



บทเรียนที่ 5

งานและพลังงาน



สาระการเรียนรู้

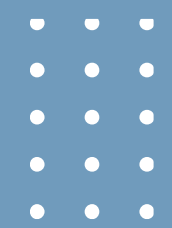


1 งาน (Work)

2 กำลัง (Power)

3 พลังงาน (Energy)

4 กฎการอนุรักษ์พลังงาน



1. งาน (Work)

1.1 นิยามของงาน

“งาน” จะหมายถึง ผลคูณของแรงกับระยะทางตามแนวแรง

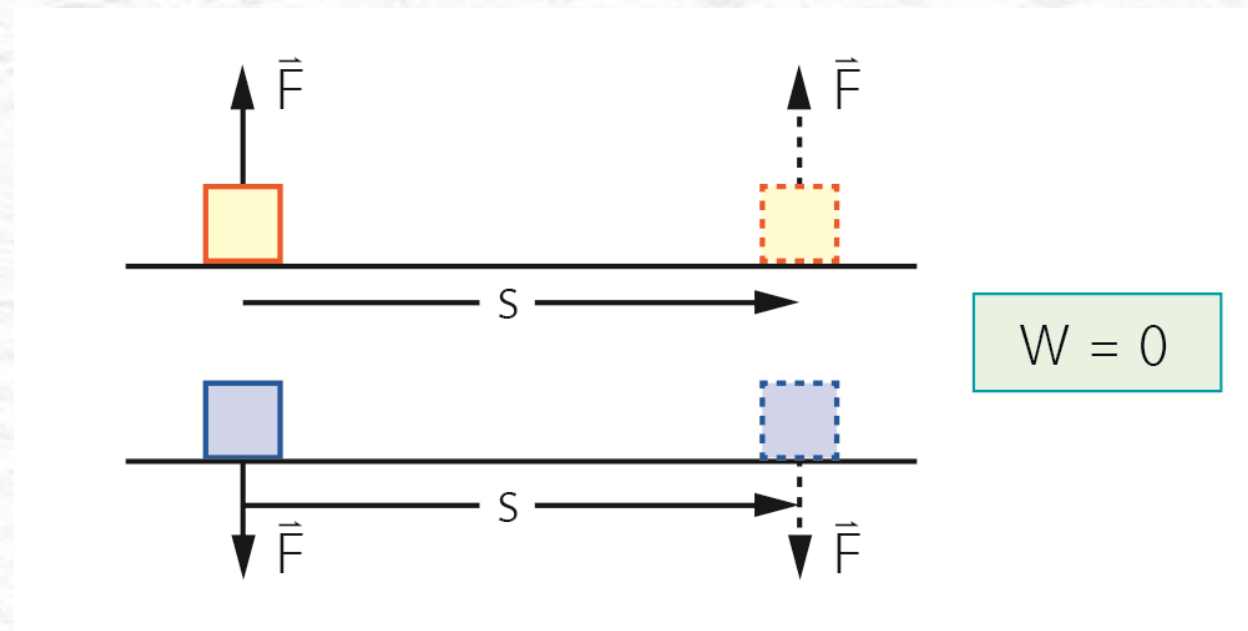
$$W = F \times s$$

เมื่อ F คือ แรงที่ไปกระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น N
 s คือ ระยะทางตามแนวแรง มีหน่วยเป็น m
 W คือ งานที่เกิดขึ้น มีหน่วยเป็น N·m หรือ J

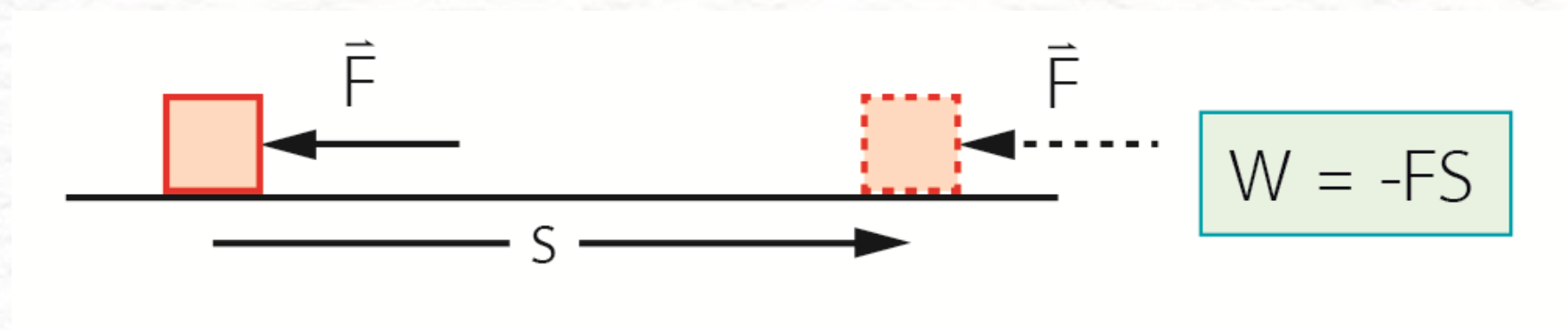


จากนิยามของงานจะพบว่า แรงกับระยะทางจะต้องมีทิศทางไปทางเดียวกัน ดังนั้น เมื่อจะหาค่างาน ก็ต้องพิจารณาแรงกับระยะทางตามแนวแรงก่อนจึงจะหาค่างานได้ ดังเช่นในกรณีต่อไปนี้

