

เครื่องกล

เครื่องกล (Machines) คือ เครื่องมือที่สร้างขึ้นมาเพื่อช่วยเหลือหรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน เช่น ช่วยผ่อนแรง ช่วยเปลี่ยนทิศทางการออกแรง ช่วยถ่ายทอดพลังงานจากแห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่ง

เครื่องกลพื้นฐาน หรือเครื่องกลอย่างง่าย มี 6 ประเภท คือ

1. คาน (Lever)
2. ล้อและเพลา (Wheel and Axle)
3. พื้นเอียง (Inclined Plane)
4. รอก (Pulley)
5. ลิ้ม (Wedge)
6. สกรู (Screw)

ในเครื่องกลทุกชนิด จะพิจารณาเกี่ยวกับแรง 2 ชนิด คือ

1. แรงพยายาม คือ แรงที่ให้กับเครื่องกล
 2. แรงต้านทาน คือ แรงเนื่องจากน้ำหนักของวัตถุที่เราต้องการกระทำให้เป็นไปตามต้องการ
- ถ้าเครื่องกลไม่มีความฝืด จะได้ว่า

$$\text{งานที่ให้แก่เครื่องกล} = \text{งานที่ได้รับจากเครื่องกล}$$

การได้เปรียบเชิงกล (Mechanical Advantage หรือ M.A.) คืออัตราส่วนระหว่างแรงต้านทานกับแรงพยายาม ซึ่งเป็นตัวเลขที่แสดงว่า เครื่องกลนั้นผ่อนแรงได้มากหรือน้อยเพียงไร

$$\text{การได้เปรียบเชิงกล} = \frac{\text{แรงต้านทาน}}{\text{แรงพยายาม}}$$

หรือ

$$\text{M.A.} = \frac{W}{E}$$

เมื่อ W แทนแรงต้านทาน มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

E แทนแรงพยายาม มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

ถ้า $M.A. = 1$ แสดงว่าไม่ผ่อนแรง เพราะว่า $W = E$

ถ้า $M.A. > 1$ แสดงว่าได้เปรียบเชิงกล เพราะว่า $W < E$

ถ้า $M.A. < 1$ แสดงว่าเสียเปรียบเชิงกล เพราะว่า $W > E$

การได้เปรียบเชิงกล แบ่งออกเป็น 2 อย่างคือ

1. การได้เปรียบเชิงกลในทางปฏิบัติหรือโดยแท้จริง (Actual Mechanical Advantage หรือ A.M.A.)

$$\text{การได้เปรียบเชิงกลในทางปฏิบัติ} = \frac{\text{แรงต้านทานหรือน้ำหนักของวัตถุ}}{\text{แรงพยายามเมื่อเครื่องกลมีความฝืด}}$$

$$A.M.A. = \frac{W}{E_A}$$

เมื่อ	A.M.A.	แทน	การได้เปรียบเชิงกลในทางปฏิบัติ
	W	แทน	แรงต้านทานหรือน้ำหนักของวัตถุ
	E_A	แทน	แรงพยายามเมื่อเครื่องกลมีความฝืด

2. การได้เปรียบเชิงกลในทางทฤษฎีหรือในทางอุดมคติ (Ideal Mechanical Advantage หรือ I.M.A.)

$$\text{การได้เปรียบเชิงกลในทางทฤษฎี} = \frac{\text{แรงต้านทานหรือน้ำหนักของวัตถุ}}{\text{แรงพยายามเมื่อเครื่องกลไม่มีความฝืด}}$$

$$I.M.A. = \frac{W}{E_I}$$

หรือ

$$\text{การได้เปรียบเชิงกลในทางทฤษฎี} = \frac{\text{ระยะทางของแรงพยายาม}}{\text{ระยะทางของแรงต้านทาน}}$$

$$\text{I.M.A.} = \frac{D_E}{D_W}$$

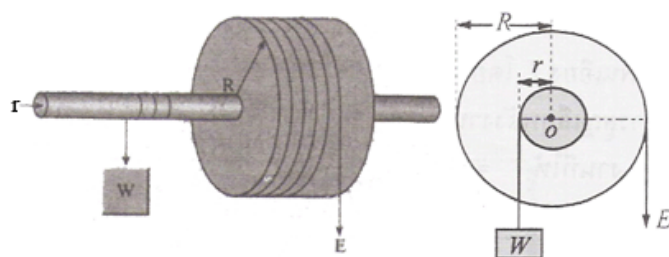
เมื่อ I.M.A. แทน การได้เปรียบเชิงกลในทางทฤษฎี

D_E แทน ระยะทางของแรงพยายามจากตำแหน่งที่ออกแรงพยายามจนถึงตำแหน่งที่คานอยู่ในแนวระดับ

D_W แทน ระยะทางของแรงต้านทานจากตำแหน่งที่วัดออกแรงต้านทานจนถึงตำแหน่งที่คานเคลื่อนตัวสู่แนวระดับ

ล้อและเฟลา

ล้อและเฟลา เป็นเครื่องมือกลประเภทหนึ่งประกอบด้วยวัตถุรูปทรงกระบอกขนาดต่างกันสองอันติดกัน ทรงกระบอกอันใหญ่ เรียกว่า ล้อ อันเล็กเรียกว่า เฟลา ดังภาพ



