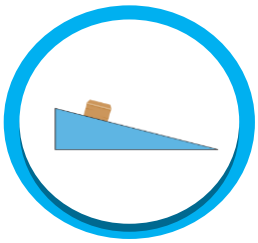
เรื่องที่ 1.3 เครื่องกลอย่างง่าย (Simple Machines)

การทำให้เกิดงานบางอย่างต้องใช้แรงมาก มนุษย์จึงคิดค้น**เครื่องกลอย่างง่าย** เพื่อผ่อนแรงหรือทำงานได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น ซึ่งไม่มีกลไกซ้ำซ้อน จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ได้แก่ พื้นเอียง คาน รอก ล้อและเพลา สกรู ลิ่ม โดยมีหลักการสำคัญคือ เมื่อไม่มีการสูญเสียพลังงาน งานที่ให้กับเครื่องกลและงานที่ได้จาก เครื่องกลจะมีค่าเท่ากัน โดยออกแรงกระทำต่อเครื่องกลน้อยกว่าแรงที่เครื่องกลกระทำต่อวัตถุ แต่ระยะทางในการออก แรงมีค่ามากกว่าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้

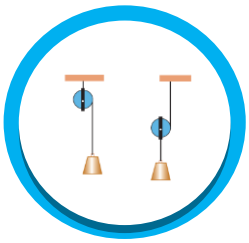
โดยการยกของไม่กี่กิโลกรัมนั้นทำได้ไม่ยาก แต่หากจำเป็นต้องยกของที่มวลเป็นร้อยๆ พันๆ กิโลกรัม นั้นเป็นเรื่องที่ทำได้ยากมนุษย์จึงมีการออกแบบและสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกหรือช่วยผ่อนแรง ซื่อเราเรียกว่า **เครื่องกล (Machine)** โดยเครื่องกลที่จะกล่าวถึงในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่ **พื้นเอียง คาน รอก ล้อและเพลา สกรู ลิ่ม ซึ่งจัดเป็นเครื่องกลอย่างง่าย (Simple machine)**

เครื่องกลอย่างง่าย (simple machine) คือ เครื่องมือที่ใช้ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงาน ช่วยผ่อนแรงโดยออกแรงพยายามน้อยแต่สามารถเอาชนะแรงต้านหรือยกน้ำหนักมากๆ ได้ แต่เครื่องกลไม่สามารถช่วยผ่อนงานได้ (ไม่ช่วยให้ทำงานน้อยลง)

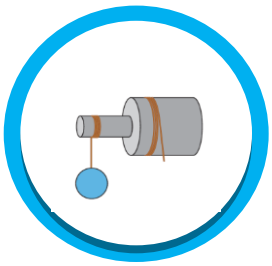


1. พื้นเอียง (Inclined plane)

2. คาน (Lever)



3. รอก (Pulley)



4. ล้อและเพลา (wheel and axle)

5. สกรู (Screw)

6. ลิ่ม (Wedge)

ภาพที่ 14 เครื่องกลอย่างง่าย 6 ประเภท

เครื่องกลอย่างง่ายแทบทุกชนิดจะช่วยผ่อนแรง แต่ก็มีบางชนิดไม่ช่วยผ่อนแรง

อาศัยหลักการที่ว่า... งานที่ให้กับเครื่องกล = งานที่ได้จากเครื่องกล

การได้เปรียบเชิงกล (Mechanical Advantage : M.A.)

การได้เปรียบเชิงกล **คือ** อัตราส่วนระหว่างแรงต้านทาน (W) กับแรงพยายาม (E) ผลที่ได้จะบอกว่าเครื่องกลชนิดนั้น ผ่อนแรงได้หรือไม่

$$\text{การได้เปรียบเชิงกล (M.A.)} = \frac{\text{แรงต้านทาน}}{\text{แรงพยายาม}} = \frac{W}{E}$$

ถ้า M.A. = 1 : แสดงว่าไม่ผ่อนแรง >> W = E
(งานที่ได้เท่ากันงานที่ทำ)

ถ้า M.A. > 1 : แสดงว่าได้เปรียบเชิงกล >> W > E
(ออกแรงน้อยได้งานมาก)

ถ้า M.A < 1 : แสดงว่าเสียเปรียบเชิงกล >> W < E
(ออกแรงมากได้งานน้อย)

ประสิทธิภาพของเครื่องกล (Efficiency of Machine)

1. เมื่อเครื่องกลไม่มีแรงเสียดทาน : งานที่ให้กับเครื่องกลไม่สูญหาย ประสิทธิภาพเครื่องกับ =100% แต่เครื่องกลแบบนี้ไม่มีอยู่จริง
2. เมื่อเครื่องกลมีแรงเสียดทาน : งานที่ให้กับเครื่องกลบางส่วนสูญหายไปเป็นพลังงานความร้อน จะได้ว่า

งานที่ให้กับเครื่องกล = งานที่ได้จากเครื่องกล + งานเนื่องจากแรงเสียดทาน

$$\textbf{ประสิทธิภาพของเครื่องกล} = \frac{\text{งานที่เครื่องกลทำได้}}{\text{งานที่ให้กับเครื่องกล}} \times 100$$

หมายเหตุ : ประสิทธิภาพของเครื่องกลจะเกิน 100% ไม่ได้

ใบงานที่ 3 เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย (simple machines)

คำชี้แจง : ให้นักเรียนวิเคราะห์เนื้อหาสาระที่เรียนมา และเขียนคำตอบให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. เครื่องกลอย่างง่าย (simple machine) คือ .....

