

งานและพลังงาน

by พีกีม พิริวัสดุ พิบูลย์วรกุล

บทที่ 1 งานและพลังงาน

1.1. งาน (Work:W)

“ฉันจะไปทำงานวันนี้”
“เรอจะไปทำงานที่ไหน”
“ฉันทำงานไปเยอะเลยนะ”

อะไรคืองานในความเข้าใจของเรา “งาน” ในภาษาปักษ์มีหลายความหมาย แต่ในวิชาพิสิกส์เนี่ย คำว่า “งาน” นั้นมีความหมายที่ซัดเจน ซึ่งความก้าวหน้าของคำว่างานภาษาปักษ์ ทำให้เกิดความสับสนกับน้องๆ หลายคนเมื่อเราต้องเจอกับความหมายที่ซัดเจนในทางพิสิกส์

มาพูดถึงงานในความหมายเชิงภาษาปักษ์ของเราก่อน ถ้าเรารู้กว่าเราทำงาน เช่น “ฉันพึ่งทำงานบ้านเสร็จมาแหะนะ” ถ้าผลที่ได้คือบ้านสะอาดมากขึ้น ก็ถือว่าเราได้ออกงาน แต่ถ้าบ้านไม่ได้สะอาดขึ้น แสดงว่าเราไม่ได้ออกงาน มิหนำซ้ำถ้าบ้านรกมากขึ้น แสดงว่าไม่ใช่แค่เรามาไม่ออกงาน แต่เรายังทำให้เสียงานอีก หรือเราจะออกงานก็ได้นะ แต่เพียงในบ้านอาจจะมีสัตว์เลี้ยงน่ารักอยู่ทำให้บ้านรกอยู่ดี พอพิจารณาผลลัพธ์แล้ว ก็ถือว่าเสียงานอยู่ดี น้องๆ อาจจะพอเห็นถึงหลักการสำคัญที่เราสามารถดึงมาจากภาษาปักษ์ได้เกี่ยวกับงานมากขึ้นแล้วไม่มากก็น้อย

คราวนี้ถ้าสมมติเราพึ่งออกงานกับการทำงานบ้านไปหมดๆ แล้วเพื่อนเรารู้ดันถามว่า “งานที่เรือออกเมื่อ กี่ ทำการบ้านไปได้กี่ข้อแล้วอะ” น้องก็คงจะงงไม่น้อย เพราะงานที่น้องพึ่งลงแรงทำล้มไปคือ “งานบ้าน” แต่มันเกี่ยวอะไรกับการบ้านล่ะ? ก็มันไม่เกี่ยวไง เพราะฉะนั้นจำไว้ว่าเวลาเราเอาร่างทำงานกับอะไรไป งานที่เกิดขึ้นจากแรงนั้นก็จะมีเพียงแค่งานจากสิ่งที่เราได้ทำลงไปเท่านั้น



คำว่า “งาน” เองนั้นมีเราพูดถึงในพิสิกส์แล้ว เรามองว่าแรง (F) เป็นความต้องการที่จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนตำแหน่งได้ ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ไปตามทิศของแรงที่ดันก็ถือว่างานเกิดตามความต้องการของแรงนั้นแล้ว ถ้าให้เปรียบเทียบกับที่อธิบายเมื่อกี้ล่ะก็ ถ้าเราออกแบบทำงานบ้าน งานที่จะเกิดคืองานบ้าน เปรียบได้ว่าเราพึงลงมือกวาดบ้านไปแสดงว่าสำเร็จตามจุดประสงค์ของการออกแบบ ดังนั้นงานที่เกิดขึ้นจากแรง F จึงเป็นมาก

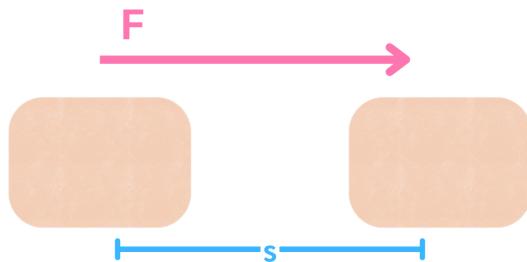
นิยามของงาน

นิยามคำว่างานในพิสิกส์ คือ “แรงคุณกิ๊บระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ตามทิศของแนวแรง” เขียนเป็นสมการได้ว่า

$$W = \vec{F} \cdot \vec{s} = Fs \cos \theta$$

เมื่อ θ คือมุมระหว่าง เวกเตอร์ \vec{F} และ เวกเตอร์ \vec{s}

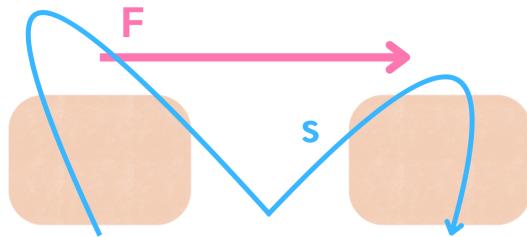
จะเห็นได้ว่า งานเกิดขึ้นจากการ dot ของเวกเตอร์แรง และระยะทาง? แต่ระยะทางเป็นปริมาณ สเกลาร์หนึ่ง แล้ว จากรากฐานที่บอกว่า มันคือการ dot ของแรงและระยะทางในแนวแรง สรุปมันคือระยะทางหรือการกระจัดกันแน่? น้องๆ ลองพิจารณาภาพนี้นะ



$$W = FS$$

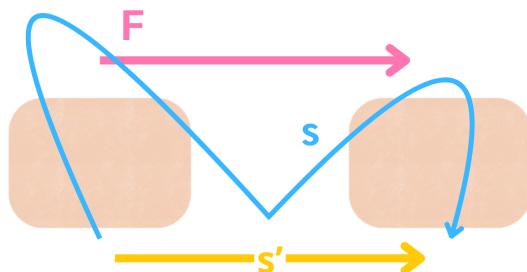
เราจะเห็นว่าภาพนี้ กล่องได้เคลื่อนที่ไปในทิศของแรงเป็นระยะ s โดยที่การกระจัดของเวกเตอร์นี้ก็คือเส้นทางการเคลื่อนที่เลย แสดงว่างานจากแรงที่เกิดขึ้นก็คือ $W = Fs$ ได้เลย