ภาพประกอบที่ 1 ล้อและเฟลา

จากภาพ ให้ R = รัศมีของล้อ วัดจากจุดศูนย์กลางของเฟลาถึงขอบของล้อ

r = รัศมีของเฟลา วัดจากจุดศูนย์กลางของเฟลาถึงขอบของเฟลา

E = แรงพยายาม

W = แรงต้านทาน

เมื่อล้อและเพลาอยู่ในภาวะสมดุล จะได้ว่า

$$E \times R = W \times r$$

เมื่อพิจารณาจากหลักของงาน

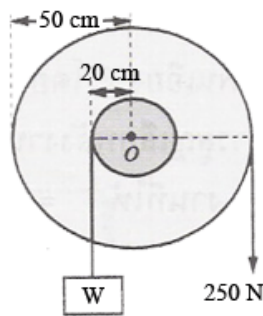
งานมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างขนาดของแรงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ตามทิศทางของแรง มีหน่วยเป็นนิวตันเมตร (N.m) หรือ จูล (J)

เมื่อเครื่องกลไม่มีความฝืด

$$M.A. = \frac{W}{E} = \frac{R}{r}$$

เนื่องจาก R ยาวกว่า r ดังนั้น M.A. มากกว่า 1 นั่นคือ เครื่องกลประเภทล้อและเพลาก็ได้เปรียบเชิงกลเสมอเมื่อไม่มีความฝืด

ตัวอย่างที่ 1 ในการดักน้ำขึ้นจากบ่อโดยใช้ล้อ-เพลาล้อมีรัศมี 50 เซนติเมตร และเพลามีรัศมี 20 เซนติเมตร ถ้าออกแรงในการหมุนวงล้อ 100 นิวตัน อยากทราบว่าน้ำที่ตักขึ้นมากจากบ่อจะมีน้ำหนักเท่าไร



วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์จะได้ $E = 100$ นิวตัน, $R = 50$ เซนติเมตร, $r = 20$ เซนติเมตร ต้องการทราบค่า W

จากสูตร $E \times R = W \times r$

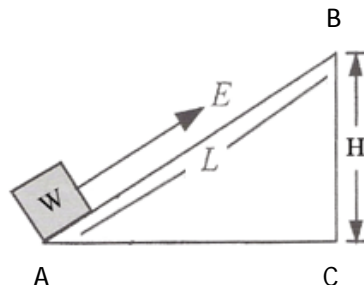
แทนค่าจะได้ $100 \times 50 = W \times 20$

$$W = 250 \text{ นิวตัน}$$

ดังนั้น น้ำที่ตักขึ้นมากจากบ่อจะมีน้ำหนัก 250 นิวตัน

พื้นเอียง

พื้นเอียง เป็นเครื่องกลชนิดหนึ่งซึ่งอำนวยความสะดวกและผ่อนแรงในการยกวัตถุจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งที่สูงกว่า โดยออกแรงกระทำกับวัตถุในแนวขนานกับพื้นเอียง ดังภาพ



ภาพประกอบที่ 2 พื้นเอียง

จากภาพ L = ความยาวของระนาบเอียง หน่วยเมตร

H = ความสูงของระนาบเอียง หน่วยเมตร

AC = ฐานของระนาบเอียง หน่วยเมตร

จากภาพ เมื่อออกแรง E จากตำแหน่ง A เพื่อให้วัตถุ W เคลื่อนที่ไปอยู่ที่ตำแหน่ง B จากหลักของงาน เมื่อระนาบเอียงไม่มีความฝืด จะได้ว่า

$$\text{งานที่ให้แก่เครื่องกล} = \text{งานที่ได้รับจากเครื่องกล}$$

$$E \times L = W \times H$$

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

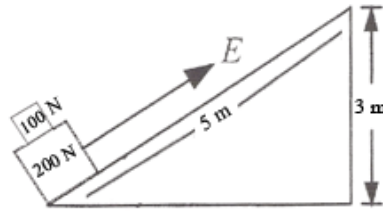
ข้อควรรู้เกี่ยวกับพื้นเอียง

พื้นเอียงช่วยผ่อนแรง

การหาค่างานต้องคิดจากผลคูณระหว่างขนาดของแรงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวที่แรงกระทำ

งานจะมีค่าเป็นศูนย์หรือไม่มีงานเกิดขึ้นเนื่องจากแรงนั้น ถ้าออกแรงกระทำกับวัตถุแล้ววัตถุนั้นไม่มีการเคลื่อนที่ หรือเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ตั้งฉากกับแนวแรงที่กระทำกับวัตถุ

ตัวอย่างที่ 2 พื้นเอียงอันหนึ่งยาว 5 เมตร สูง 3 เมตร ถ้าต้องการลากวัตถุมวล 200 นิวตัน และ 100 นิวตัน ที่วางทับกันอยู่ ขึ้นไปตามพื้นเอียงจะต้องออกแรงพยายามเท่าไร



วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์จะได้ $W = 100 + 200 = 300$ นิวตัน , $L = 5$ เมตร , $H = 3$ เมตร ต้องการทราบค่า E

จากสูตร $E \times L = W \times H$

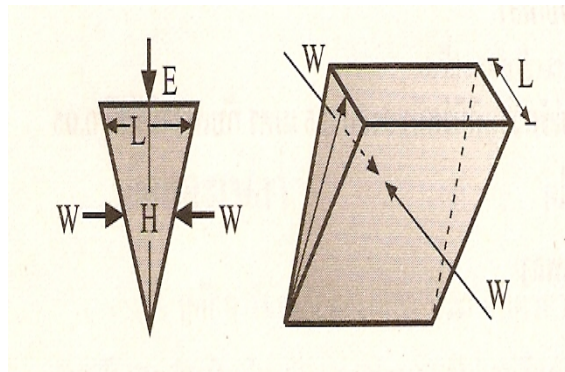
แทนค่าจะได้ $E \times 5 = 300 \times 3$

$$E = 180 \text{ นิวตัน}$$

ดังนั้น ต้องออกแรงพยายาม 180 นิวตัน

ลิ้ม

ลิ้ม เป็นเครื่องกลชนิดหนึ่ง รูปสามเหลี่ยม ด้านหนึ่งหนาเป็นสันและค่อยๆ บางลง อีก ด้านหนึ่งซึ่งเป็นด้านที่มีคม ใช้ด้านที่มีคมตอกลงในเนื้อวัตถุเพื่อให้เนื้อวัตถุแยกออก



