

บทที่ 1 งาน กำลัง และเครื่องกลอย่างง่าย

สาระสำคัญ

เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุและทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรงนั้นได้ จะทำให้เกิดงานทางวิทยาศาสตร์ขึ้น ถ้ามีแรงกระทำต่อวัตถุแล้ววัตถุไม่เคลื่อนที่ หรือมีแรงกระทำในแนวหนึ่งแต่วัตถุเคลื่อนที่ไปในทิศทางตั้งฉากกับแรงนั้น ถือว่า **ไม่เกิดงานทางวิทยาศาสตร์** งาน (Work) จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของแรงและระยะทางที่เคลื่อนที่ในแนวเดียวกับแรง โดยปริมาณงานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า **กำลัง (Power)**

เรื่องที่ 1.1 งาน (Work)

งาน (Work) ความหมายโดยทั่วไป เป็นการกระทำกิจกรรมหรือสิ่งใดๆ เพื่อที่จะได้รับซึ่งผลตอบแทน เช่น การรดน้ำต้นไม้ การเล่นฟุตบอล การวาดภาพ การล้างรถ การล้างจาน

ความหมายของงานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลจากการกระทำของแรงต่อวัตถุอย่างต่อเนื่อง และทำให้วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรงกระทำ แรงที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวราบแสดงว่าเกิดงาน ถ้าเราออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้ววัตถุไม่เคลื่อนที่ แสดงว่าไม่เกิดงาน

ดังนั้น การเกิดงานจะต้องมีแรงกระทำและระยะทางการเคลื่อนที่ที่เกี่ยวข้องเสมอ เช่น การออกแรงดันตู้เสื้อผ้าจากกลางห้องเลื่อนไปติดผนัง แต่ถ้าออกแรงดันแล้วตู้ไม่ขยับหรือเคลื่อนที่จากเดิมถือว่าไม่เกิดงาน

งาน (Work) คือ ปริมาณของพลังงานที่เป็นผลมาจากแรงซึ่งกระทำต่อวัตถุ ก่อนส่งผลให้วัตถุดังกล่าวเคลื่อนที่ไปตามแนวแรงได้ในระยะทางหนึ่ง โดยในระบบเอสไอ (SI) งานและพลังงานจะเป็นปริมาณสเกลาร์ (Scalar) มีหน่วยเป็น นิวตัน เมตร (N•m) หรือ จูล (J)

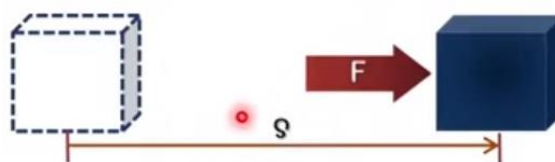
ปริมาณของงานขึ้นอยู่กับ

1. ขนาดของแรงที่ใช้
2. ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแนวแรง
3. ทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุตามแนวแรง การหาค่าปริมาณงาน

ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก

$W = F s$	W	เมื่อ คือ งาน มีหน่วยเป็น นิวตัน เมตร (N m) หรือ จูล (J)
	F	คือ ขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)
	S	คือ ขนาดของการกระจัดตามแนวแรง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

...งานของแรง (F) เป็นบวกเมื่อมีทิศเดียวกันกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ...

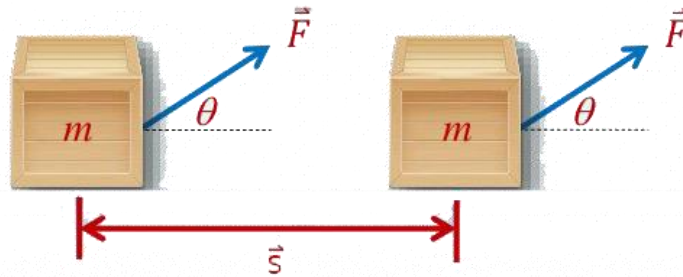


ภาพที่ 1 แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุตามแนวแรง

งาน (Work) สามารถมีค่าเป็นบวก เป็นลบ หรือเป็นศูนย์ได้ ทั้งนี้สามารถพิจารณาจากการแทนค่า s ลงในสมการ $W = Fs$ ได้ โดยให้ F มีค่าเป็นบวกเสมอ และ s จะมีค่าดังนี้