จั๊น ถ้าแบบนี้ล่ะ



$$W = ?$$

คราวนี้กล่องไม่ได้เคลื่อนที่ตามแนวแรงอย่างเดียวแล้ว มันมีการเคลื่อนที่ขึ้นลงด้วย จั๊นเราจะคำนวณงานยังไงดี ลองนึกย้อนกลับไปในนิยามของงานว่า นิยามคำว่างานในฟิสิกส์ คือ “แรงคูณกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ตามทิศของแนวแรง” ซึ่งหากเราพิจารณาระยะทางตามแนวแรงแล้วล่ะก็ เราจะได้ระยะทางนั้นตามภาพนี้

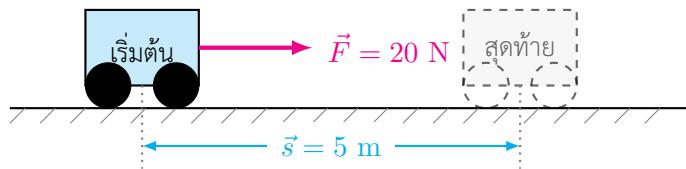


$$W = ?$$

เท่านี้เราก็จะเห็นว่า ระยะทางตามแนวแรง แท้จริงแล้วคือ การกระจัดในแนวแรงนั่นเอง (เพราะเราต้องพิจารณาระยะทางในเวอร์ชันที่มีทิศทางมาเอี่ยวด้วย) ดังนั้นเรามึงได้ว่า งานจากรูปข้างต้นคือ

$$W = \text{เวกเตอร์แรง} \cdot \text{เวกเตอร์การกระจัดในแนวแรง} = \vec{F} \cdot \vec{s}' = Fs'$$

ตัวอย่าง 1.1. ออกแรงผลักรถเข็นด้วยแรงคงที่ขนาด 20 นิวตัน ให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้าในแนวเส้นตรงเป็นระยะทาง 5 เมตร จงหางานที่เกิดขึ้นจากแรงนี้



วิธีทำ จากโจทย์กำหนดให้:

- ขนาดของแรง $F = 20 \text{ N}$
- ขนาดของการกระจัด $s = 5 \text{ m}$
- แรงและการกระจัดมีทิศเดียวกัน (มุม $\theta = 0^\circ$ ทำให้ $\cos 0^\circ = 1$)

ดังนั้นเราสามารถคูณแรงกับระยะทางได้เลย จากสูตร:

$$W = Fs$$

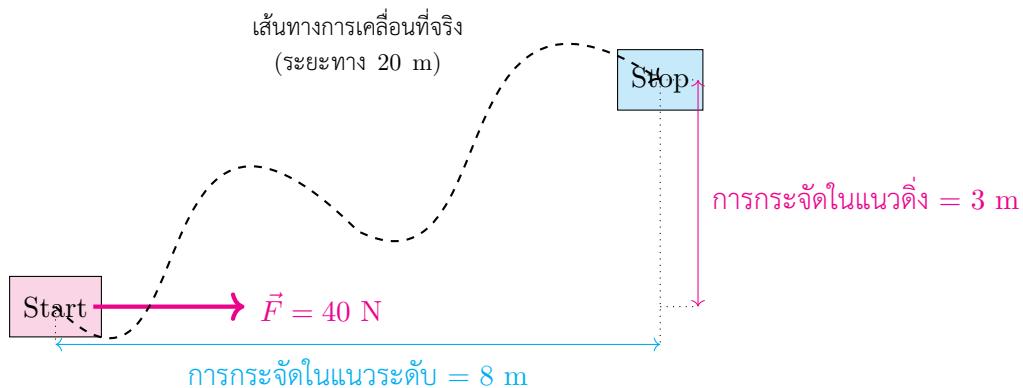
แทนค่า:

$$\begin{aligned} W &= (20)(5) \\ &= 100 \text{ จูล} \end{aligned}$$

ตอบ งานที่ทำได้มีค่าเท่ากับ 100 จูล

ตัวอย่าง 1.2. เด็กชายเดงอกแร่งผลักกล่องด้วยแรงคงที่ขนาด 40 นิวตัน ในทิศทางไปทางขวา (แนวระดับ) ตลอดเวลา แต่เนื่องจากพื้นชuruและลื่นไถล ทำให้กล่องเคลื่อนที่แบบสะบัดสะปะ (โยกซ้ายขวาและไถลขึ้นลงเนินลงเนิน) เป็นเส้นทางคดเคี้ยวรวมระยะทางยาว 20 เมตร

สุดท้ายแล้ว กล่องไปหยุดอยู่ที่ตำแหน่งซึ่งห่างจากจุดเริ่มต้นไปทางขวา 8 เมตร และอยู่สูงกว่าจุดเริ่มต้น 3 เมตร งานที่เด็กชายเดงทำ



วิธีทำ หัวใจสำคัญของเรื่องงานคือ เราสนใจเฉพาะระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ “ในแนวเดียวกับแรง” เท่านั้น