ให้ E = แรงที่ใช้ตอกลิ่มหรือแรง

พยายาม

W = แรงที่อัดอยู่ในเนื้อไม้ หรือแรง

ต้านทาน

L = ความกว้างของหัวลิ้มหรือระยะ
ที่เนื้อไม้แยกออกจากกัน

H = ระยะที่ลิ้มจมลงในเนื้อไม้

แรงตอก E ทำให้ลิ้มเคลื่อนที่เข้าไปในเนื้อไม้ได้ระยะทาง H

แรง W ที่พยายามต้านลิ้มเอาไว้ในระยะที่เนื้อไม้แยกออกเป็นระยะ L

จากหลักการทำงานของเครื่องกล

งานที่ใช้ไป = งานที่ได้

$$E \times H = W \times L$$

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

ตัวอย่าง ใช้แรงตอกลิ่ม 10 นิวตัน ตอกลิ่มลงไปลึก 10 เซนติเมตร ไม้แยกออกจากกัน 5 เซนติเมตร
เนื้อไม้มีแรงอัดเท่าใด

วิธีทำ จากสูตร

$$E \times H = W \times L$$

$$E = 10 \text{ นิวตัน} \quad H = 10 \text{ ซม.}$$

$$W \text{ ต้องการหา} \quad L = 5 \text{ ซม.}$$

$$10 \times 10 = W \times 5$$

$$W = \frac{10 \times 10}{5} = 20 \text{ นิวตัน}$$

ตัวอย่าง จะต้องออกแรงตอกลิ้มด้วยแรงเท่าใด เมื่อลิ้มสูง 13 เซนติเมตร ยาว 6.5 เซนติเมตร ได้แรงอัดลิ้ม 2 กิโลนิวตัน

วิธีทำ จากหลักของงาน

งานที่ทำในการตอกลิ้ม = งานที่ได้

$$E \times H = W \times L$$

E = แรงตอกลิ้มเป็นแรงที่ต้องการหา

W = แรงอัดลิ้ม = 2 กิโลนิวตัน = 2,000 นิวตัน

H = ความสูงของลิ้ม = 13 เซนติเมตร = 0.13 นิวตัน

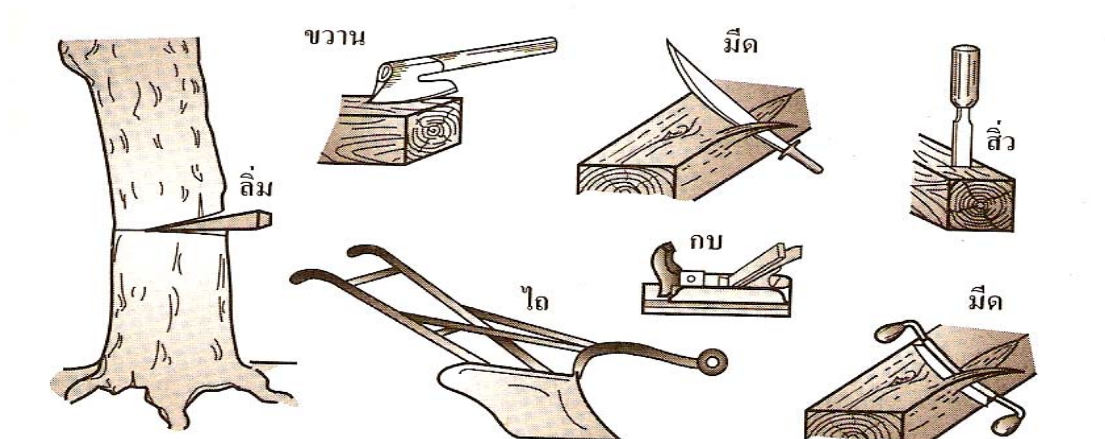
L = ความยาวของลิ้ม = 6.5 เซนติเมตร = 0.065 เมตร

$$\text{แทนค่า } E \times 0.13 = 2,000 \times 0.065$$

$$E = \frac{2,000 \times 0.065}{0.13} = 1,000 \text{ นิวตัน}$$

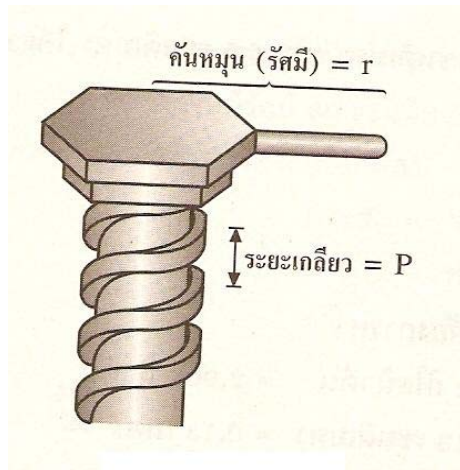
$$= 1 \text{ กิโลนิวตัน}$$

ในการใช้ลิ้มหากต้องการออกแรงน้อย ลิ้มต้องมีลักษณะแหลมมากขึ้น หรือ H มีค่ามาก ส่วนหัวลิ้มหรือ L ต้องแคบมาก เครื่องกลชนิดนี้มีหลักการการทำงานคล้ายๆกับการทำงานของพื้นเอียงหรือพื้นลาด แต่ตรงกันข้ามที่พื้นเอียงอยู่กับที่ วัตถุที่มีแรงต้านทานเคลื่อนที่ ส่วนลิ้มเป็นตัวเคลื่อนที่วัตถุหรือไม้ที่มีแรงต้านทานอยู่กับที่ อุปกรณ์ที่ใช้หลักเครื่องกลคือ ขวาน เข็ม ตะปู มีด