- s จะมีค่าเป็นบวก (+) เมื่อมีทิศทางเดียวกับทิศทางของแรง
- s จะมีค่าเป็นลบ (-) เมื่อมีทิศสวนทางกับทิศทางของแรง
- s จะมีค่าเป็นศูนย์ (0) เมื่อวัตถุไม่เคลื่อนที่ หรือตั้งฉากกับทิศทางของแรง

กรณีที่แรงกระทำต่อวัตถุ ไม่ได้อยู่ในแนวขนานกันกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ แต่มีทิศไปทางเดียวกัน ดังภาพ



ภาพที่ 2 แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุตามแนวแรงที่ทำมุมกับวัตถุ

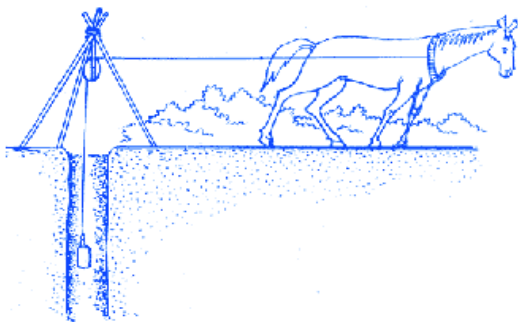
ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร

$W = F \cos \theta \cdot s$	เมื่อ	W	คือ งาน มีหน่วยเป็น นิวตัน เมตร (N m) หรือ จูล (J)
		F	คือ ขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)
		$\cos \theta$	คือ ขนาดของมุม ที่แรงกระทำต่อวัตถุ
		s	คือ ขนาดของการกระจัดตามแนวแรง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

เรื่องที่ 1.2 กำลัง (Power)

โดยทั่วไปการเปรียบเทียบสมรรถภาพของเครื่องยนต์ หรือความสามารถในการทำงานของคนเรา หรือเครื่องจักรจะไม่สามารถพิจารณาได้โดยตรงจากงานที่ทำได้ แต่พิจารณาได้จากงานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งเรียกทั่วไปว่า “กำลัง (Power)” ถ้ามีแรงภายนอกกระทำกับวัตถุในช่วงเวลาหนึ่ง และทำให้เกิดงาน เราสามารถหากำลังในช่วงเวลาดังกล่าวได้

กำลัง (Power) คือ อัตราการทำงานหรืองานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา โดยกำลังเป็นปริมาณสเกลาร์



ภาพที่ 3 อัตราการทำงานของม้าในหนึ่งหน่วยเวลา จึงเกิดเป็นกำลัง (Power)

สามารถคำนวณหาค่าได้จากสูตร

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv_{av}$$

เมื่อ

P คือ กำลัง มีหน่วยเป็น นิวตัน.เมตรต่อวินาที (Nm/s) หรือจูลต่อวินาที (J/s) หรือ วัตต์ (W)

W คือ งาน มีหน่วยเป็น นิวตัน เมตร (N m) หรือ จูล (J)

F คือ ขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

s คือ ขนาดของการกระจัด ตามแนวแรง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

v_{av} คือ ขนาดของอัตราเร็ว มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)

เกร็ดน่ารู้

ในอดีตมนุษย์นิยมใช้แรงงานจากสัตว์ เช่น ม้า แทนการใช้แรงงานจากมนุษย์หรือเครื่องจักร



ภาพที่ 4 การใช้ม้าแทนการใช้แรงงานจากมนุษย์หรือเครื่องจักร

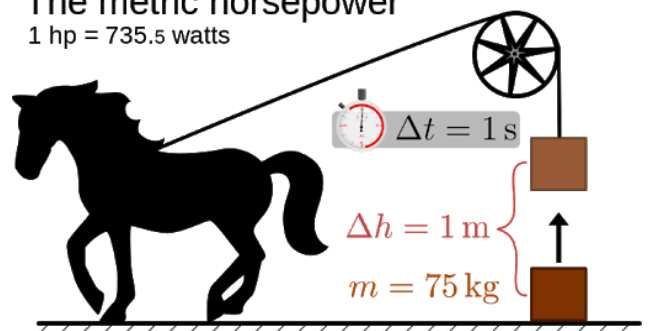
กำลังม้า (Horsepower : Hp) หรือคนไทยเรียกว่า แรงม้า

เป็นหน่วยที่ใช้บอกกำลังเครื่องยนต์ เพื่อเปรียบเทียบกับกำลังที่ได้จากเครื่องจักรไอน้ำกับกำลังม้าที่ใช้ลากจูงหรือยกสิ่งของในงานเกษตรกรรม กำลังม้าเทียบได้กับการให้ม้านั่งวัตถุที่มีมวล 75 kg หรือมีน้ำหนัก 735.5 N ให้สูงขึ้นมา 1 m ในเวลา 1 วินาที