- แรง \vec{F} มีทิศไปทางขวา (แนวระดับ)
- ดังนั้น เราต้องมองหาว่าวัตถุขยับไปทางขวา ได้เท่าไหร่

จากโจทย์:

- ระยะทางรวมที่วิ่งวนไปมา = 20 เมตร \rightarrow **ไม่ใช่** เพราะแรงไม่ได้ดันไปตามเส้นโค้งนั้นตลอด
- ความสูงที่เปลี่ยนไป = 3 เมตร \rightarrow **ไม่ใช่** เพราะแรงผลักไปทางขวา ไม่ได้ออกแรงยกขึ้น
- ระยะที่ขยับไปทางขวา (การกระจัดในแนวแรง) = 8 เมตร \rightarrow **ใช้ตัวนี้!**

คำนวณงาน:

$$W = \text{แรง} \times \text{การกระจัดในแนวแรง}$$

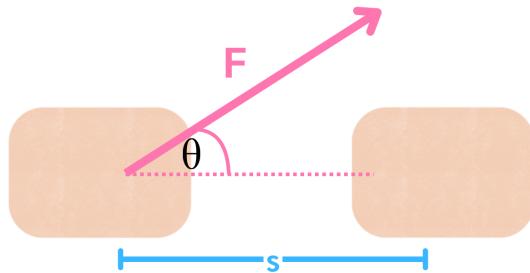
$$W = F \times s_{\text{ราบ}}$$

$$W = 40 \text{ N} \times 8 \text{ m}$$

$$W = 320 \text{ จูล}$$

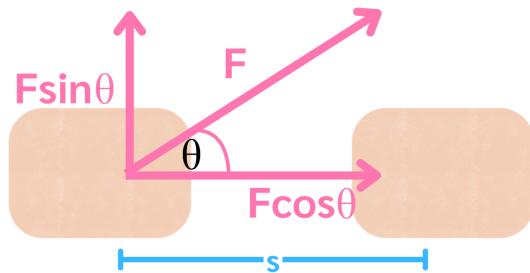
ตอบ งานที่เด็กชายเดงทำเท่ากับ 320 จูล

คราวนี้เราจะเริ่มเห็นแล้วว่า ที่แท้ๆงานเนี่ยมันก็แค่การคูณของแรงกับการกระจัดในแนวแรงนั้นเท่านั้น จังเราลองพิจารณาภาพนี้ดูซิ คราวนี้เราจะลองทางานโดยพยายามมองการเคลื่อนที่ให้เป็นการกระจัดตามแนวแรง แต่สำหรับข้อ



$$W = ?$$

แบบนี้เราควรจะเปลี่ยนมุมมองกันซักหน่อย หากเราลองเปลี่ยนเป็นการมองว่า องค์ประกอบแรงที่เราออกนั้น ทำให้กล่องนี้เคลื่อนที่ไปได้เป็นระยะทาง s จะง่ายกว่าไหม?

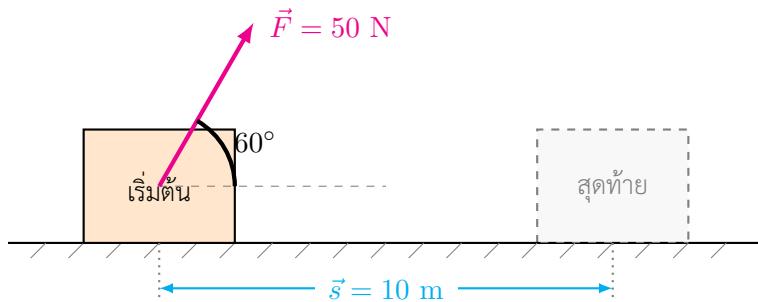


$$W = ?$$

คราวนี้เราจะก็จะมองว่า องค์ประกอบของแรงที่เราออกเท่านั้นที่มีผลต่อการเคลื่อนที่นี้ โดยจากรูปข้างบน แรงที่แท้จริงที่ทำให้กล่องเคลื่อนที่ไปได้คือ $F \cos \theta$ ดังนั้นงานที่เราหาได้จากข้อนี้คือ

$$W = F s \cos \theta$$

ตัวอย่าง 1.3. จงหางานจากแรงขนาด 50 นิวตัน ที่กระทำต่อกล่องใบหนึ่งในทิศทางทำมุม 60° กับแนวระดับ ทำให้กล่องเคลื่อนที่ไปตามพื้นราบเป็นระยะทาง 10 เมตร



วิธีทำ จากโจทย์กำหนดให้:

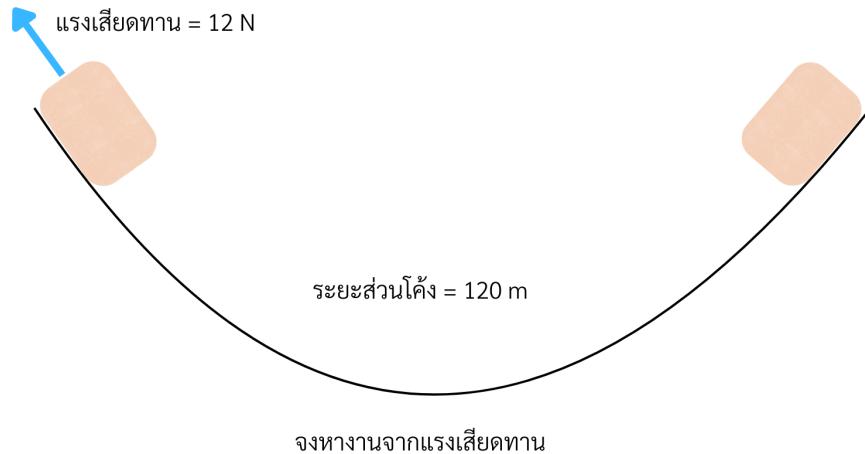
- ขนาดของแรง $F = 50 \text{ N}$
- ขนาดของการกระจัด $s = 10 \text{ m}$
- มุมระหว่างแรงและการกระจัด $\theta = 60^\circ$