สกรู

สกรู เป็นเครื่องกลที่มีรูปร่างทรงกระบอกตันมีเกลียวรอบตัว อุปกรณ์ที่ใช้หลักเครื่องกลนี้คือ ตะปูเกลียว สว่าน แม่แรงยกรถ ก๊อคน้ำ เครื่องบดเนื้อ น็อต



P = ระยะระหว่างเกลียว

E = แรงพยายาม

W = แรงต้านทาน

r = รัศมีของแรงพยายามที่จะทำให้สกรูเคลื่อนที่เป็นวงกลม

สกรูหมุน 1 รอบ ได้ระยะทาง $= 2\pi r$

น้ำหนัก W จะเคลื่อนที่ได้ระยะทาง P

งานที่ได้ในการยกน้ำหนัก $= W \times P$

งานที่ได้เมื่อคานหมุน 1 รอบ $= E \times 2\pi r$

จากหลักการทำงานของเครื่องกล

งานที่ได้จากการยกน้ำหนัก = งานที่ได้เมื่อคานหมุน 1 รอบ ถ้าไม่คิดแรงเสียดทาน

$$W \times P = E \times 2\pi r$$

$$M.A. = \frac{W}{E} = \frac{2\pi r}{P}$$

M.A. มากกว่า 1 เพราะเส้นรัศมียาวกว่าระยะระหว่างเกลียว

ตัวอย่าง แม่แรงที่ใช้สำหรับยกรถอันหนึ่งมีคานหมุนยาว 50 เซนติเมตร ช่วงเกลียว 7 เกลียว ต่อ 4 เซนติเมตร ต้องการยกของ 100 นิวตัน ต้องออกแรงเท่าใด การได้เปรียบเชิงกลเท่าใด

วิธีทำ จากหลักของงาน

งานที่ทำ = งานที่ได้

$$W \times P = E \times 2\pi r \quad \text{เมื่อ } E \text{ ต้องการหา} \quad r = 50 \text{ เซนติเมตร}$$

$$W = 100 \text{ นิวตัน} \quad P = \frac{4}{7} \text{ เซนติเมตร}$$

$$\text{แทนค่า } E \times 2 \times \frac{22}{7} \times 50 = 100 \times \frac{4}{7}$$

$$11E = 2$$

$$E = \frac{2}{11} \text{ นิวตัน}$$

$$\begin{aligned}\text{การได้เปรียบเชิงกล} &= M.A. = \frac{W}{E} \\ &= 100 \times \frac{11}{2} = 50 \times 11 = 550\end{aligned}$$

ความหมายว่าต้องการแรง $\frac{2}{11}$ นิวตัน เพื่อยกของ 100 นิวตัน โดยได้เปรียบเชิงกล 550

ตัวอย่าง ถัารถหนัก 1,000 กิโลกรัม ยกด้วยแม่แรงที่มีความกว้างของเกลียว 1 ช่วง = 2 เซนติเมตร
คานแม่แรงยาว 30 เซนติเมตร จะต้องใช้แรงในการหมุนเท่าใด

วิธีทำ จากสูตร $W \times P = E \times 2\pi r$ ถ้าไม่คิดแรงเสียดทาน

$$r = 30 \text{ ซม.} \quad W = 1,000 \text{ กก.} \quad P = 2 \text{ ซม.}$$

$$E \times 2\pi \times 30 = 1,000 \times 2$$

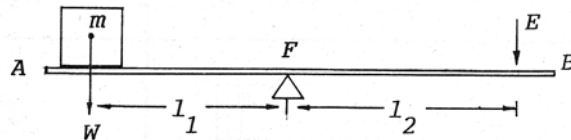
$$E = \frac{1,000 \times 2}{2\pi \times 30} = 10.6 \text{ กก.}$$

ในการทำงานจริงจะต้องออกแรงมากกว่านี้ เพราะมีแรงเสียดทาน แต่ถ้าใช้คานแม่แรงยาวกว่านี้การออกแรงจะน้อยกว่านี้ หรือมีการผ่อนแรงมากขึ้น



คาน (Lever)

คาน คือ เครื่องกลชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นแท่งยาวแข็ง หมุนได้รอบจุดหมุนหรือจุดพิลครัม ใช้เพื่อเพิ่มพูนความสามารถในการทำงาน เช่น ช่วยผ่อนแรงหรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน



ภาพประกอบที่ 1 แสดงส่วนประกอบของคาน AB

W คือ น้ำหนักหรือแรงต้านทานที่กระทำกับคาน หน่วย นิวตัน

E คือ แรงที่ใช้หรือแรงพยายามที่ใช้ในการทำงาน หน่วย นิวตัน

F คือ จุดหมุนหรือจุดพิลครัม เมื่อมีแรงกระทำกับคานโดยแนวแรงจะหมุนรอบจุดนี้

l_1 คือ ระยะทางตั้งฉากจากแนวแรง W ถึงจุด F เรียกแขนของแรงต้านทาน หน่วย m หรือ cm

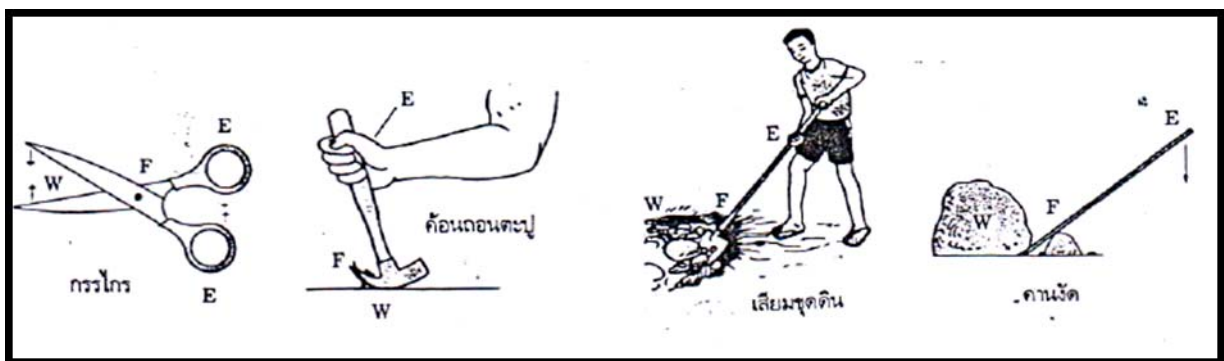
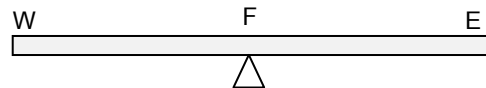
l_2 คือ ระยะทางตั้งฉากจากแนวแรง E ถึงจุด F เรียกแขนของแรงพยายาม หน่วย m หรือ cm

จากรูป คาน AB ขนาดสม่ำเสมอวางบนจุดรองรับ F ซึ่งอยู่ตรงจุดกึ่งกลางคาน น้ำหนักของคานตกผ่านจุด F ทำให้คานวางตัวนิ่งในแนวราบ อยู่ในสภาพที่เรียกว่า สภาพสมดุล คือ คานจะไม่เคลื่อนที่และไม่หมุน

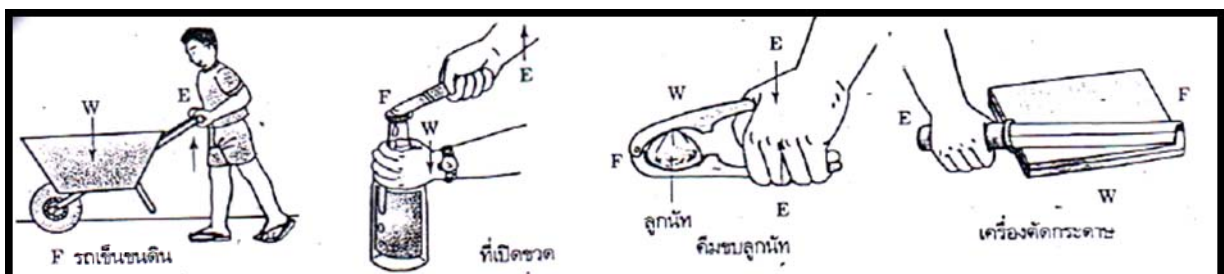
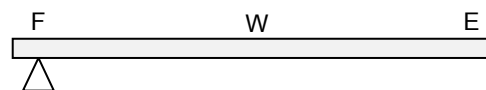
เกร็ดความรู้: โดยทั่วไปเราใช้คานเพื่อช่วยผ่อนแรง ถ้าต้องการออกแรงน้อยๆ หรือต้องการให้คานช่วยผ่อนแรงมากๆ ทำได้โดยเพิ่มระยะตั้งฉากจากจุดหมุนไปยังแนวแรง

คานอาจจำแนกออกเป็น 3 ประเภท หรือ 3 อันดับ คือ

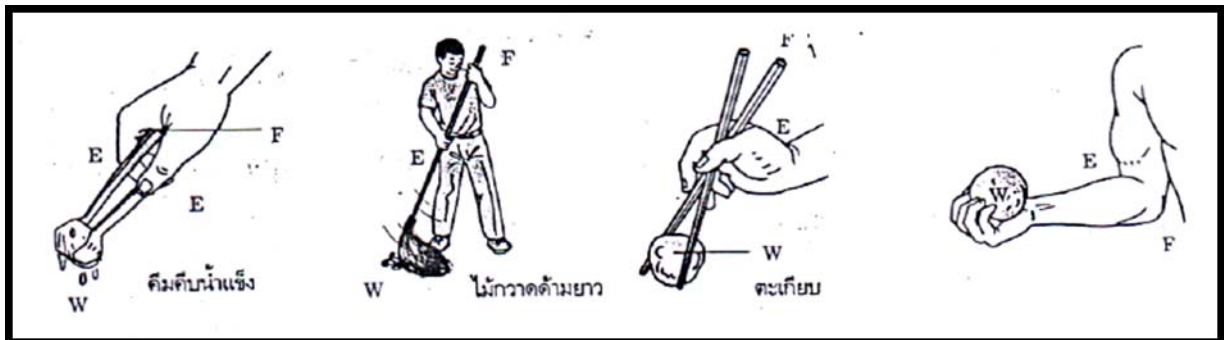
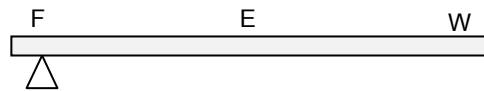
1. คานอันดับหนึ่ง (First-class Lever) เป็นคานที่มีจุดหมุนอยู่ระหว่างแรงพยายามกับแรงต้านทาน ได้แก่ ไขควง กรรไกรตัดผ้า ตาชั่งจีน คีมตัดลวด กรรเขียงเรือ ก้อนถอนตะปู เครื่องกลที่จัดเป็นคานอันดับหนึ่ง ส่วนใหญ่จะช่วยผ่อนแรง(ได้เปรียบเชิงกล)ถ้าแขนของแรงพยายามมากกว่าแขนของแรงต้านทาน