1.1.1 แรงกับระยะทางมีทิศทางตั้งฉากกันจะไม่เกิดงาน

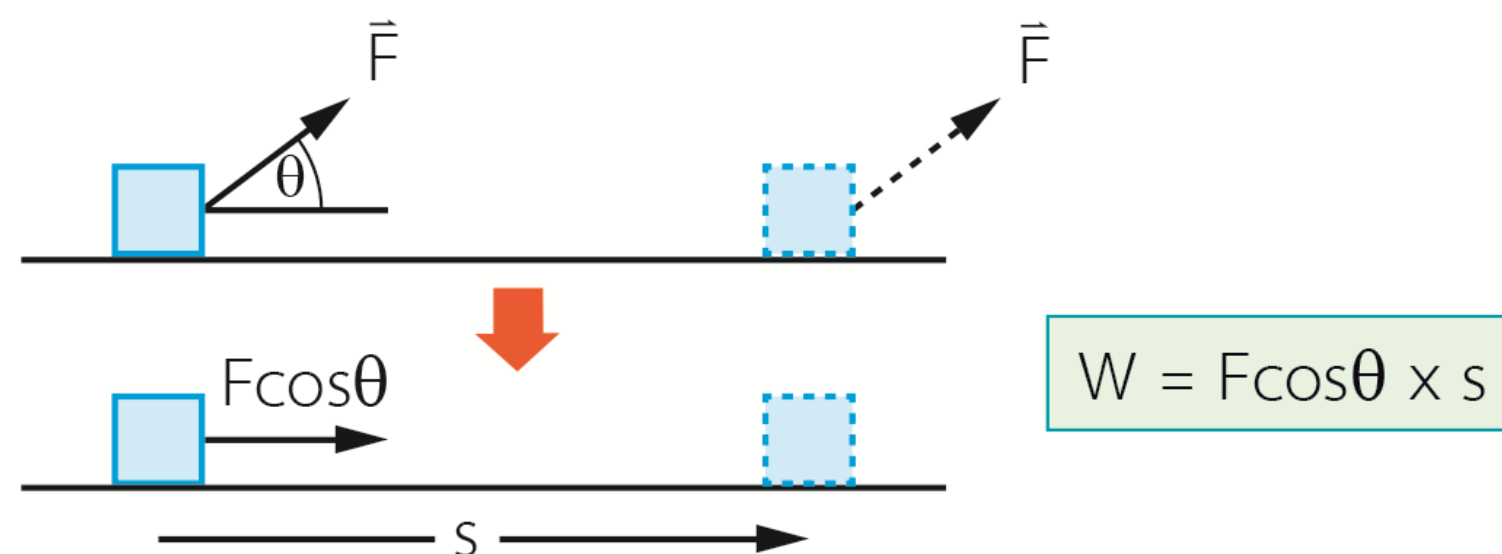


1.1.2 แรงกับระยะทางมีทิศทางสวนกัน งานมีค่าเป็นลบ



1.1.3

ถ้าแรงทำมุม θ กับระยะทางจะต้องแตกแรงให้ไปแนวเดียวกับระยะทาง



หมายเหตุ >

แรงจะต้องกระทำต่อวัตถุตลอดเวลา ไม่ใช่กระทำในช่วงเวลาสั้น ๆ เช่น
เตะ ขว้าง ปา โยน ฯลฯ



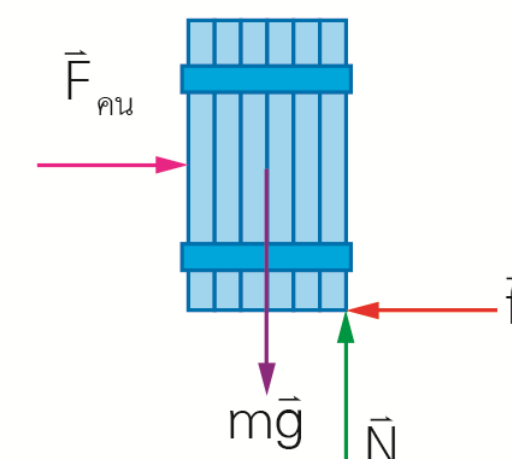
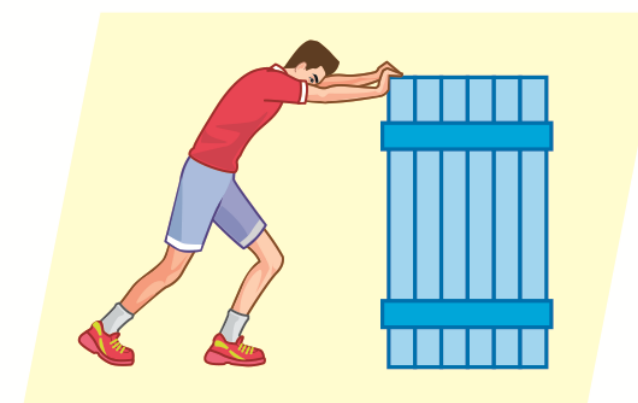
1.2 การคำนวณเรื่องงาน

1.2.1 งานจากแรงที่ไปกระทำต่อวัตถุเพียงแรงเดียว

เป็นการคิดงานจากแรงเดียวที่กระทำต่อวัตถุ โดยพิจารณาเฉพาะทิศทางของแรงกับระยะทางให้อยู่ในแนวเดียวกันเท่านั้นเอง