จากสมการงาน $W = Fs \cos \theta$ จะได้:

$$\begin{aligned} W &= (50)(10) \cos 60^\circ \\ &= (500) \left(\frac{1}{2}\right) \\ &= 250 \text{ จูล} \end{aligned}$$

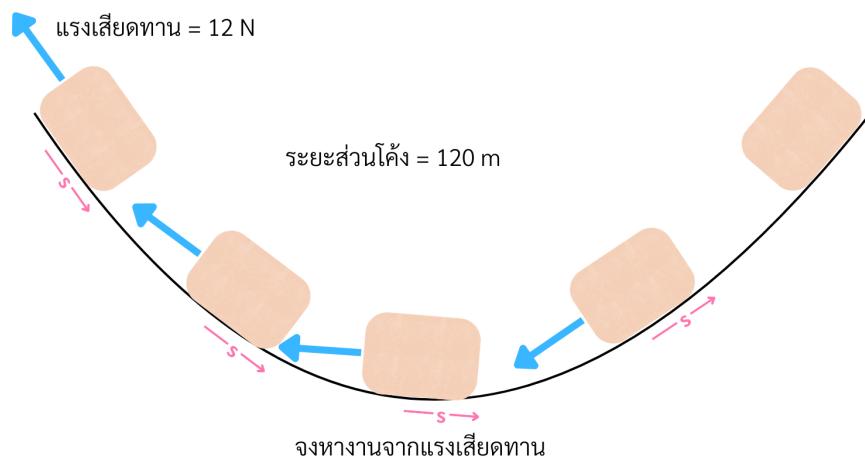
ตอบ งานที่ทำโดยแรงนี้เท่ากับ 250 จูล

ตอนนี้เราจึงรู้แล้วว่า เราสามารถพิจารณาเพียงแค่องค์ประกอบของแรงที่มีทิศเดียวกับการกระจัดได้ งั้นคราวนี้ลองดู เคสนี้



จงหางานจากแรงเสียดทาน

เราจะคำนวณหางานจากแรงเสียดทานได้อย่างไร ถ้าเวกเตอร์ของแรงก็ไม่คงที่ (เพราะทิศเปลี่ยนตลอด) และเวกเตอร์การกระจัดก็ไม่คงที่ เช่นเดียวกัน ? เราจะพิจารณาทุกๆ แนวการเคลื่อนที่ ที่มีเวกเตอร์เดียวกับทุกๆ แนวแรง ดังนี้



ฉะนั้น เราจะได้ว่า งานจากแรงเสียดทานคือ

$$W = -f \times \text{ระยะทางตามแนวโค้ง} = -(12 \text{ N})(120 \text{ m}) = -1,440 \text{ จูล}$$

(เครื่องหมายลบแสดงถึงการสูญเสียพลังงานออกจากระบบ หรือแรงกระทำในทิศตรงข้ามการเคลื่อนที่)

ทำไมถึงคุณกันตื้อๆ ได้เลย?

ถึงแม่ทิศทางของแรงและการกระจัดจะเปลี่ยนไปตลอดเวลาตามเส้นทางโค้ง แต่สิ่งที่ “ไม่เปลี่ยน” คือ “มุม” ระหว่างแรงเสียดทานกับทิศการเคลื่อนที่ ซึ่งจะทำมุม 180° (สวนทาง) เสมอ ตลอดทุกช่วงสั้นๆ ของการเคลื่อนที่

เมื่อเราแบ่งเส้นทางโค้งออกเป็นส่วนเล็กๆ (Δs) และทำงานมาร่วมกัน จะได้:

$$W_{\text{รวม}} = \sum(f \cdot \Delta s \cdot \cos 180^\circ) = -f \sum \Delta s$$

ซึ่ง $\sum \Delta s$ ก็คือ ความยาวของเส้นทางเดินทั้งหมด (ระยะทาง) นั่นเอง

เกร็ดความรู้: แรงอนุรักษ์ vs แรงไม่อนุรักษ์

จากตัวอย่างเรื่องงานของแรงเสียดทานบนทางโค้ง ทำให้เราแบ่งแรงในธรรมชาติออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ตามพฤติกรรมการเกิดงาน

1. **แรงอนุรักษ์ (Conservative Force):** คืองานที่ทำโดยแรงนี้ ไม่ขึ้นกับเส้นทาง แต่ขึ้นอยู่กับจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายเท่านั้น เช่น

- **แรงโน้มถ่วง:** ไม่ว่าจะยกของขึ้นตรงๆ หรือลากขึ้นพื้นเอียง ถ้าความสูงเท่ากัน งานจากแรงโน้มถ่วงจะเท่ากัน (mgh)
- **แรงสปริง:** งานขึ้นอยู่กับระยะยืดหดสุดท้าย ไม่ว่าจะดึงยืดแล้วหดไปมากกี่ครั้งตาม

2. **แรงไม่อนุรักษ์ (Non-Conservative Force):** คืองานที่ขึ้นอยู่กับเส้นทาง ยิ่งเดินทางไกล งานยิ่งมาก เช่น