2. คานอันดับสอง (Second-class Lever) เป็นคานที่มีแรงต้านทานอยู่ระหว่างจุดหมุนกับแรงพยายาม ได้แก่ รถเข็นทราย ที่เปิดขวดน้ำอัดลม เครื่องตัดกระดาษ กรรไกรหนีบหมาก ที่หนีบก้าม ที่เปิดกระป๋องนม เครื่องกลที่จัดเป็นคานอันดับสอง โดยทั่วไปจะช่วยผ่อนแรง(ได้เปรียบเชิงกล) เพราะแขนของแรงพยายามยาวกว่าแขนของแรงต้านทาน



3. **คานอันดับสาม (Third-class Lever)** เป็นคานที่มีแรงพยายามอยู่ระหว่างจุดหมุนกับแรงต้านทาน ได้แก่ คีมคีบน้ำแข็ง คีมคีบถ่าน แหนบ ไม้กวาด พลั่วตักดิน ตะเกียบ เครื่องกลที่จัดเป็นคานอันดับสามจะไม่ช่วยผ่อนแรง แต่จะให้ความสะดวกในการทำงาน



โมเมนต์ของแรง (Moment of a Force : M)

โมเมนต์ของแรง หรืออาจเรียกสั้นๆ ว่า โมเมนต์ (Moment) หรือทอร์ค (Torque) หมายถึง ผลของแรงซึ่งกระทำต่อวัตถุ เพื่อให้วัตถุนั้นหมุนรอบจุดหมุนหรือจุดฟัลครัม มีค่าเท่ากับ ผลคูณของแรงกับระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง

$$\text{โมเมนต์} = \text{แรง} \times \text{ระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง}$$

$$\vec{M} = \vec{F} \times \vec{l}$$

หรือ ขนาดของโมเมนต์

$$M = F \times l$$

เมื่อ \vec{M} = โมเมนต์ของแรง

\vec{F} = แรงที่ทำให้เกิดการหมุน

\vec{l} = ระยะตั้งฉากจากจุดหมุนไปยังแนวแรง

โมเมนต์ เป็นปริมาณเวกเตอร์ (มีทั้งขนาดและทิศทาง) หน่วยของแรงเป็นนิวตัน (N) และหน่วยของระยะทางเป็นเมตร (m) ดังนั้นหน่วยของโมเมนต์จึงเป็น นิวตัน·เมตร (Nm)

โมเมนต์มีค่าเป็นศูนย์ เมื่อ

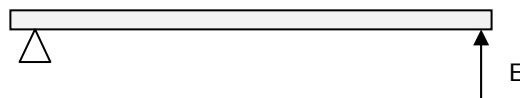
1. แรงมีค่าเป็นศูนย์
2. แนวแรงผ่านจุดหมุน

โมเมนต์ของแรง สามารถแบ่งตามทิศของการหมุนได้ 2 ชนิด ดังนี้

1. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา เกิดแรงพยายามทำให้คานหมุนรอบจุดหมุนในทิศตามเข็มนาฬิกา



2. โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา เกิดแรงพยายามที่ทำให้คานหมุนรอบจุดหมุนในทิศทวนเข็มนาฬิกา



ในการพิจารณาว่าจะเป็นโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาหรือโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาให้พิจารณาจุดหมุนเป็นหลักดังนี้

เมื่อคิดแนวแรง X นิวตัน จะเห็นได้ว่า
ก่อนน้ำหนัก X จะดึงคานลงมาให้หมุนรอบจุด
หมุน ดังนั้น จึงจัดเป็นโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา
ดังรูป

เมื่อคิดแนวแรง Y นิวตัน จะเห็นได้ว่า
ก่อนน้ำหนัก Y จะดึงคานลงมาให้หมุนรอบจุด
หมุน ดังนั้น จึงจัดเป็นโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา
ดังรูป

กฎของโมเมนต์

กล่าวว่า “เมื่อมีแรงมากระทำให้เกิดโมเมนต์ขึ้นรอบจุดใดจุดหนึ่งตั้งแต่สองแรงขึ้นไปแล้วทำให้วัตถุนั้นอยู่ในสมดุล (อยู่นิ่ง) ก็ต่อเมื่อผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา”

เมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน

ผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา = ผลรวมของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

$$\Sigma \vec{M}_{\text{ตาม}} = \Sigma \vec{M}_{\text{ทวน}}$$

$$F_1 \times l_1 = F_2 \times l_2$$

การคำนวณเรื่องคาน มีหลักดังนี้

- 1) ถ้าโจทย์ไม่บอกน้ำหนักของคานมาให้ ในการคำนวณเราไม่ต้องคำนวณน้ำหนักของคาน โดยถือว่าคานนั้นเบามาก เว้นเสียแต่ว่าโจทย์สั่งให้นำน้ำหนักของคานเท่านั้น
- 2) การคำนวณให้ถือว่าคานมีลักษณะเป็นเอกรูป คือมีขนาดสม่ำเสมอกันตลอดตั้งแต่หัวจรดท้าย
- 3) ถ้าโจทย์บอกน้ำหนักของคานมาให้ ต้องคำนวณน้ำหนักของคานด้วย โดยถือว่าน้ำหนักของคานจะตกตรงจุดกึ่งกลางคานเสมอ (หรือจุดศูนย์ถ่วง เพราะเป็นคานเอกรูป)
- 4) เมื่อคานอยู่ในสมดุล โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาจะเท่ากับโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาและแรงขึ้นเท่ากับแรงลง(กระทำต่อคาน)
- 5) โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาหรือโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากับผลบวกของโมเมนต์ย่อยของแต่ละชนิด
- 6) เมื่อมีแรงมากระทำที่จุดหมุน ค่าของโมเมนต์ที่เกิดจากแรงนั้นย่อมมีค่าเท่ากับศูนย์