ดังนั้น 1 กำลังม้า มีขนาดเท่ากับ 735.5 วัตต์

The metric horsepower

1 hp = 735.5 watts



ภาพที่ 5 หน่วยของกำลังม้าหรือแรงม้า

ใบงานที่ 1 เรื่อง งาน (Work)

คำชี้แจง : ให้นักเรียนวิเคราะห์เนื้อหาสาระที่เรียนมา และเขียนคำตอบให้ถูกต้องสมบูรณ์

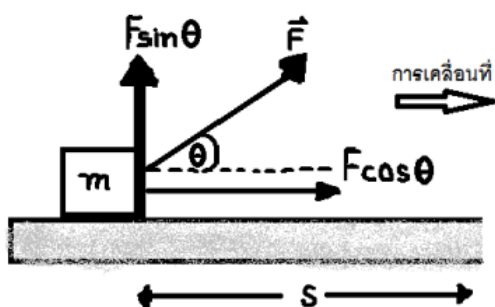
1. การเกิดงานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง
.....
.....
2. เหตุการณ์ต่อไปนี้เกิดทางวิทยาศาสตร์ หรือไม่

2.1 เตะลูกฟุตบอลเข้าประตู.....	2.5 เซ็นครกขึ้นภูเขา.....
2.2 ยกของขึ้นวางทำยรถกระบะ.....	2.6 ถีบคบเพลิงวิ่งรอบสนามฟุตบอล.....
2.3 หัวกระเป๋าน้ำตบุดเดินขึ้นบันได.....	2.7 ยกรถเข็นซื้อของใน BigC.....
2.4 ยกกล่องหนังสือขึ้นลิฟท์จากชั้น1ไปชั้น4.....	2.8 ดันตู้เก็บอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไปชิดผนังห้อง แต่ไม่เคลื่อนที่.....
3. เราสามารถหาขนาดของงาน (Work) ทางวิทยาศาสตร์ได้จาก.....
.....

เขียนเป็นสมการจะได้

เมื่อ คือ ขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุให้เกิดงาน มีหน่วยเป็น.....
 คือ ระยะการกระจัดตามแนวแรง มีหน่วยเป็น.....
 คือ งานทางวิทยาศาสตร์ มีหน่วยเป็น.....

4. จากรูป จงหางานที่เกิดขึ้นในรูปของสมการ



งาน (W) = x ระยะวัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรง (s)
โดย θ คือ.....

ยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

1.
2.
3.

ภาพที่ 6 งานที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุ

5. งานของเด็กชายนฤบดีที่กระทำต่อวัตถุ เมื่อแบกถุงยังชีพมวล 10 กิโลกรัม ไ้บนป่าเดินขึ้นสะพานลอยข้ามถนนซึ่งสูง 5 เมตร ยาว 30 เมตร (กำหนดให้ 1 กิโลกรัม = 15 นิวตัน (N))
 - 5.1 เมื่อเดินขึ้นสะพาน.....
 - 5.2 เมื่อเดินบนสะพาน.....
 - 5.3 เมื่อเดินลงสะพาน.....
 - 5.4 งานทั้งหมดที่แบกถุงยังชีพเดินขึ้นสะพานเพื่อข้ามถนน.....
6. ให้นักเรียนอธิบายที่มาหน่วยของงานทางวิทยาศาสตร์ คือ $\frac{Kg.m^2}{s^2}$ ดังนี้.....
.....

7. คนแบกกล่องหนัก 15 นิวตัน เดินไปทางทิศตะวันออก 5 เมตร แล้วเดินไปทางทิศเหนืออีก 4 เมตร งานเนื่องจากคนแบกกล่องเป็นเท่าใด

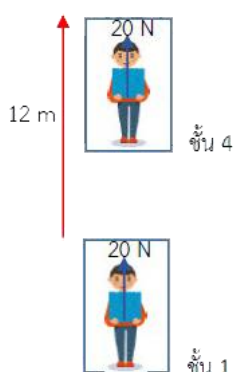
.....

.....

.....

.....

8. นักเรียนถือหนังสือเรียนหนัก 20 นิวตัน ขึ้นลิฟท์จากชั้น 1 ไปยังชั้น 4 ซึ่งอยู่สูงจากพื้น 12 เมตร งานเนื่องจากแรงที่นักเรียนถือหนังสือเป็นเท่าใด



.....