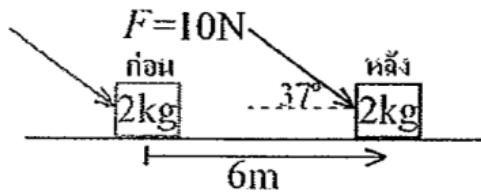
- **แรงเสียดทาน:** เมื่อันตัวอย่างข้างบนเลย ยิ่งเราลากกล่องวนไปมาไกลแค่ไหน เรา yi่งเหนื่อยมากเท่านั้น เพราะงานของแรงเสียดทานแปรผันตรงกับระยะทางจริงๆ ที่เคลื่อนที่
- **แรงคนดัน/แรงเครื่องยนต์:** ขึ้นอยู่กับระยะที่ออกแรงจริง

ข้อสังเกต: งานของแรงอนุรักษ์เมื่อเคลื่อนที่ครบหนึ่งรอบ (กลับมาจุดเดิม) จะมีค่าเป็น ศูนย์ แต่งานของแรงเสียดทานจะไม่เป็นศูนย์ (เสียพลังงานไปเรื่อยๆ)

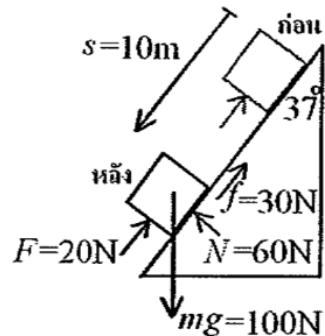
แบบฝึกหัด

- วัตถุหนึ่งถูกแรงขนาด F กระทำจนเคลื่อนที่ได้การกระจัด s โดยทิศของแรงทำมุ่ง θ กับแนวการเคลื่อนที่ จงเขียนสมการการทำงานในกรณีทั่วไป
 - จงหางานที่เกิดขึ้นในกรณีต่อไปนี้ โดยระบุหน่วยให้ถูกต้องในระบบ SI:
 - ออกแรงผลักกล่อง 20 นิวตัน ไปข้างหน้าเป็นระยะทาง 5 เมตร ในทิศทางเดียวกับแรง
 - แบกของหนัก 100 นิวตัน แล้วเดินไปตามแนวราบเป็นระยะทาง 10 เมตร
 - ออกแรงดึงรัดด้วยแรง 50 นิวตัน ในทิศทำมุ่ง 60° กับแนวระดับ จนรัตนเคลื่อนที่ไปได้ 10 เมตร
 - แรงเสียดทาน (f) ที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุเคลื่อนที่ จะทำให้เกิดงานที่มีเครื่องหมายเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด? (อ้างอิงจากหลักการแรงต้านการเคลื่อนที่)

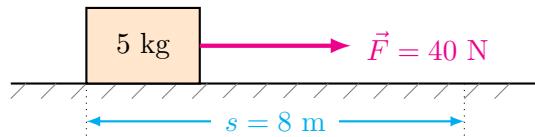
4. จากรูป แรง F ดันวัตถุด้วย ขนาด และ ทิศ คงที่ ตลอดการเคลื่อนที่ จากซ้ายไปขวา 6 เมตร ด้วยความเร็วคงที่ คำสั่งคือ จงหางานของ แรง F , แรงน้ำหนัก (mg) , แรงตั้งฉาก (N) และแรงเสียดทาน f



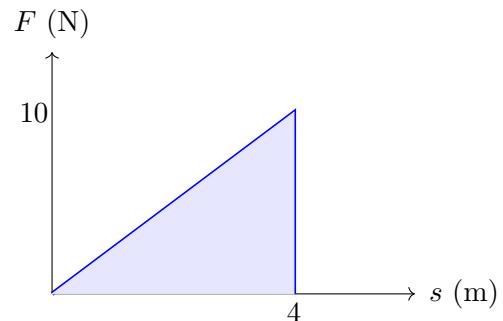
5. จากรูป ออกแรงคงที่ F เพื่อที่จะดันวัตถุให้ขึ้นไปตามพื้นเอียง แต่เกียร์สูน้ำหนักของวัตถุไม่ได้ วัตถุจึงไหลลงมาจากพื้นเอียง 10 เมตร คำนวณคือ แรง F, f, N, mg แต่ละแรงทำงานไปเท่าไหร่



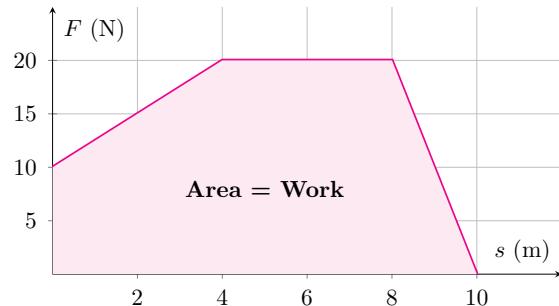
6. จงหางานที่ทำโดยแรง F ขนาด 40 นิวตัน ในการดึงกล่องมวล 5 กิโลกรัม ให้เคลื่อนที่ไปตามพื้นราบที่ไม่มีความเสียดทานเป็นระยะทาง 8 เมตร



7. จากรูปด้านล่าง จงคำนวณหางานจากแรง F :



8. วัดคุณนึ่งถูกแรงกระทำตามแนวกราฟ $F - s$ ดังรูป จงหางานรวมทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่จาก $s = 0$ ถึง $s = 10$ เมตร



9. ชายคนหนึ่งออกแรงผลักกล่องด้วยแรงคงที่ 12 นิวตัน ไปตามเส้นทางโค้งคดเคี้ยวระยะทางรวม 120 เมตร ถ้าทิศของแรงนานา กับแนวการเคลื่อนที่ตลอดเวลา จงหางานที่เกิดขึ้น