รอก

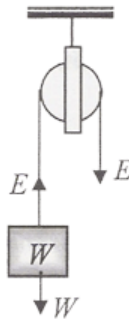
รอก หมายถึง เครื่องกลชนิดหนึ่งซึ่งอาจช่วยผ่อนแรงหรือไม่ผ่อนแรงแต่อำนวยความสะดวก มีลักษณะเป็นวงล้อหมุนได้คล่องรอบตัว ทำด้วยไม้หรือโลหะ ข้างๆ วงล้อทำเป็นร่องสำหรับคล้องเชือกตรงกลางมีแกนและปลายทั้งสองของแกนติดกับที่ยึด ซึ่งเรียกว่า ปะกับรอก

รอกแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. รอกเดี่ยว (Single Pulley)
2. รอกพวง (Combination of Pulleys)

รอกเดี่ยว แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

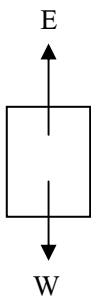
1. รอกเดี่ยวตายตัว (Fixed Pulley) เป็นรอกเดี่ยวที่ใช้เชวนติดอยู่กับเพดานเคลื่อนย้ายไปไหนไม่ได้ ดังภาพ



ภาพประกอบที่ 1 รอกเดี่ยวตายตัว

จากรูป (รอกสมดุล) พิจารณาที่มวลวัตถุ

แรงขึ้น = แรงลง



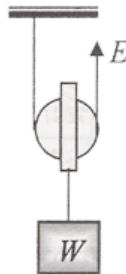
$$E = W$$

$$\text{M.A.} = \frac{W}{E} = 1$$

ดังนั้น $\text{M.A.} = 1$ หมายความว่าเครื่องกล (รอกเดี่ยวตายตัว) ไม่ผ่อนแรง (ไม่ได้เปรียบเชิงกล)

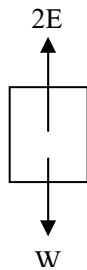
นั่นคือ รอกเดี่ยวตายตัว ไม่ช่วยผ่อนแรงแต่อำนวยความสะดวก เช่น การชักธงชาติขึ้นสู่ยอดเสา การลำเลียงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างชั้นที่สูง

2. รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ (Movable Pulley) เป็นรอกเดี่ยวที่พาดอยู่บนเชือก ปลายข้างหนึ่งของเชือกยึดไว้กับเพดานส่วนปลายอีกข้างหนึ่งมีแรงพยายามดึงไว้ ดังภาพ



ภาพประกอบที่ 2 รอกเดี่ยวเคลื่อนที่

จากรูป พิจารณาที่วัตถุ



แรงขึ้น = แรงลง

$$2E = W$$

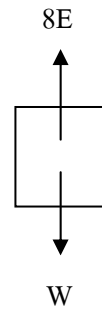
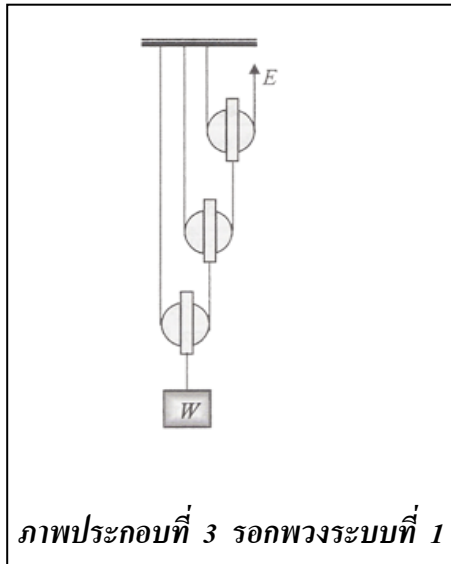
$$E = \frac{W}{2}$$

$$M.A. = \frac{W}{E} > 1$$

ดังนั้น $M.A. > 1$ หมายความว่าเครื่องกล (รอกเดี่ยวเคลื่อนที่) ช่วยผ่อนแรง (ได้เปรียบเชิงกล) นั่นคือ รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ ช่วยผ่อนแรงได้หรือช่วยให้เราออกแรงน้อยลงนั่นเอง เช่น ปั่นจักรยาน

รอกพวง เป็นการนำรอกหลายๆ ตัวมาต่อรวมกันและมีรอกเคลื่อนที่อย่างน้อย 1 ตัว รอกพวงแบ่งเป็น 3 แบบคือ

รอกพวงระบบที่ 1 ประกอบด้วยรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ที่หลายตัวมาต่อกัน