.....

.....

อาศัยหลักการที่ว่า... : ..... = ...

2. ให้นักเรียนตอบคำถามจากรูปภาพต่อไปนี้เป็นการผ่อนแรงโดยใช้เครื่องกลชนิดใด

พื้นเอียง	คาน	รอก	ล้อและเพลา	สกรู	ลิ่ม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาพที่ 15 ยกตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้หลักการของเครื่องกลอย่างง่าย

3. การได้เปรียบเชิงกล (Mechanical Advantage : M.A.)

การได้เปรียบเชิงกล **คือ**.....

.....

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

ถ้า M.A. = 1 : แสดงว่า..... : W = E
(.....)

ถ้า M.A. > 1 : แสดงว่า..... : W > E
(.....)

ถ้า M.A < 1 : แสดงว่า..... : W < E
(.....)

4. ประสิทธิภาพของเครื่องกล (Efficiency of Machine)

1. เมื่อเครื่องกลไม่มีแรงเสียดทาน : .....

.....

2. เมื่อเครื่องกลมีแรงเสียดทาน : .....

.....

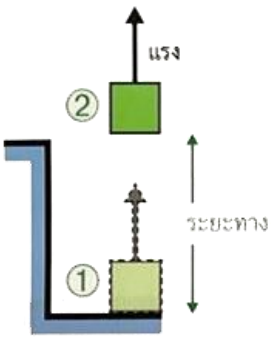
ประสิทธิภาพของเครื่องกล = $\frac{\text{}}{\text{}} \times 100$

5. พื้นเอียง (Inclined plane)

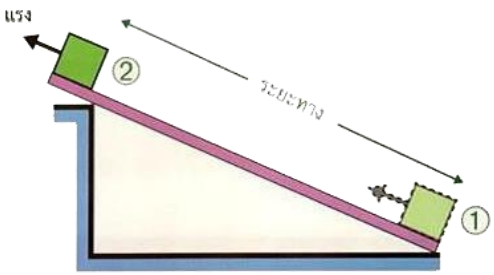
5.1 พื้นเอียง (Inclined plane) หมายถึง.....

.....

การยกวัตถุให้เคลื่อนที่ในแนวดิ่งต้องออกแรงอย่างน้อยเท่ากับ**น้ำหนักของวัตถุ**



ภาพที่ 16 ก. เมื่อดึงวัตถุขึ้นในแนวดิ่ง



ภาพที่ 17 ข. เมื่อดึงวัตถุบนพื้นเอียง

5.2 หลักการของพื้นเอียง

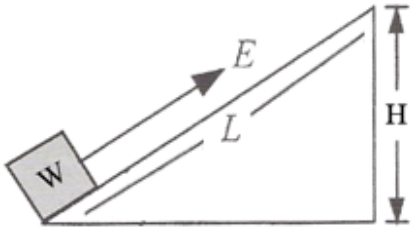
1 .....

.....

2. .....

ดังนั้น พื้นเอียงจึงเป็นเครื่องกลที่ช่วยผ่อนแรงในการยกวัตถุ โดยที่งานจะเท่ากันไม่ว่าจะยกวัตถุ หรือลากวัตถุบนพื้นเอียงที่ความสูงเท่ากัน

5.3 สูตรการคำนวณของพื้นเอียง



ภาพที่ 18 พื้นเอียง

สูตรคำนวณ งานเนื่องจากแรงพยายาม = งานเนื่องจากแรงโน้มถ่วง

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

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

โดยที่

L = ความยาวของพื้นเอียง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

H = ความสูงของพื้นเอียง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

E = แรงพยายามในการนำวัตถุไปวางที่ความสูง (H) มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

W = แรงต้านทาน (น้ำหนักของวัตถุ=mg) มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

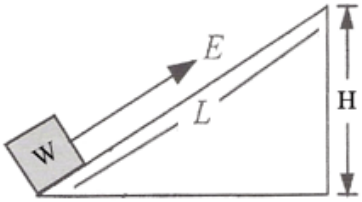
5.4 การนำพื้นเอียงไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ยกตัวอย่าง

1. ..... 2. .....

3. ..... 4. .....