10. กล่องใบหนึ่งหนัก 45 นิวตัน จงคำนวณงานที่ทำในการยกกล่องนี้ขึ้นในแนวตั้งเป็นความสูง:

- (a) 4.0 เมตร
- (b) 67 เซนติเมตร

11. แรงขนาด 36 นิวตัน กระทำทำมุม 55° กับแนวตั้ง แรงนี้ทำให้จุดที่ถูกกระทำเคลื่อนที่ไป 64 เซนติเมตร ในทิศทางเดียวกับแรง จงคำนวณงานที่ทำโดย:

- (a) องค์ประกอบของแรงในแนวราบ
- (b) องค์ประกอบของแรงในแนวตั้ง

12. รถยนต์มีมวล 1,000 kg กำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตรเร็ว 36 km/hr เพื่อที่จะหยุดรถให้ได้ภายใน 5 วินาที จะต้องมีการทำงานเท่าใด
13. ในการเร่งวัตถุมวล 4 kg จากหยุดนิ่งให้มีความเร็ว 20 m/s บนพื้นราบลื่น จะต้องทำงานเท่าใด

14. วัตถุมวล 2 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 m/s บนพื้นราบที่มีแรงเสียดทาน หากวัตถุไถลไปได้ไกล 5 เมตร จึงหยุดนิ่ง จงหาขนาดของแรงเสียดทานเฉลี่ยที่กระทำต่อวัตถุ
15. กระสุนปืนมวล 10 g เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 400 m/s วิ่งเข้าชนท่อนไม้แล้วทะลุเข้าไปหยุดนิ่งภายในระยะทาง 20 cm จงหาขนาดของแรงต้านเฉลี่ยที่เนื้อไม้กระทำต่อลูกปืน

16. วัตถุมวล 2 kg ไถลงมาตามพื้นเอียงที่มีความสูง 3 เมตร เมื่อถึงพื้นราบวัตถุมีความเร็ว 6 m/s จงหางานของแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นตลอดการเคลื่อนที่ (กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$)

1.2. กำลัง(Power:P)

กำลัง เป็นปริมาณที่บ่งบอกว่า “แรงที่เราสนใจทำงานได้เร็วแค่ไหน” ซึ่งต้องใช้เวลาในการพิจารณาด้วย ถ้าการทำงานใช้เวลามาก งานเสร็จช้า แสดงว่ากำลังก็จะน้อย แต่ถ้าพิจารณาในมุมตรงข้าม ถ้ากำลังเยอะๆ แปลว่าสามารถทำงานได้รวดเร็ว

นิยามของกำลัง

กำลังคือ งานที่ทำได้ต่อเวลา สามารถเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$P = \frac{W}{t}$$

เมื่อ P คือ กำลัง, W คือ งาน , t คือเวลา ดังนั้นหากเราพิจารณาหน่วยในระบบ SI เราจะได้ว่า กำลัง คืองานที่ได้ใน 1 วินาที โดยกำลังจะมีหน่วยเป็น จูลต่อวินาที J/s หรือมีอีกชื่อว่า วัตต์ (W)

$$\text{เมื่อเรียนมาถึงตอนนี้ راك็อกอาจจะฝึกแปลงสมการเล่นๆ ได้ว่า } P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = \frac{mas}{t}$$

หน่วยอีกหน่วยนึงที่นิยมใช้กัน ซึ่งไม่ได้เป็นหน่วย SI แต่เป็นหน่วยที่ใช้กันมาเนื่องนาน ตั้งแต่สมัยที่มีการใช้น้ำ力拉 รถจักรปั๊บจุบันก็ยังมีคนใช้กันอยู่ นั่นคือหน่วย “แรงม้า (horse power : hp)” โดยที่

$$1hp = 746W$$

ค่าของ 1 แรงม้า ก็พอๆกับม้า 1 ตัวสามารถ นั่นเอง

ตัวอย่าง 1.4. รถยนต์คันหนึ่งมีเครื่องยนต์ขนาด 120 แรงม้า สามารถฉุนดรรถให้เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ 30 เมตรต่อวินาที จงหาว่าแรงนุ่ดของเครื่องยนต์ขณะนั้นมีค่ากี่นิวตัน (กำหนดให้ 1 แรงม้า = 746 วัตต์)

วิธีทำ จากโจทย์กำหนดให้:

- กำลัง $P = 120 \text{ hp}$ เปลี่ยนหน่วยเป็นวัตต์ได้ $120 \times 746 = 89,520 \text{ W}$
- อัตราเร็ว $v = 30 \text{ m/s}$
- ต้องการหาแรง F

สังเกตใหม่ครับว่า เราเมตตัวแปร P, v และ F แต่สูตรที่เรามีคือ $P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t}$
เอื้ะ... น้องๆ ลองสังเกตพจน์ $\frac{s}{t}$ ดูสิครับ มันคุ้นๆ ไหม? ใช่แล้วครับ $\frac{s}{t}$ ก็คืออัตราเร็ว v นั่นเอง!