.....

.....

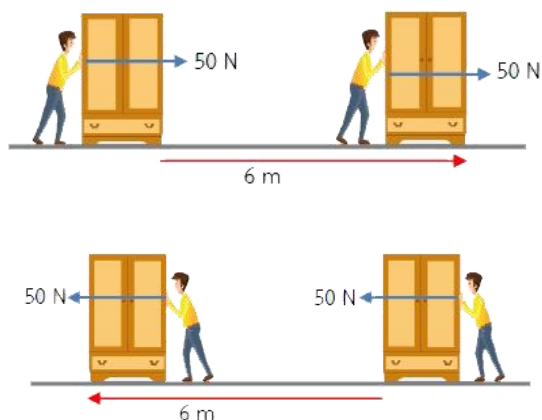
.....

.....

.....

ภาพที่ 7 นักเรียนถือหนังสือขึ้นลิฟท์

9. นักเรียนจัดห้องโดยเข็นตู้เก็บของด้วยแรง 50 นิวตัน จากมุมห้องด้านหนึ่งไปยังมุมห้องด้านตรงข้ามได้ ระยะทาง 6 เมตร จากนั้นนักเรียนเปลี่ยนใจเข็นตู้เก็บของกลับมาไว้ที่มุมเดิมด้วยแรงเท่าเดิม งานเนื่องจากแรงที่กระทำต่อตู้เก็บของเป็นเท่าใด



.....

.....

.....

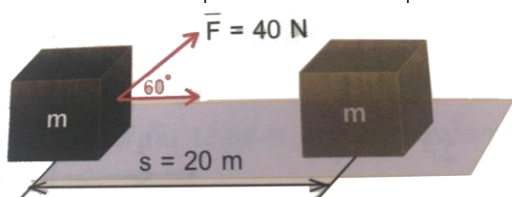
.....

.....

.....

ภาพที่ 8 เข็นตู้เก็บของขาไปและกลับมาไว้ที่เดิม

10. ออกแรงดึงวัตถุไป 40 นิวตัน ทำมุม 60 องศา วัตถุเคลื่อนที่ที่ระยะทาง 20 เมตร งานที่เกิดขึ้นเป็นเท่าใด



.....ภาพที่ 9 ออกแรงดึงวัตถุทำมุม.....

.....

.....

11. ออกแรง 40 นิวตัน ดึงวัตถุที่วางอยู่บนพื้นราบเกลี้ยง ในแนวทำมุม 60 องศา กับแนวระดับ เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ไปตามพื้นราบได้ไกล 10 เมตร งานของแรงที่ดึงวัตถุมีขนาดเท่าใด

.....

.....

.....

.....

12. ยกกล่องหนัก 20 นิวตัน เดินขึ้นบันได 10 ขั้น โดยแต่ละขั้นสูงชันละ 20 เซนติเมตร จงหางานที่เกิดจากการยกกล่อง

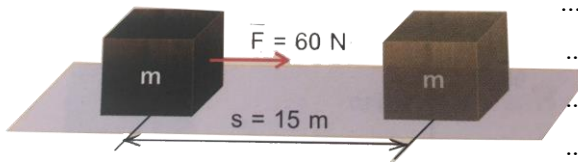
.....

.....

.....

.....

13. ออกแรงผลักกล่องด้วยแรง 60 N ทำให้กล่องเคลื่อนที่ไปได้ระยะทาง 15 m ตามแนวราบ จะได้งานเท่าใด



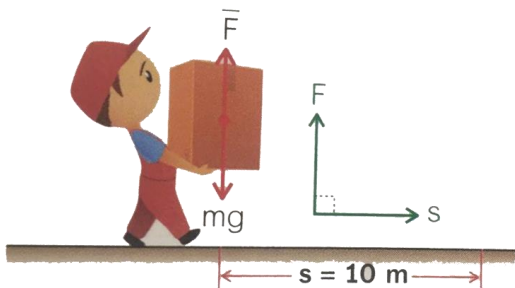
.....ภาพที่ 10 ออกแรงผลักกล่อง.....

.....

.....

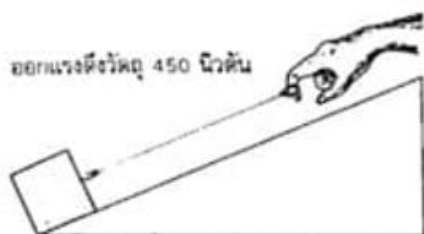
.....