1.2.2 งานที่เกิดขึ้นจากการที่วัตถุมีแรงมากระทำหลายแรง

ในกรณีที่วัตถุมีแรงมากระทำหลายแรงพร้อม ๆ กัน
ดังรูป



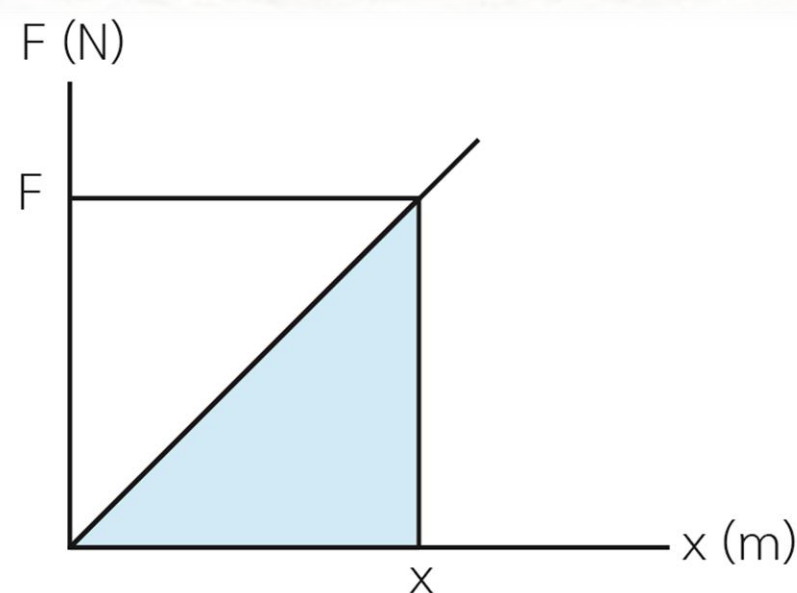
เมื่อมีแรงหลายแรงในการหาค่าของงานจะต้องกำหนดว่า **งานจากแรงไหน** เช่น งานจากแรงที่คนกระทำ งานจากแรงเสียดทาน งานจากแรงโน้มถ่วงของโลก ฯลฯ หรืออาจจะหาค่า **งานทั้งหมด (Total Work)** ที่เกิดขึ้นซึ่งจะเป็นผลรวมของงานจากแรงทุกแรงที่กระทำต่อวัตถุ

1.2.3 งานในการยืดสปริง

แรงจากสปริงเป็นแรงที่เกิดจากที่สปริงยืดหรือหดโดยมีค่าของแรงแปรผันโดยตรงกับระยะทางที่สปริงยืดหรือหด แต่ทิศทางตรงกันข้าม

$$F_s = -kx$$

ในการหาค่าของงานจะไม่สามารถใช้สูตรที่ได้จากนิยามได้เนื่องจากค่าของแรงไม่คงที่ เราจะหาค่างานโดยคิดจากพื้นที่ใต้กราฟ แรงกับระยะทาง ซึ่งเกิดจากแรงในการยืดสปริง



จาก $W =$ พื้นที่ใต้กราฟ แรงกับระยะทาง

$$W = \left(\frac{1}{2}\right)(kx)(x)$$
$$W = \frac{1}{2}kx^2$$

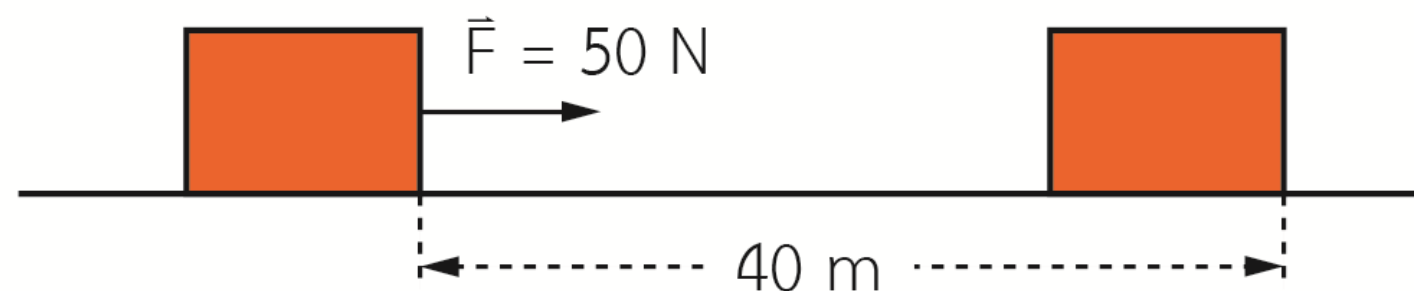
$\therefore$ งานในการยืดสปริง

$$W = \frac{1}{2}kx^2$$

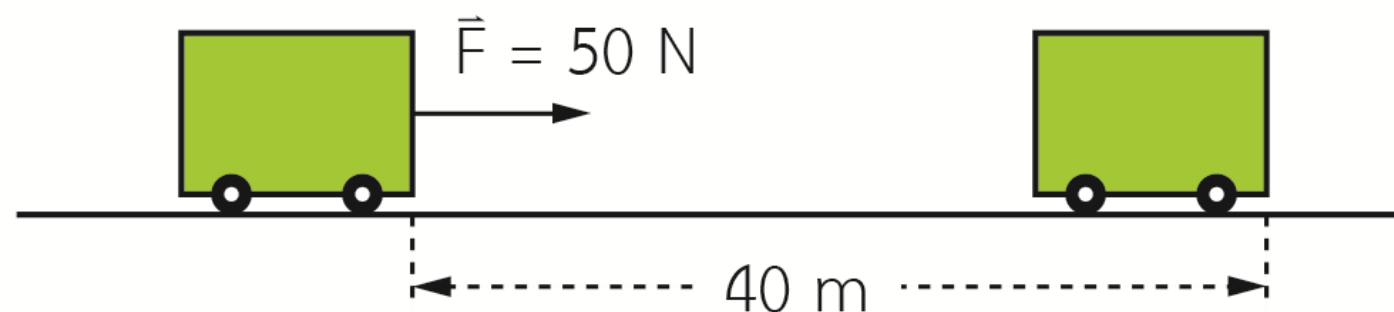
เมื่อ W แทนงานในการยืดสปริง มีหน่วยเป็น J
 k แทนค่าคงตัวของสปริง มีหน่วยเป็น N/m
 x แทนระยะยืดของสปริง มีหน่วยเป็น m