5.5 การคำนวณพื้นเอียง

1. จะต้องออกแรงเท่าใดในการดันรถยนต์คันหนึ่งไปตามทางลาดเอียงที่มีความสูง 5 เมตร ระยะลาดเอียง 50 เมตร รถคันนี้มีมวล 1,000 kg โดยไม่คิดแรงเสียงทาน ($g = 9.8\ m/s^2$)



ภาพที่ 19 การคำนวณพื้นเอียง

.....

.....

.....

.....

.....

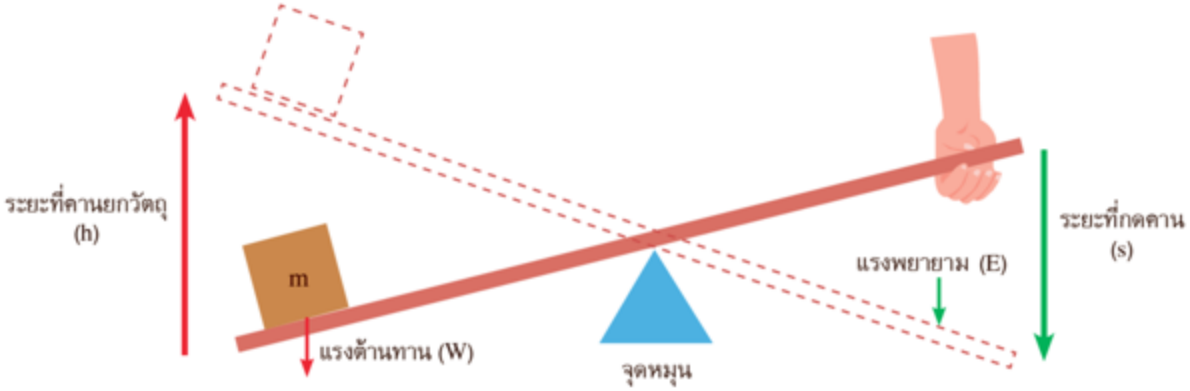
.....

6. คาน (Lever)

6.1 คาน (Lever) หมายถึง.....

.....

.....โดยมีจุดหมุน เรียกว่า.....



ภาพที่ 20 กลไกการทำงานของคาน

6.2 หลักการของคาน

- .....

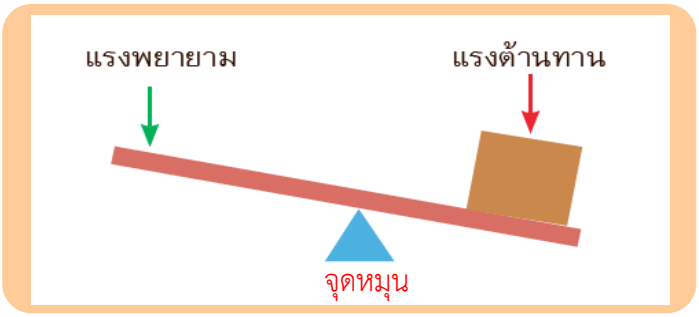
- ..... = ...

สรุป ยิ่งระยะทางที่ออกแรงมากกว่าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ แรงที่กระทำต่อคานจะน้อยกว่าแรงที่คานกระทำต่อวัตถุ คานจึงช่วยผ่อนแรง

6.3 ประเภทของคาน

คานจำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ คานอันดับ 1 , คานอันดับ 2 และคานอันดับ 3

ประเภทที่ 1 **คานอันดับ 1**



เป็นคานที่มีจุดหมุน (fulcrum) อยู่ระหว่างแรงพยายาม (E) กับแรงต้านทาน (W) ระยะระหว่างแรงพยายามกับจุดหมุนจะมากกว่าระยะระหว่างแรงต้านทานกับจุดหมุน คานประเภทนี้จึงช่วยผ่อนแรง

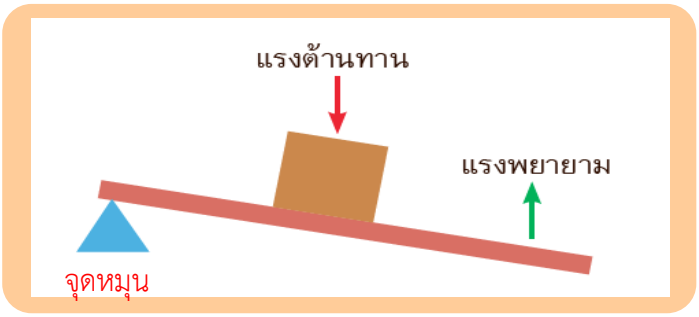
ภาพที่ 21 คานอันดับ 1

ให้ยกตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้หลักการของคานอันดับ 1 : .....

.....

.....