14. ชายคนหนึ่งแบกกล่องหนัก 12 kg เดินไปตามพื้นราบเป็นระยะทาง 10 m งานที่เกิดจากชายคนนี้ทำการแบกกล่องมีค่าเท่าใด



ภาพที่ 11 การแบกกล่อง

15. จากภาพที่ 12 ถ้างานที่ได้จากการดึงวัตถุขึ้นพื้นเอียงเท่ากับ 1,350 จูล ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้มีค่าเท่าใด



ภาพที่ 12 ออกแรงดึงวัตถุ 450 N

.....

.....

.....

.....

6. รถทดลองคันหนึ่งมีกำลัง 60 วัตต์ ถ้าวัดรถทดลองคันนี้เคลื่อนที่ได้ระยะทาง 3 เมตร ใช้เวลา 2 วินาที แรงขับเนื่องจากเครื่องยนต์ที่ทำให้รถทดลองเคลื่อนที่เป็นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

7. เครื่องยกของเครื่องหนึ่งมีกำลัง 500 วัตต์ ถ้ายกสิ่งของขึ้นหนึ่งหนัก 600 นิวตัน ได้สูง 3 เมตร จะใช้เวลาในการยกสิ่งของขึ้นนี้เท่าใด

.....

.....

.....

.....

8. ความร้อนจากตะเกียงแอลกอฮอล์ทำให้น้ำมวล 60 กรัม อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 80 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 2 นาที กำลังของตะเกียงแอลกอฮอล์นี้เป็นเท่าใด **กำหนดให้** ความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 4.2 จูลต่อกรัม องศาเซลเซียส

.....

.....

.....

.....

9. หัวรถจักรคันหนึ่งมีกำลัง 5,000 วัตต์ สามารถออกแรงฉุดวัตถุให้เคลื่อนที่ได้ด้วยแรง 250 นิวตัน จงหาอัตราเร็วเฉลี่ยของวัตถุนั้น

.....

.....

.....

.....

10. เครื่องยกของหนัก 3×10^5 นิวตัน ขึ้นไปสูงจากพื้น 8 เมตร ด้วยความเร็วคงที่ในเวลา 40 วินาที จงหา กำลังที่เครนใช้

.....

.....

.....

.....

11. หัวรถจักรมีกำลัง 100 แรงม้าสามารถออกแรงจุดได้ 2,984 นิวตัน จงหาอัตราเร็วของการเคลื่อนที่ของรถ

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

12. ช้างลากซุงขนาดใหญ่ได้งาน 680 จูล ภายใน 40 วินาที ช้างตัวนี้มีกำลังในการลากซุงเท่าใด

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

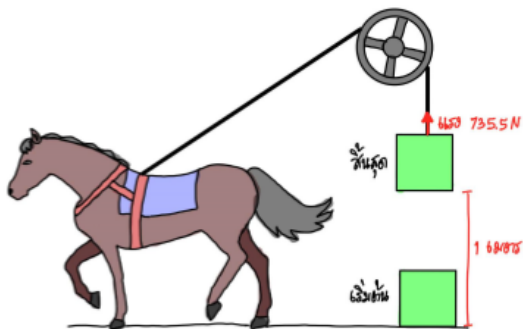
13. ทหารคนหนึ่งวิดพื้น โดยแต่ละครั้งจะเริ่มตันท่อน้ำออกชิดพื้นแล้วออกแรงผลักพื้น 500 นิวตัน จากนั้นเหยียดแขนจนสุด โดยให้หน้าอกสูงจากพื้น 40 เซนติเมตร ถ้าน้ำหนักของทหารคนนี้เท่ากับ 700 นิวตัน ในการดันพื้นในการยกตัวขึ้นแต่ละครั้ง ทำให้เกิดงานได้เท่าใด

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

14. จงหา กำลังของวัตถุที่ถูกทำให้เกิดงาน 100 จูล ในเวลา 20 วินาที

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

15. ม้าตัวหนึ่งออกแรงดึงกล่องหนัก 735.5 นิวตัน ขึ้นในแนวตั้งได้ระยะทาง 1 เมตร ใช้เวลา 1 วินาที ดังภาพ ม้าตัวนี้มีกำลังเท่าใด



ภาพที่ 13 ม้าออกแรงดึงกล่อง

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

16. 1 กำลังม้า (Horsepower : Hp) มีค่าเท่ากับ..... วัตต์ (Watt : W)