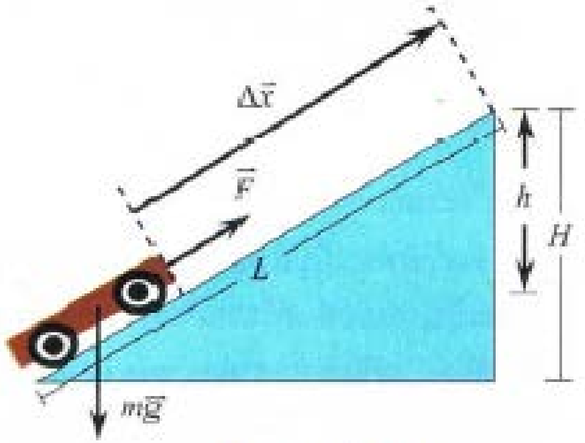


การได้เปรียบเชิงกลของล้อกับเพลา เขียนได้ดังสมการ

$$M.A. = \frac{F_2}{F_1} = \frac{R}{r}$$

รูป 5.9 ล้อกับเพลา

พื้นเอียง

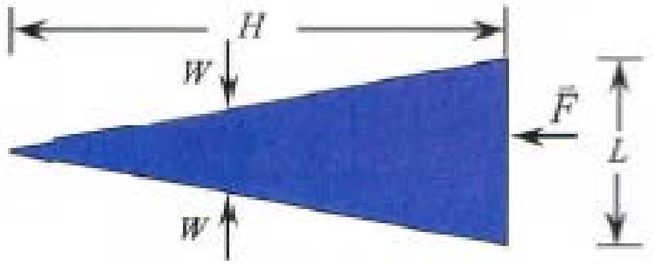


รูป 5.10 พื้นเอียง

การได้เปรียบเชิงกลของพื้นเอียง เขียนได้ดังสมการ

$$M.A. = \frac{mg}{F} = \frac{L}{H}$$

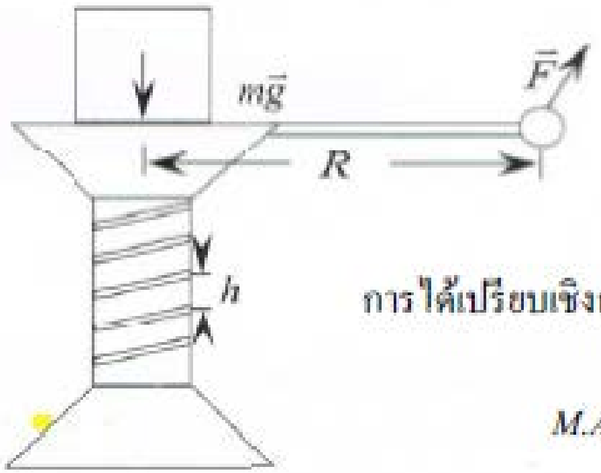
ลิ่ม



การได้เปรียบเชิงกลของลิ่ม เขียนได้ดังสมการ

$$M.A. = \frac{W}{F} = \frac{H}{L}$$

สกรู

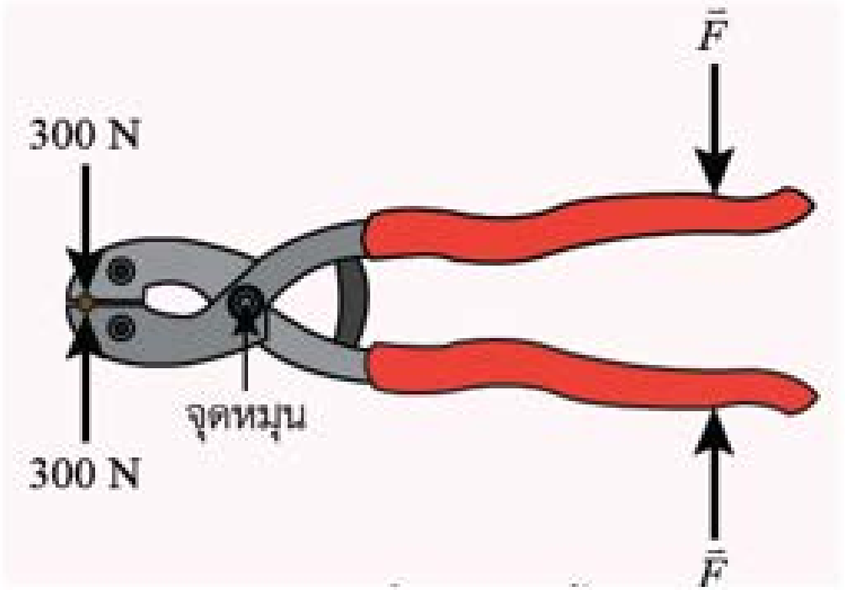


รูป 5.10 สกรู

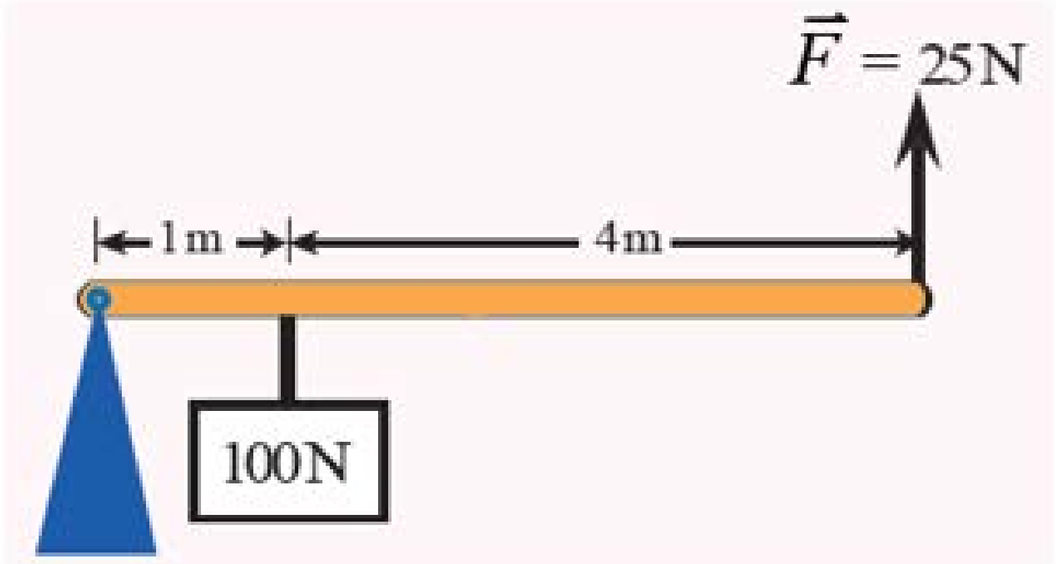
การได้เปรียบเชิงกลของสกรู เขียนได้ดังสมการ