ประเภทที่ 2 **คานอันดับ 2**



เป็นคานที่มีแรงต้านทาน (W) อยู่ระหว่างจุดหมุน (fulcrum) กับแรงพยายาม (E) ระยะระหว่างแรงพยายามกับจุดหมุนจะมากกว่าระยะระหว่างแรงต้านทานกับจุดหมุน เช่นเดียวกับคานประเภทที่ 1 คานประเภทนี้จึงช่วยผ่อนแรง

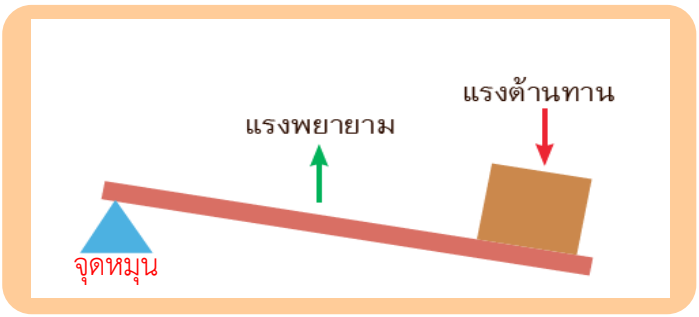
ภาพที่ 22 คานอันดับ 2

ให้ยกตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้หลักการของคานอันดับ 2 : .....

.....

.....

ประเภทที่ 3 **คานอันดับ 3**



เป็นคานที่มีแรงพยายาม (E) อยู่ระหว่างจุดหมุน (fulcrum) กับ แรงต้านทาน (W) ระยะระหว่างแรงต้านทานกับจุดหมุนจะมากกว่าระยะระหว่างแรงพยายามกับจุดหมุน คานประเภทนี้ไม่ช่วยผ่อนแรง แต่จะช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงาน

ภาพที่ 23 คานอันดับ 3

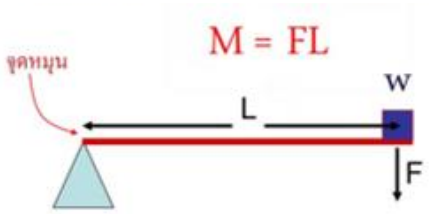
ให้ยกตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้หลักการของคานอันดับ 3 : .....

.....

.....

6.4 สูตรการคำนวณของคาน

โมเมนต์ = แรง x (ระยะตั้งฉากจากแนวแรงถึงจุดหมุน)



ภาพที่ 24 สูตรคำนวณคาน

กำหนดให้

M = โมเมนต์ของแรง มีหน่วยเป็น นิวตัน เมตร (N m)

F = แรงที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

L = ระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

ถ้าระบบสมดุล จะได้ว่า **โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา**

$M_{ทวน} = M_{ตาม}$

6.5 การนำคานไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ยกตัวอย่าง

1. ..... 2. .....

3. ..... 4. .....

5. ..... 6. .....

7. ..... 8. .....

9. ..... 10. .....

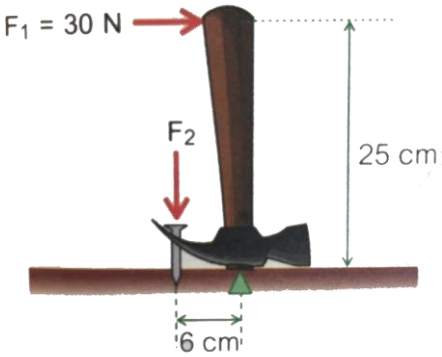
11. ..... 12. .....

13. ..... 14.....

15. ..... 16. .....

6.6 การคำนวณคาน

1. ค้อนใช้ถอนตะปูมีขนาดดังรูป ถ้าออกแรงที่ปลายด้ามค้อน 30 N จึงถอนตะปูได้ ตะปูมีแรงยึดเท่าใดและการได้เปรียบเชิงกลของค้อนมีค่าเท่าใด



ภาพที่ 25 การคำนวณคาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

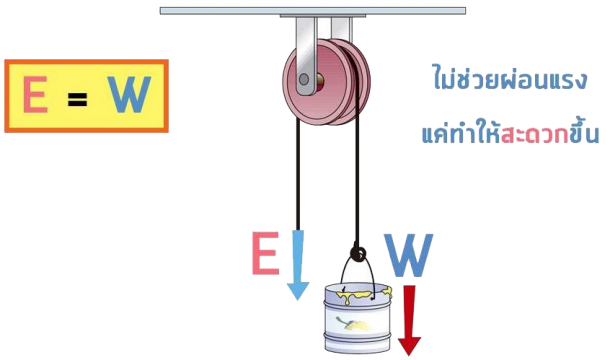
.....

7. รอก (Pulley)

7.1 รอก (Pulley) หมายถึง.....

.....