ดังนั้น เราจะได้สูตรใหม่อีกสูตรที่ใช้บ่อยมากในเรื่องyanพาหนะคือ:

กำลังและความเร็ว

$$P = Fv$$

เมื่อ P คือกำลัง, F คือแรงขับเคลื่อน และ v คือความเร็วคงที่

แทนค่าลงในสมการ:

$$P = Fv$$

$$89,520 = F(30)$$

$$F = \frac{89,520}{30}$$

$$F = 2,984 \text{ นิวตัน}$$

ตอบ แรงดูดของเครื่องยนต์มีค่าเท่ากับ 2,984 นิวตัน

1.3. ประสิทธิภาพของเครื่องกล (Efficiency)

ในโลกแห่งความเป็นจริง เวลาเราใส่พลังงานเข้าไปในเครื่องจักร หรือแม้แต่ตัวเราเองกินข้าวเข้าไป เราไม่ได้พลังงานออกมากใช้งานเต็ม 100% หักครึ่ง มันมักจะมีการสูญเสียไประหว่างทางเสมอ เช่น เสียไปเป็นความร้อนจากแรงเสียดทาน เสียไปกับเสียงเครื่องยนต์ ฯลฯ

ดังนั้นเราจึงมีคำว่า “ประสิทธิภาพ” เพื่อบอกว่า เครื่องจักรนี้มันคุ้มค่าแค่ไหน โดยเทียบระหว่าง สิ่งที่ได้ออกมา (Output) กับ สิ่งที่ใส่เข้าไป (Input)

สูตรประสิทธิภาพ (Eff)

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{งานที่ได้ออกมา (Output)}}{\text{งานที่ให้เข้าไป (Input)}} = \frac{W_{out}}{W_{in}} = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

หรือเขียนในรูปของเบอร์เซ็นต์ก็ได้ว่า

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

- P_{in} (กำลังอินพุต): คือกำลังทั้งหมดที่ป้อนให้ระบบ (เช่น กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์, พลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิง)
- P_{out} (กำลังเอาต์พุต): คือกำลังที่เครื่องจักรนั้นทำงานได้จริง (เช่น งานที่มอเตอร์ยกของได้, งานที่รถยกวิ่งไปได้)

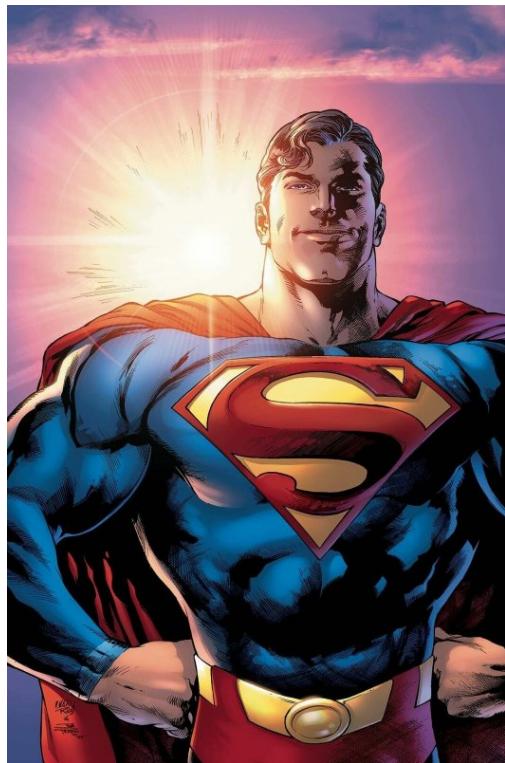
ตัวอย่าง 1.5. มอเตอร์ไฟฟ้าเครื่องหนึ่ง รับกำลังไฟฟ้าเข้าไป 2,000 วัตต์ แต่นำไปยกของหนักได้จริงเพียงแค่ 1,600 วัตต์ จงหาประสิทธิภาพของมอเตอร์เครื่องนี้

วิธีทำ โจทย์ให้ $P_{in} = 2,000 \text{ W}$ และ $P_{out} = 1,600 \text{ W}$

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

$$\text{Eff} = \frac{1,600}{2,000} \times 100\% = 0.8 \times 100\% = 80\%$$

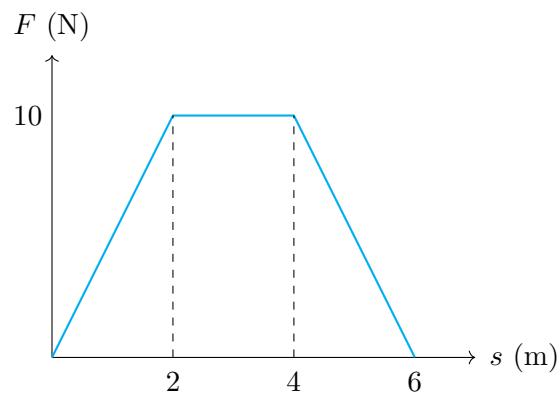
ตอบ มอเตอร์นี้มีประสิทธิภาพ 80% (หายไป 20% กล้ายเป็นความร้อนนั่นเอง)



แบบฝึกหัด

1. กล่องใบหนึ่งหนัก 45 นิวตัน จงคำนวณทางานที่ทำในการยกกล่องนี้ขึ้นในแนวตั้งด้วยความเร็วคงที่ เป็นระยะทาง 4.0 เมตร
2. เด็กคนหนึ่งลากกล่องด้วยแรงขนาด 36 นิวตัน โดยทิศของแรงทำมุม 55° กับแนวระดับ หากกล่องเคลื่อนที่ไปตามพื้นราปได้ระยะทาง 64 เชนติเมตร จงหางานของแรงดึงนี้
3. เด็กนักเรียนมวล 60 กิโลกรัม วิ่งขึ้นบันไดอาคารเรียนเพื่อไปส่งการบ้าน โดยบันไดมีความสูงรวมทั้งหมด 4.4 เมตร (คำนวณจาก 22 ขั้น ขั้นละ 20 ซม.) ถ้าเขาใช้เวลาวิ่งเพียง 1.8 วินาที จงหากำลังที่เข้าใช้ในการพาตัวเองขึ้นไป (กำหนด $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