2. กำลัง (Power)

ถ้าพูดถึงกำลัง หลายคนจะชินกับคำนี้ เพราะว่าของใช้ทั้งหลายจะมีค่าของกำลัง เช่น รถยนต์มีกำลัง 120 แรงม้า หลอดไฟแบบประหยัดมีกำลัง 18 วัตต์ ฯลฯ กำลังจะเป็นผลที่เกิดจากการที่แรงไปกระทำต่อวัตถุแล้วเกิดงานขึ้น ในการที่จะบอกความแตกต่างของงาน เราจะใช้กำลังเป็นตัวบอก ลองพิจารณางานที่เกิดจากการกระทำของแรงต่อไปนี้



ออกแรง 50 N ดันวัตถุไปตามพื้นขรุขระเป็นระยะทาง 40 เมตร



ออกแรง 50 N ดันวัตถุไปตามพื้นลื่นเป็นระยะทาง 40 เมตร



ถ้าพิจารณาในลักษณะของงานจากนิยาม

$$W = F \times s$$

$$W = 50 \times 40$$

$$W = 2,000 \text{ J}$$

งานทั้ง 2 ครั้งจะมีค่าเท่ากัน เพราะออกแรงเท่ากัน ระยะทางเท่ากัน แต่ถ้าพิจารณาละเอียดลงไปจะพบว่า **เวลาที่วัตถุเคลื่อนที่จะไม่เท่ากัน** วัตถุที่เคลื่อนที่บนพื้นลื่นจะเร็วกว่า ใช้เวลาน้อยกว่า ดังนั้น เพื่อให้เห็นความแตกต่างของงานที่เกิดขึ้น เราจึงนิยามคำว่า “กำลัง” ขึ้น

“กำลัง จะหมายถึง งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา”

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

เมื่อ W เป็นงานที่เกิดขึ้นจากแรงภายนอกที่มากระทำ มีหน่วยเป็นจูล (J)
 t เป็นเวลา มีหน่วยเป็นวินาที (s)
 P เป็นกำลัง มีหน่วยเป็น J/s หรือ Watt

หมายเหตุ

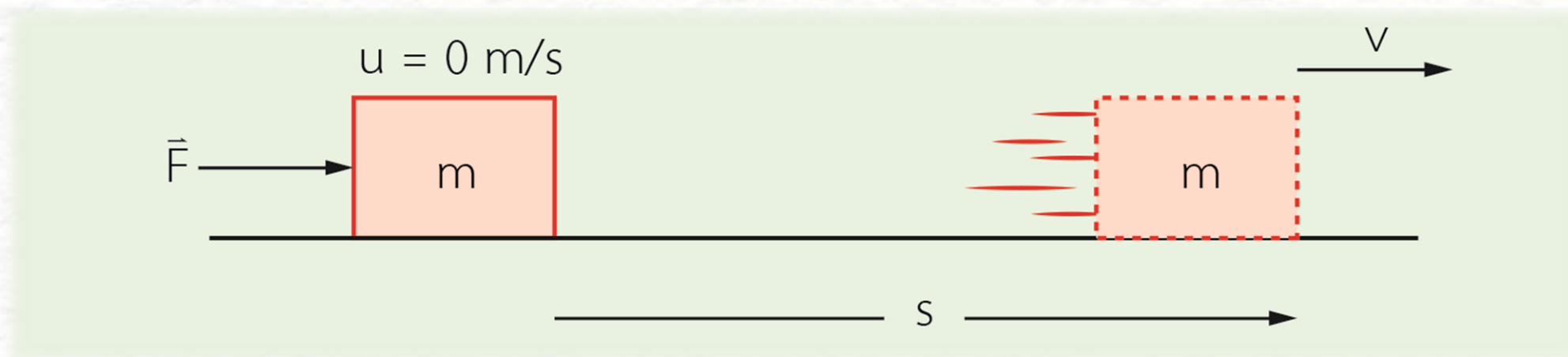
1 กำลังม้า (Horse Power) = 746 วัตต์ (W)