7.2 ประเภทของรอกและสูตรคำนวณรอก

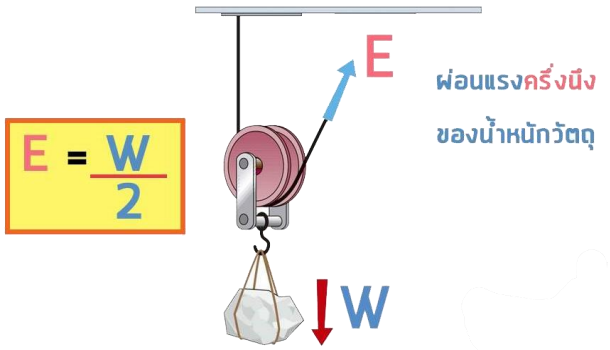


ภาพที่ 26 รอกเดี่ยวตายตัว

1. รอกเดี่ยวตายตัว (Fixed Pulley)

- จะถูกแขวนยึดกับที่แล้วเชือกคล้องผ่านรอก ปลายเชือกด้านหนึ่งผูกวัตถุ และออกแรงดึงที่ปลายเชือกอีกด้านหนึ่ง วัตถุจะเคลื่อนที่ขึ้นด้วยระยะทางที่เท่ากัน
- แรงที่กระทำต่อวัตถุจะเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ

แรงที่ต้องใช้ในการดึงวัตถุ		
แรงดึงขึ้น	=	**แรงดึงลง**
E	=	W



ภาพที่ 27 รอกเดี่ยวเคลื่อนที่

2. รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ (Movable Pulley)

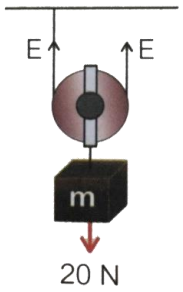
รอกจะเคลื่อนที่ไปพร้อมกับวัตถุที่ผูกติดกับรอก แล้วมีเชือกคล้องผ่านรอกโดยปลายเชือกด้านหนึ่งตรึงอยู่กับที่ และออกแรงดึงที่ปลายเชือกอีกด้านหนึ่ง (วัตถุเคลื่อนที่)

- แรงที่ใช้ดึงจะน้อยกว่าน้ำหนักของวัตถุ

แรงที่ต้องใช้ในการดึงวัตถุ		
แรงดึงขึ้น	=	**แรงดึงลง**
E	=	W/2

7.3 การคำนวณรอก

1. รอกเดี่ยวตายตัวและรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ ตามรูป ก) และ ข) จะต้องออกแรงเท่าใดจึงจะยกของหนัก 20 N



.....

.....

.....

.....

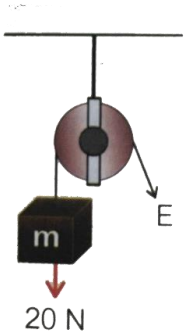
.....

.....

.....

ภาพที่ 28 ก) รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ .....

.....



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาพที่ 29 ข) รอกเดี่ยวตายตัว .....

7.4 จากภาพให้บอกการนำรอกไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ภาพ ก) ..... ภาพ ข) ..... ภาพ ค) .....

ภาพที่ 30 การนำรอกไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

8. ล้อและเพลา (wheel and axle)

8.1 ล้อและเพลา (wheel and axle) หมายถึง.....

.....

.....

.....

ภาพที่ 31 ตัวอย่างล้อและเพลาในชีวิตประจำวัน

8.2 หลักการของล้อและเพลา

เมื่อออกแรงพยายาม E ดึงเชือกให้ล้อหมุน 1 รอบ ด้วยรัศมี R ในขณะเดียวกันเพลาจะหมุนด้วยรัศมี r ซึ่งมีน้อยกว่ารัศมีของล้อ จะทำให้เกิดแรงหมุนที่เพลาดึงวัตถุหนัก W ขึ้น

สรุป : .....

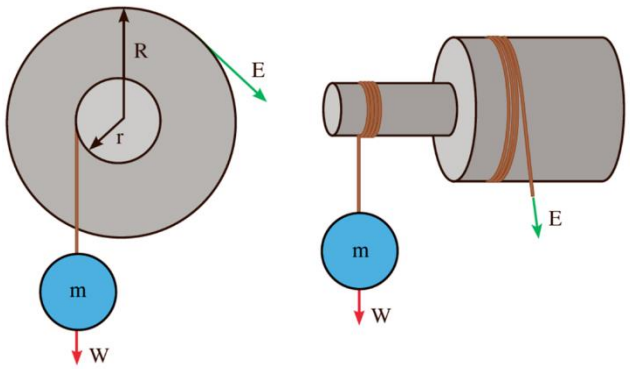
8.3 การคำนวณล้อและเพลา

โดยหลักการของงานสามารถนำมาอธิบายหลักการทำงานของล้อและเพลา ได้ดังนี้

งานที่ให้กับล้อ = งานที่ได้จากเพลา

$$ER = Wr$$
$$ER = mgr$$

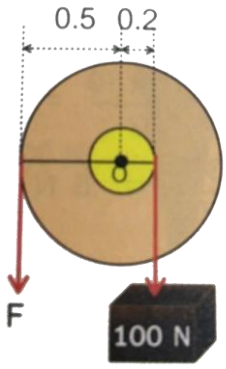
โดยที่ R = รัศมีของล้อ (แขนของแรง E) มีหน่วยเป็น เมตร (m)
r = รัศมีของเพลา (แขนของแรง W) มีหน่วยเป็น เมตร (m)
E = แรงพยายาม มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)
W = แรงต้านทาน (น้ำหนักวัตถุที่จะยก) มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)



ภาพที่ 32 หลักการคำนวณล้อและเพลา

8.4 การคำนวณล้อและเพลา

1. ล้อและเพลาดังรูป รัศมี 0.5 m และ 0.2 m ตามลำดับ ถ้าต้องการยกวัตถุหนัก 100 N จะต้องใช้แรงเท่าใดและเครื่องกลนี้ได้เปรียบเชิงกลเท่าใด



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ภาพที่ 33 การคำนวณล้อและเพลา .....
.....
.....