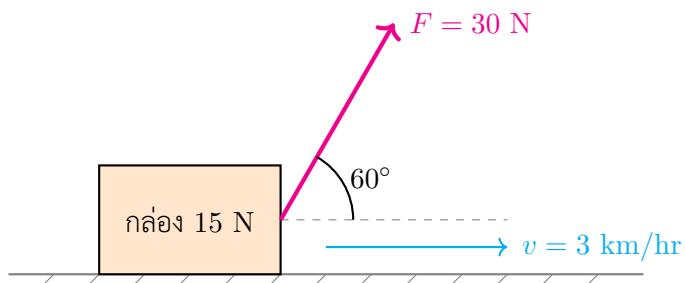
4. มอเตอร์ตัวหนึ่งใช้ดึงวัตถุหนัก 480 นิวตัน ขึ้นไปในแนวตั้งสูง 3.5 เมตร พบร่วมกับแรงเส้นเชื่อมที่ 2,100 จูล จงหาประสิทธิภาพของมอเตอร์ตัวนี้
5. แรง F กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ไปตามแนวราบ โดยขนาดของแรงเปลี่ยนแปลงตามระยะทาง s ดังกราฟด้านล่าง จงหากำลังจากแรงทั้งหมดที่ทำเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 6 เมตร ถ้าให้การเคลื่อนที่ทั้งหมดนี้ เกิดขึ้นในระยะเวลา 10 วินาที



6. นาย ก. ออกรถแรงดันที่ขนาด 150 N ผลักวัตถุมวล 10 kg จากหยุดนิ่งให้เคลื่อนที่ไปตามแนวราบเป็นระยะทาง 5 เมตร ถ้าสมมุติว่าความเสียดทานจะน้อยกว่าพื้นกับวัตถุมีค่าเท่ากับ 0.5 จงหาความเร็วของวัตถุเมื่อเคลื่อนที่มาถึงระยะนี้

7. หากการเคลื่อนที่นี้ใช้ระยะเวลา 2 วินาที จงหากำลังของ นาย ก. ในการผลักวัตถุนี้ในหน่วยวัตต์

8. กล่องหนัก 15 N ถูกลากไปตามพื้นลื่นด้วยแรงที่ทำมุม $\theta = 60^\circ$ พื้น ขนาด 30 N ด้วยความเร็ว 3 km/hr เป็น 1 นาที ถามว่ากำลังที่ใช้ในการลากกล่องเป็นเท่าไหร่



9. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- งานที่เกิดจากแรงกระทำในทิศตั้งฉากกับความเร็วของวัตถุมีค่าเท่ากับ 0 เสมอ
- เครื่องยนต์ที่ทำงานได้ 4 J ในเวลา 5 s มีกำลังมากกว่าเครื่องยนต์ที่ทำงานได้ 5 J ในเวลา 10 s
- ถ้าบวกว่าเครื่องยนต์ A มีกำลังมากกว่าเครื่องยนต์ B เป็น 2 เท่า แสดงว่าเครื่องยนต์ A ก็ต้องทำงานได้เป็น 2 เท่าของเครื่องยนต์ B

มีข้อความถูกต้องทั้งหมดกี่ข้อความ

- (a) 1 ข้อความ
- (b) 2 ข้อความ
- (c) 3 ข้อความ
- (d) ไม่มีข้อถูก

10. วัตถุมวล 80 kg มีความเร็วต้น 10 m/s มีแรง 20 N กระทำในทิศเดียวกับการเคลื่อนที่ของมวลเป็นเวลา 20 s อัตราการทำงานเฉลี่ยในช่วง 20 วินาทีนี้เป็นเท่าใดในหน่วยวัตต์

11. มอเตอร์ไฟฟ้าของลิฟต์ใช้พลังงาน 630 กิโลจูล ในการยกลิฟต์และผู้โดยสารที่มีน้ำหนักรวม 12,500 นิวตัน ขึ้นไป ในแนวตั้งสูง 29 เมตร จงคำนวณประสิทธิภาพของลิฟต์
12. กำลังส่งออกของมอเตอร์ไฟฟารถไฟคือ 3.6 เมกะวัตต์ เมื่อรถไฟกำลังแล่นด้วยความเร็ว 30 m/s จงคำนวณแรงต้านทั้งหมดที่กระทำต่อการเคลื่อนที่ของรถไฟ
13. รถยนต์ A มวล m เคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร็ว a มีรัศมีคันหนีบคือรถยนต์ B มวล $2m$ เคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร็ว $a/2$ ถามว่ารถยนต์คันใดมีกำลังมากกว่ากัน
- (a) A
 - (b) B
 - (c) เท่ากัน
 - (d) ไม่รู้ ข้อมูลไม่พอ

14. ยกวัตถุมวล m จากหยุดนิ่งด้วยแรงคงที่ขึ้นในแนวตั้งเป็นระยะทาง h ใช้เวลา T กำลังเฉลี่ในการทำงานยกวัตถุในช่วงเวลาดังกล่าวなんเป็นเท่าใด

- (a) $\frac{mgh}{T}$
- (b) $\frac{mgh}{2T}$
- (c) $m(g + \frac{2h}{T^2})(\frac{2h}{T})$
- (d) $m(g + \frac{2h}{T^2})(\frac{h}{T})$

15. เด็กชายมวล 60 กิโลกรัม วิ่งขึ้นบันไดในช่วงเวลา 1.8 วินาที มีบันได 22 ขั้น แต่ละขั้นสูง 20 เซนติเมตร จงคำนวณกำลังที่เป็นประโยชน์ (useful power) ที่ขาของเด็กชายสร้างขึ้น (กำหนดให้ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงเป็น 9.81 m/s^2)