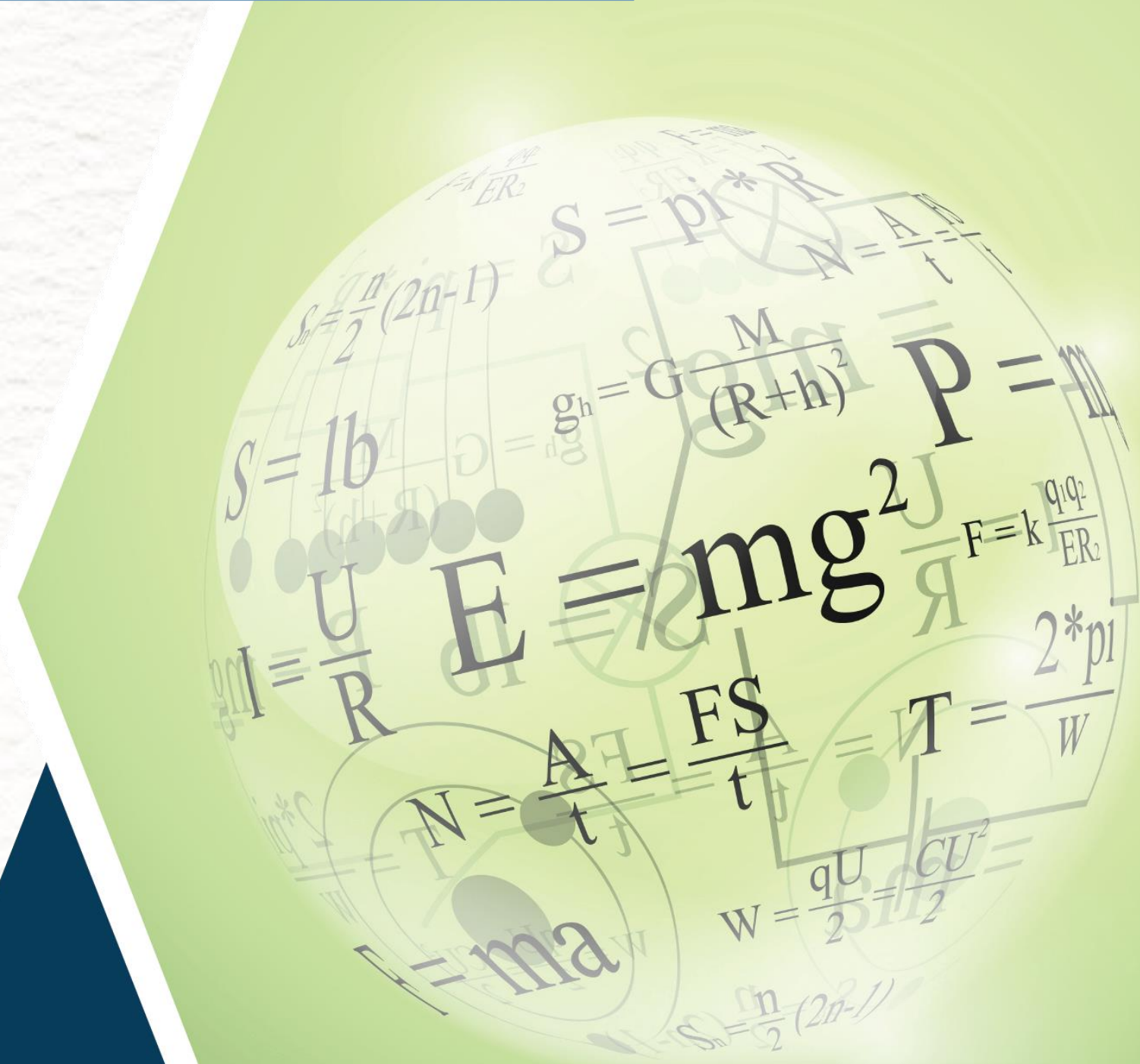
3. พลังงาน (Energy)

3.1 พลังงานจลน์ (Kinetic Energy)

พลังงานจลน์ (Kinetic Energy) เขียนย่อว่า E_k เป็นพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่อยู่ โดยเป็นผลมาจากการที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ ดังรูป



การเกิดพลังงานจลน์



จากกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

$$\vec{F} = m\vec{a} \dots\dots\dots ①$$

จากการเคลื่อนที่ของวัตถุ

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

ถ้าวัตถุเริ่มจากหยุดนิ่ง

$$u = 0 \text{ m/s}$$

$\therefore$

$$v^2 = 2as$$

$$a = \frac{v^2}{2s} \dots\dots\dots ②$$

แทนค่า a ในสมการที่ ①

$$F = \frac{mv^2}{2s}$$





งานที่ทำ เปลี่ยนไปเป็นพลังงานจลน์

$$F \cdot s = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

เมื่อ E_k แทนพลังงานจลน์, J
 m แทนมวลของวัตถุ, kg
 v แทนความเร็วของวัตถุ, m/s

เราจะพบว่าเมื่อวัตถุเคลื่อนที่อยู่ จะมีพลังงานจลน์โดยพลังงานจลน์จะขึ้นกับความเร็วของวัตถุ และถ้าวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วพลังงานจลน์ของวัตถุก็จะเปลี่ยนแปลงไป ดังรูป



การเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์

$$\Delta E_k = E_{k_2} - E_{k_1}$$

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

$$\frac{E_{k_2}}{E_{k_1}} = \left[\frac{v_2}{v_1} \right]^2$$

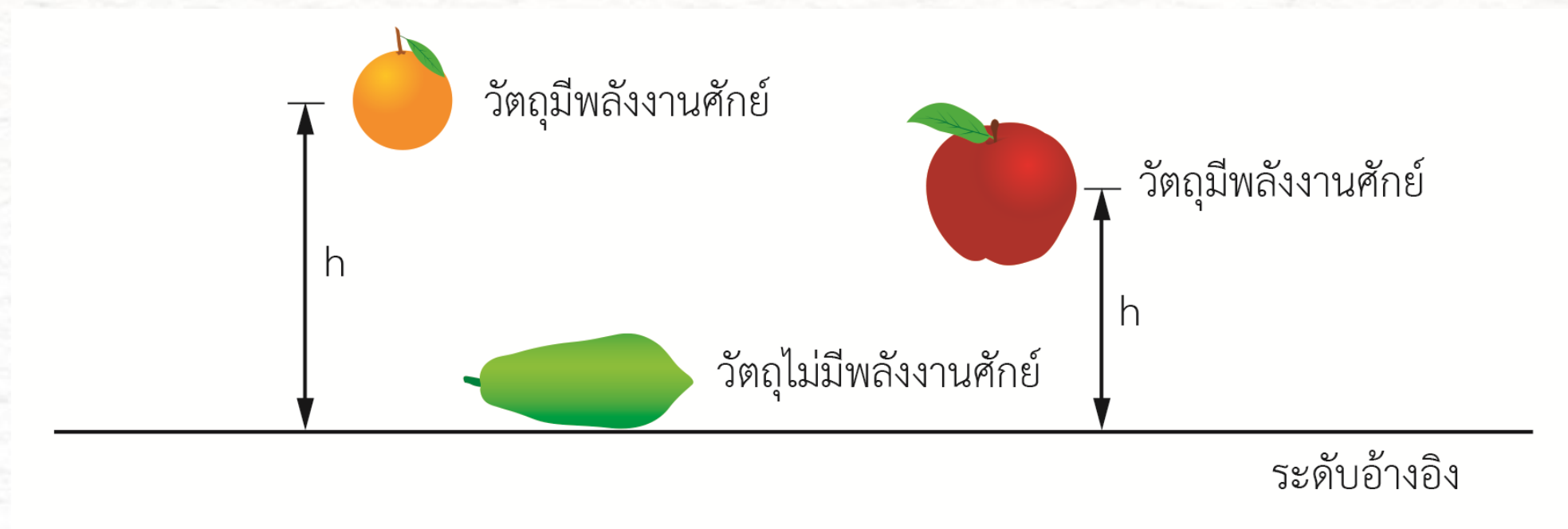


3.2 พลังงานศักย์ (Potential Energy)

พลังงานศักย์ (Potential Energy เขียนย่อว่า E_p) เป็นพลังงานของวัตถุในขณะที่ยุดนิ่งอยู่ ซึ่งการที่วัตถุหยุดนิ่งจะเป็นผลจากการทำงานของแรงที่นำวัตถุไปอยู่ ณ จุดนั้น โดยเราสามารถแบ่งลักษณะของพลังงานศักย์ออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

3.2.1 พลังงานศักย์โน้มถ่วง (Gravitational Potential Energy)

เป็นพลังงานที่สะสมอยู่เกิดจากแรงโน้มถ่วง และเปนี้ พลังงานศักย์ของวัตถุที่อยู่ ณ ที่สูงจากระดับอ้างอิงที่เรากำหนดขึ้น ดังรูป



พลังงานศักย์โน้มถ่วง



การหาค่าของพลังงานศักย์โน้มถ่วง

ถ้าต้องการยกวัตถุซึ่งมีมวล m ขึ้นจะต้องออกแรงอย่างน้อยเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ คือ

$$F = W$$

$$F = mg$$

เมื่อนำวัตถุขึ้นไปไว้ที่สูง h ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ก็คือ ความสูง