8.5 การนำล้อและเพลาไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ยกตัวอย่าง

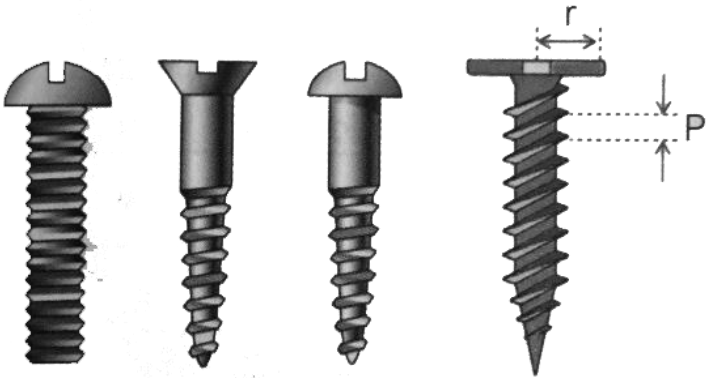
1. ..... 2. .....
3. ..... 4. .....
5. ..... 6. .....
7. ..... 8. .....
9. ..... 10. .....

9. สกรู (Screw)

9.1 สกรู (Screw) หมายถึง.....

.....

.....

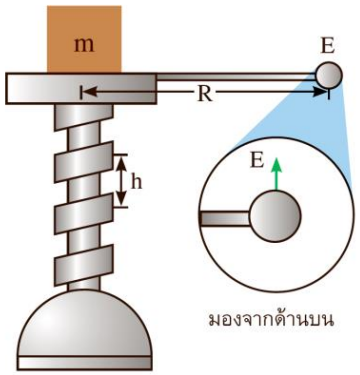


ภาพที่ 34 รูปแบบสกรูในชีวิตประจำวันแบบต่างๆ

9.2 หลักการของสกรู อาศัยหลักการดังนี้

จากภาพที่ 35 เมื่อแรงพยายาม (E) หมุนสกรูให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยรัศมี R ครบ 1 รอบ ทำให้ยกวัตถุมวล m สูงขึ้นเป็นระยะ h โดยหลักการของงาน สามารถนำมาอธิบายหลักการทำงานของสกรู ได้ดังนี้

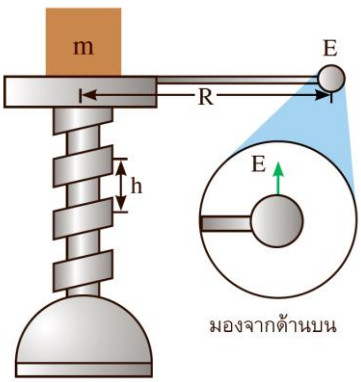
- ถ้าสกรูหมุน 1 รอบ ได้ระยะทาง = $2\pi r$
- วัตถุจะเคลื่อนที่ได้ 1 ระยะเกลียว (P) พอดี



ภาพที่ 35 หลักการของสกรู

สรุป : .....

9.3 สูตรการคำนวณของสกรู



ภาพที่ 36 ภาพประกอบสูตรคำนวณของสกรู

งานที่ให้กับสกรู = งานที่ได้จากสกรู

$$E \times 2\pi R = Wh$$
$$E \times 2\pi R = mgh$$

โดยที่ h = ระยะเกลียวของสกรู หน่วยเป็น เมตร (m)

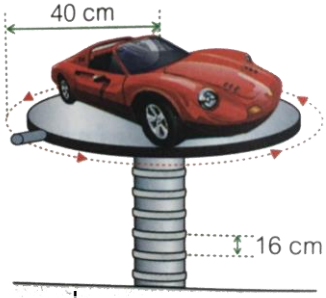
R = รัศมีแรงพยายามที่ทำให้สกรูเคลื่อนที่ หน่วยเป็น เมตร (m)

E = แรงพยายาม (แรงที่ใช้หมุนสกรู) หน่วยเป็น นิวตัน (N)

W = แรงต้านทาน (แรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของสกรู) หน่วยเป็น นิวตัน (N)

9.4 การคำนวณของสกรู

1. แม่แรงอันหนึ่งมีด้ามยาว 40 cm ถ้าหมุนคานไป 8 รอบ รถจะเคลื่อนที่สูงขึ้น 16 cm อยากทราบว่าต้องออกแรงเท่าใด จึงจะยกรถมวล 2,000 kg ได้ และแม่แรงนี้ได้เปรียบเชิงกลเท่าใด (g = 9.8 m/s^2)



ภาพที่ 37 การคำนวณสกรู

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9.5 การนำสกรูไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ยกตัวอย่าง

1. ..... 2. .....
3. ..... 4. .....
5. ..... 6. .....
7. ..... 8. .....
9. ..... 10. .....