พิจารณาที่วัตถุ

แรงขึ้น = แรงลง

$$8E = W$$

$$E = \frac{W}{8}$$

หรือ
$$E = \frac{W}{2^3}$$

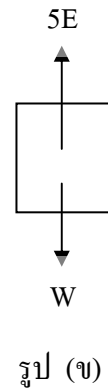
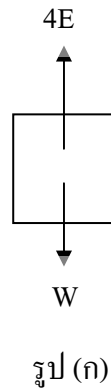
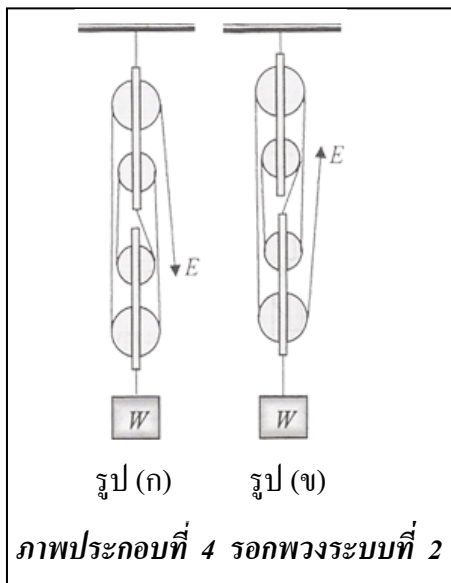
เมื่อไม่คิณน้ำหนักรอก

$$E = \frac{W}{2^n}$$

เมื่อ n = จำนวนรอกเดี่ยวเคลื่อนที่

$$M.A. = \frac{W}{E} = 2^n$$

รอกพวงระบบที่ 2 (รอกดับ) ประกอบด้วยรอก 2 ตัว ตัวบนเป็นรอกเดี่ยวยาวตายตัว ตัวล่างเป็นรอกเดี่ยวนเคลื่อนที่ ผูกต่อวัตถุไว้



จากรูป (ก) พิจารณาที่วัตถุ

แรงขึ้น = แรงลง

$$4E = W$$

$$E = \frac{W}{4}$$

จากรูป (ข) พิจารณาที่วัตถุ

แรงขึ้น = แรงลง

$$5E = W$$

$$E = \frac{W}{5}$$

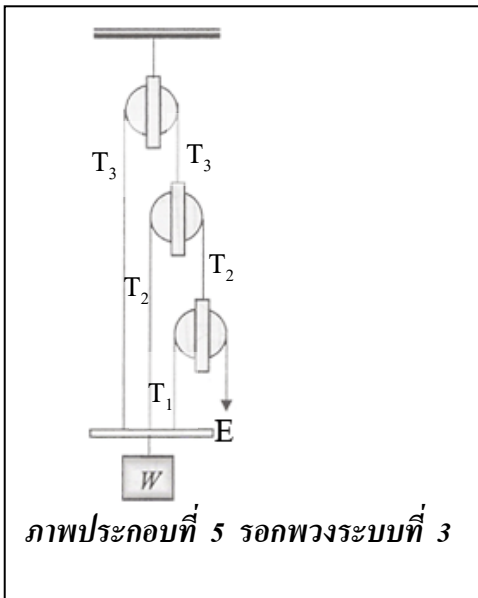
จากทั้งรูป (ก) และ (ข) เมื่อไม่คำนึงน้ำหนักของรอก

$$E = \frac{W}{n}$$

เมื่อ n = จำนวนสายของเส้นเชือกที่โยงรอกชุดล่าง

$$\text{M.A.} = \frac{W}{E} = n$$

รอกพวงระบบที่ 3 ประกอบด้วยรอกเดี่ยวตายตัวมาต่อรวมกัน



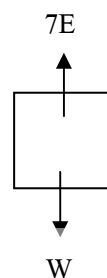
จากรูป $T_1 + T_2 + T_3 = W$

สำหรับรอกตัวที่ 1 $T_1 = E$

รอกตัวที่ 2 $T_2 = 2T_1 = 2E$

รอกตัวที่ 3 $T_3 = 2T_2 = 4T_1 = 4E$

พิจารณาที่วัตถุ



แรงขึ้น = แรงลง

$$7E = W$$

$$E = \frac{W}{7}$$

เมื่อไม่คิณน้ำหนักรอก

$$E = \frac{W}{2^n - 1}$$

เมื่อ $n =$ จำนวนรอก

$$\text{M.A.} = \frac{W}{E} = 2^n - 1$$

การเปรียบเทียบรอกแบบต่างๆ

รอกเดี่ยวตายตัว ไม่ช่วยผ่อนแรง แรงที่ใช้ดึงจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัตถุนั้น แต่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงาน

รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ ช่วยผ่อนแรง รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ 1 ตัวช่วยผ่อนแรงได้ครึ่งหนึ่งของน้ำหนักของวัตถุที่ยก

รอกพวงทุกระบบช่วยผ่อนแรง

ตัวอย่างที่ 1 สมชายต้องการยกวัตถุด้วยแรง 120 นิวตัน โดยใช้รอกเดี่ยวตายตัว สมชายจะยกวัตถุที่มีน้ำหนักมากที่สุดได้เท่าไร



วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์จะได้ $E = 120$ นิวตัน ต้องการทราบค่า W

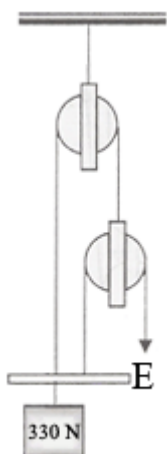
จากสูตร $E = W$

แทนค่าจะได้ $120 = W$

$W = 120$ นิวตัน

ดังนั้น สมชาย จะยกวัตถุได้น้ำหนักมากที่สุด 120 นิวตัน

ตัวอย่างที่ 2 ชายคนหนึ่งต้องการยกวัตถุหนัก 330 นิวตัน โดยใช้รอกพวงที่มีลักษณะดังรูป อยากทราบว่าชายคนนี้จะต้องออกแรงเท่าไรจึงสามารถยกวัตถุนี้ขึ้นมาได้



วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์จะได้ $W = 330$ นิวตัน, $n = 2$ ตัว ต้องการทราบค่า E

จากสูตร $E = \frac{W}{2^n - 1}$

แทนค่าจะได้ $E = \frac{330}{2^2 - 1}$

$E = 110$ นิวตัน

ดังนั้น ชายคนนี้จะต้องออกแรง 110 นิวตัน