$$S = h$$

จาก

$$W = F \times s$$

$$W = mgh$$



ดังนั้น งานในการนำวัตถุขึ้นไปไว้ที่สูงเป็นค่าของพลังงานศักย์ของวัตถุ

∴ พลังงานศักย์โน้มถ่วง

$$E_p = mgh$$

เมื่อ E_p แทนพลังงานศักย์โน้มถ่วง, J

m แทนมวลของวัตถุ, kg

g แทนความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, m/s^2

h แทนความสูง, m

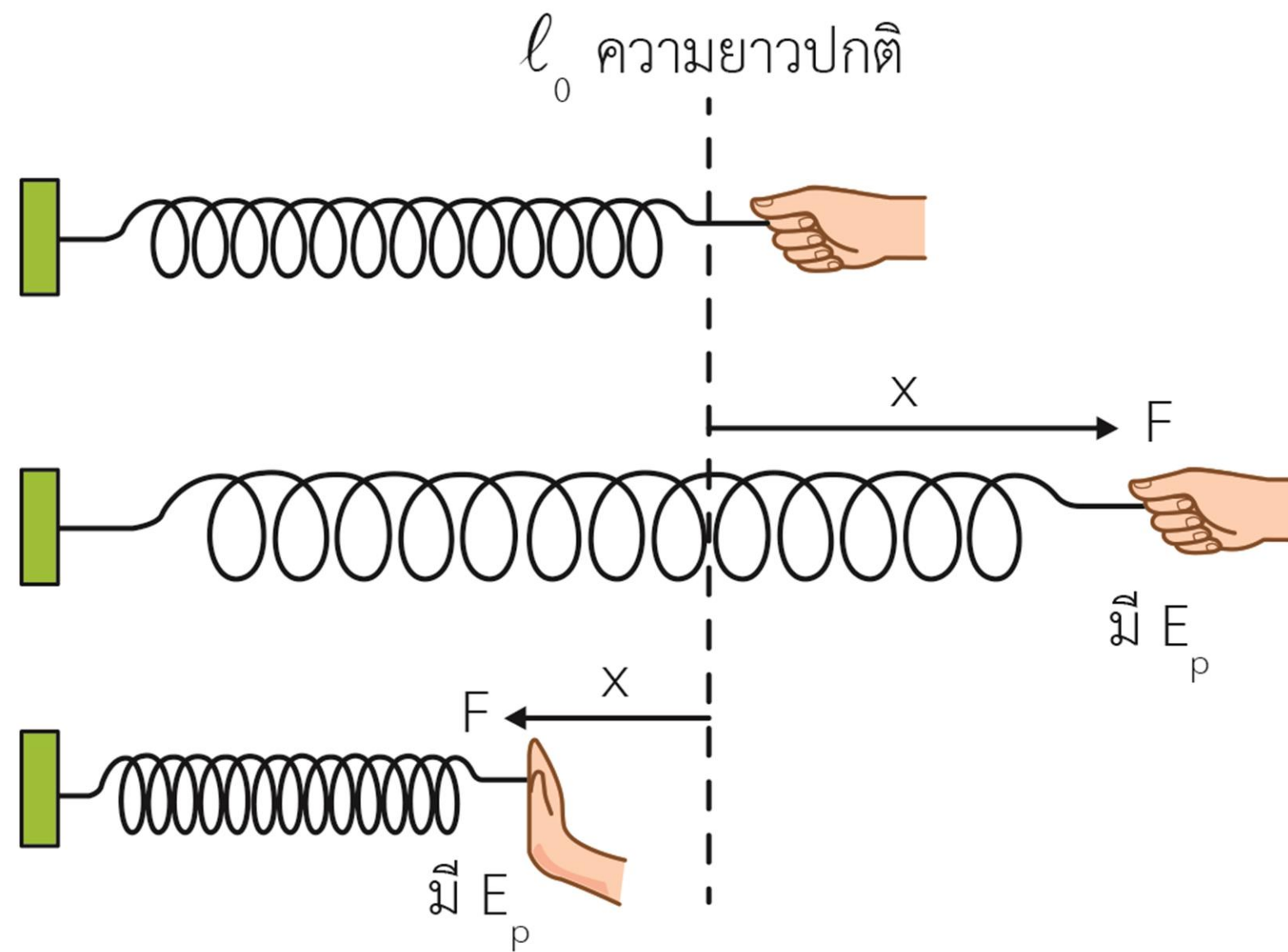
ค่าของพลังงานศักย์โน้มถ่วงจะขึ้นกับความสูงของวัตถุซึ่งวัดจากระดับอ้างอิงขึ้นไป เมื่อเราไปอยู่ใต้วัตถุที่อยู่ที่สูงกว่าเรา เราจะรู้สึกกลัวว่าวัตถุนั้นจะตกลงมาทำให้เราได้รับบาดเจ็บ คนงานที่ทำงานก่อสร้างตึกสูง ๆ จึง ต้องใส่หมวกซึ่งทำด้วยวัสดุที่แข็งเพื่อป้องกันการตกลงมาของวัตถุจากที่สูง



3.2.2

พลังงานศักย์ยืดหยุ่น (Elastic Potential Energy)

การทำให้สปริงยืดหรือหดจะทำให้สปริงเกิดมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่น ดังรูป



การที่จะทำให้สปริงยืดหรือหดจะต้องออกแรงซึ่งจะทำให้เกิดงานขึ้น

$$W = \frac{1}{2}kx^2$$

ดังนั้น งานในการทำให้สปริงยืด จะทำให้สปริงเกิดมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่น

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2$$

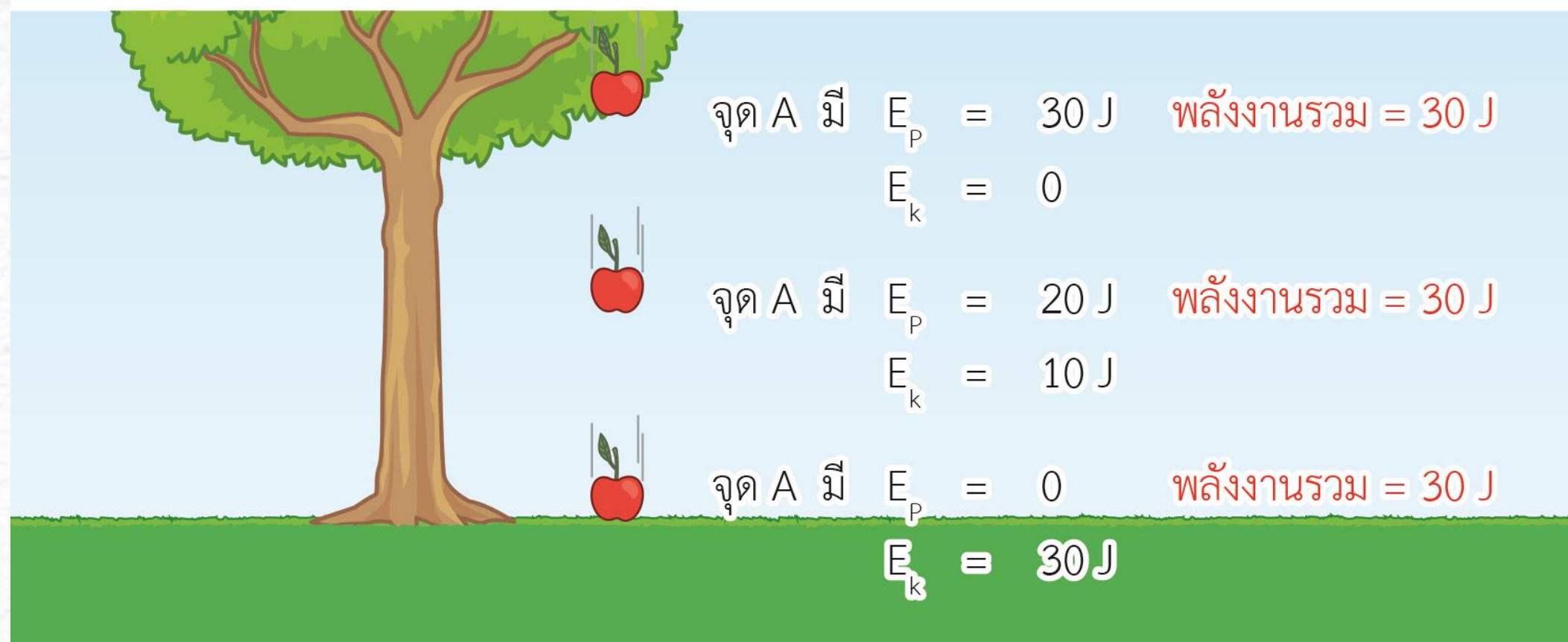
เมื่อ	E_p	แทนพลังงานศักย์ยืดหยุ่น, J
	k	แทนค่าคงตัวของสปริง, N/m
	x	แทนระยะยืดของสปริง, m