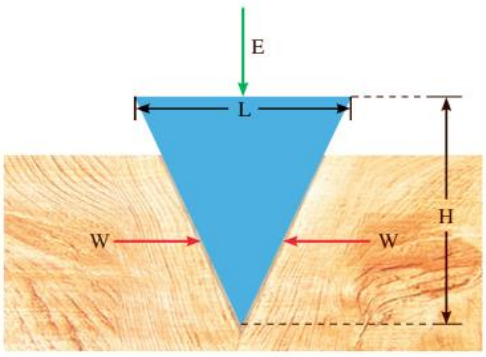
10. ลิ่ม (Wedge)

10.1 ลิ่ม (Wedge) หมายถึง.....

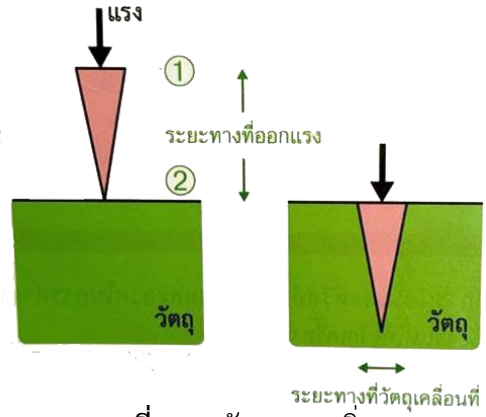
.....

.....

10.2 หลักการของลิ่ม คือ เมื่อออกแรงพยายาม E กระทำต่อลิ่มให้เคลื่อนที่เข้าไปในเนื้อวัตถุเป็นระยะ H ทำให้วัตถุแยกออกจากกันเป็นระยะ L ซึ่งภายในเนื้อวัตถุจะมีแรงต้านทาน W โดยหลักการของงานสามารถนำมาอธิบายหลักการทำงานของลิ่มได้ ดังนี้



ภาพที่ 38 หลักการคำนวณของลิ่ม



ภาพที่ 39 หลักการของลิ่ม

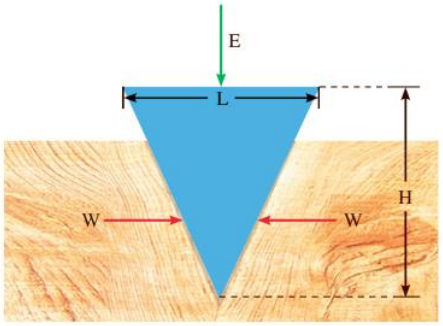
สรุป : .....

.....

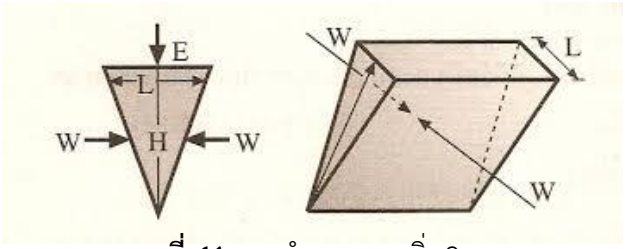
.....

.....

10.3 หลักการคำนวณของลิ่ม



ภาพที่ 40 การคำนวณของลิ่ม1



ภาพที่ 41 การคำนวณของลิ่ม2

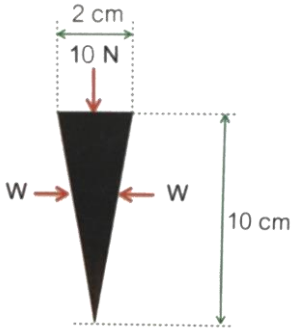
งานที่ให้กับลิ่ม = งานที่ได้จากลิ่ม

$$EH = WL$$

โดยที่ L = ความกว้างของลิ่ม หน่วยเป็น เมตร (m)
H = ความสูงของลิ่ม หน่วยเป็น เมตร (m)
E = แรงพยายาม (แรงที่ใช้ตอกลิ่ม) หน่วยเป็น นิวตัน (N)
W = แรงต้านทาน (แรงอัดในเนื้อไม้) หน่วยเป็น นิวตัน (N)

10.4 การคำนวณของลิ่ม

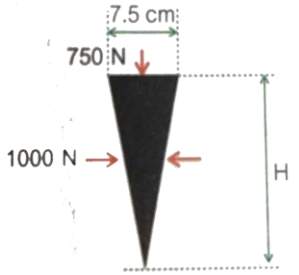
1. ออกแรง 10 N ตอกลิ่มอันหนึ่งมีลักษณะดังรูป ให้ลึกลงไปในเนื้อไม้ 10 cm ไม้แยกออกจากกัน 2 cm จงหาว่าเนื้อไม้มีแรงอัดเท่าใด



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ภาพที่ 42 การคำนวณของลิ่ม3

2. ออกแรงตอกลิ่ม 750 N ทำให้เนื้อไม้แยกออกจากัน 7.5 cm และมีแรงอัดจากเนื้อไม้ 1,000 N ออกทราบว่าลิ่มที่ตอกลงไปในเนื้อไม้จมลงไปเป็นระยะเท่าใด



.....
.....
.....
.....
.....
.....