$$M.A. = \frac{mg}{F} = \frac{2\pi R}{h}$$

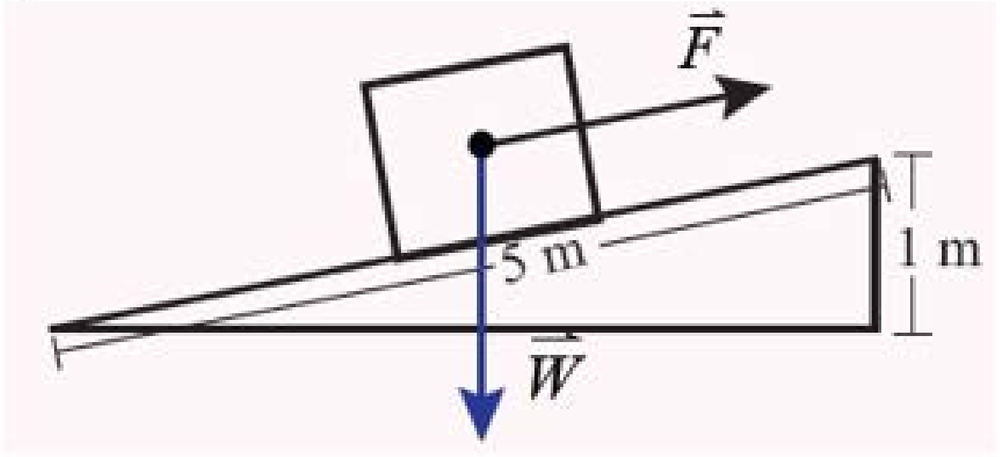
19. กรรไกรตัดลวดมีระยะระหว่างลวดและจุดหมุน 15 เซนติเมตร ดังรูป ถ้าต้องการตัดลวดที่ทนแรงกระทำได้ 300 นิวตัน จะต้องออกแรงกด F อย่างน้อยเท่าใด ลวดจึงจะขาด



20. จากรูป จงหาการได้เปรียบเชิงกลและประสิทธิภาพของคานเบา



21. จากรูป จงหาการได้เปรียบเชิงกลของพื้นเอียงที่ยาว 5 เมตร สูง 1 เมตร และถ้าวัตถุมีน้ำหนัก 200 นิวตัน ถูกแรง $\vec{F}$ ขนาด 50 นิวตันกระทำให้เคลื่อนที่ไปตามพื้นเอียง จงหาประสิทธิภาพของพื้นเอียง



22. จากรูป จงหาการได้เปรียบเชิงกลของล้อและเพลา และถ้าล้อกับเพลาไม่มีความฝืด และล้อมีรัศมี 0.3 เมตร เพลามีรัศมีเท่าใด