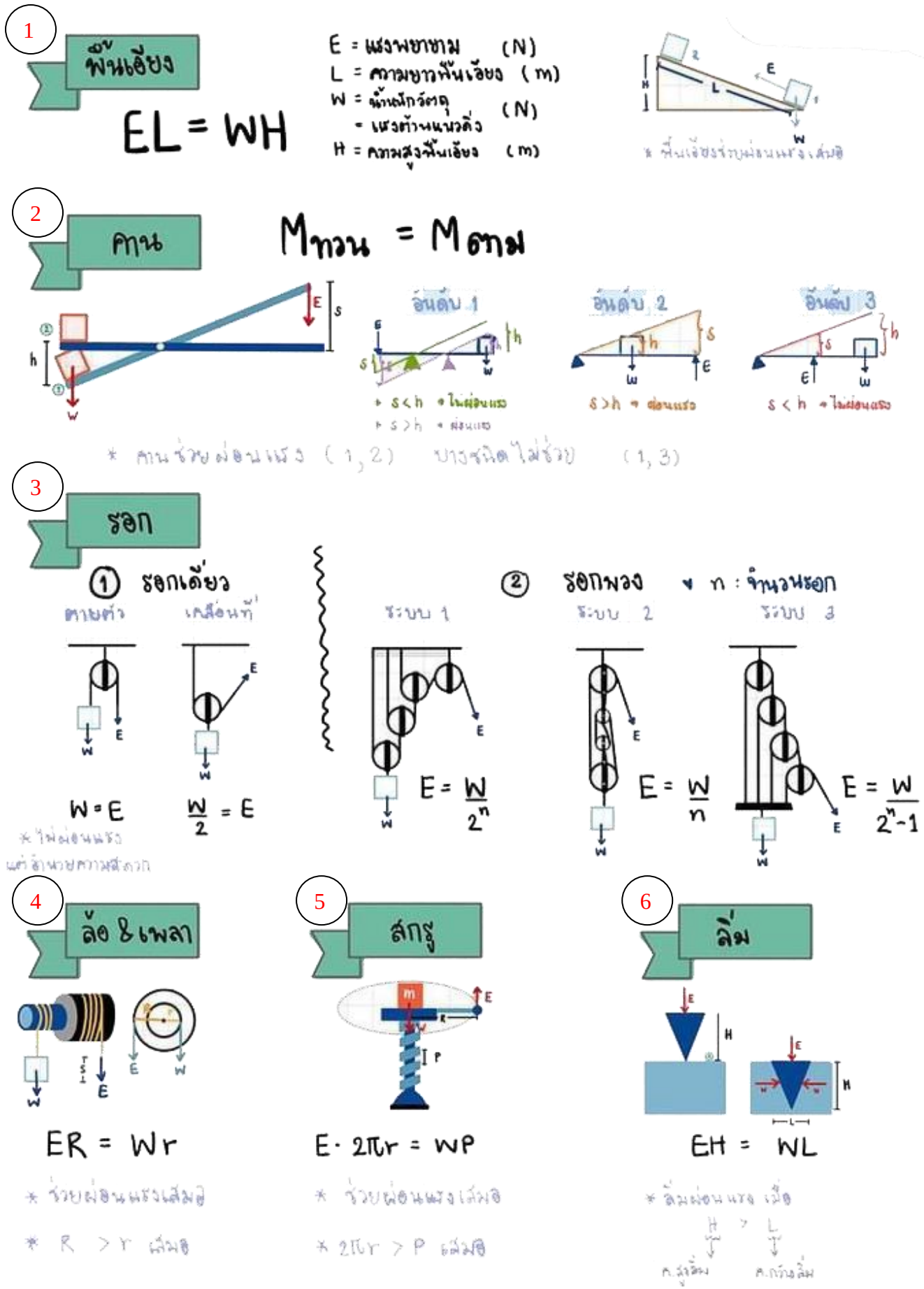
ภาพที่ 43 การคำนวณของลิ่ม4

10.5 การนำไปใช้ประโยชน์ เช่น .....

.....

.....

เกร็ดความรู้เพิ่มเติมสรุปสูตรคำนวณ เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย (simple machine) 6 ประเภท



ภาพที่ 44 สรุปสูตรคำนวณเครื่องกลอย่างง่าย 6 ประเภท