4. กฎการอนุรักษ์พลังงาน

4.1 การเปลี่ยนรูปจากพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นพลังงานจลน์

เกิดการเปลี่ยนรูปพลังงานเมื่อวัตถุตกลงมาจากที่สูง ดังรูป



การเปลี่ยนรูปพลังงานศักย์เป็นพลังงานจลน์

จากหลักการอนุรักษ์พลังงานจะพบว่า พลังงานไม่สูญหายไปไหน ทั้งจุด A จุด B และ จุด C ในรูปท จะมีพลังงานเท่ากัน ถ้าพิจารณาจุด A กับจุด C

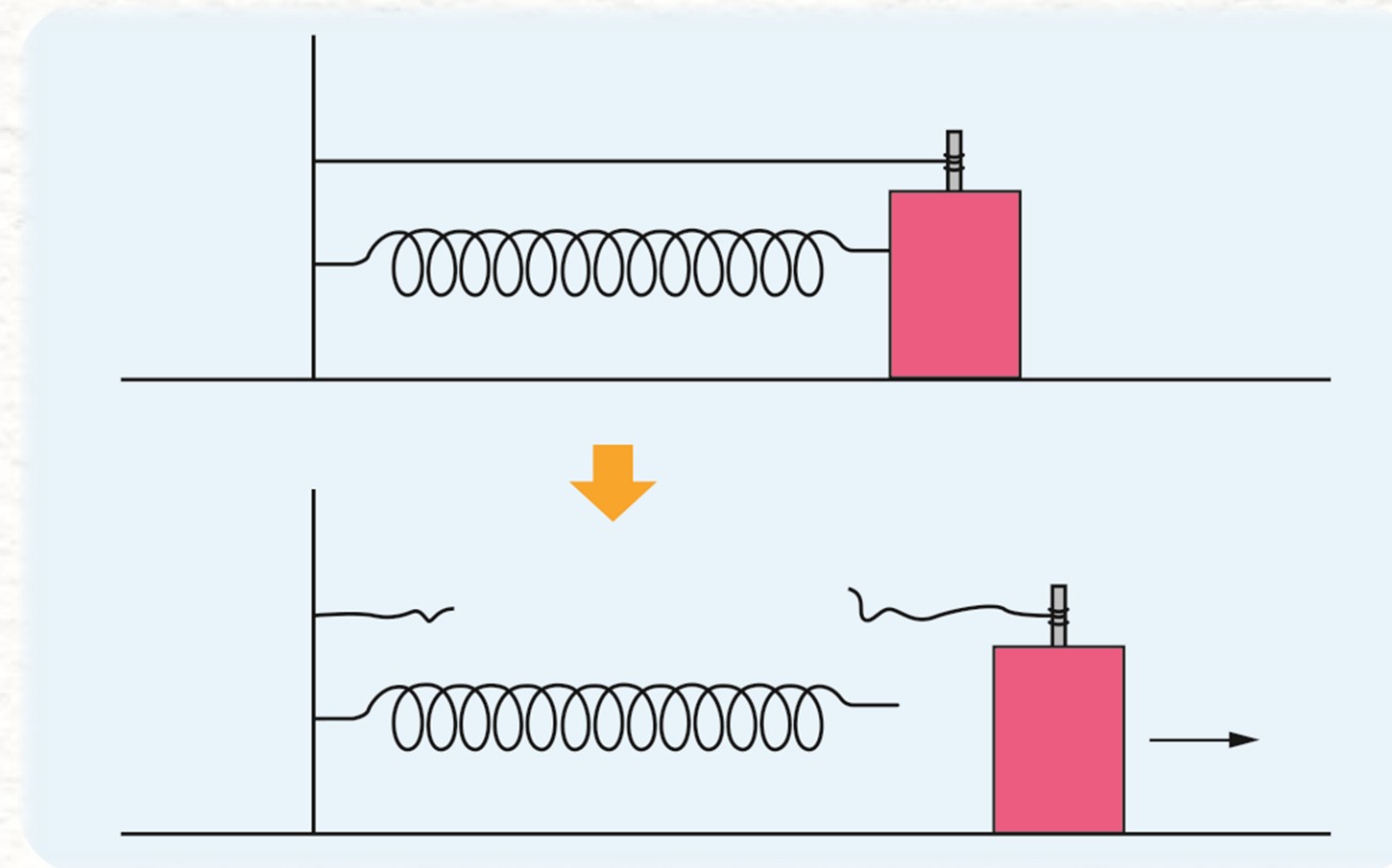
$$E_p + 0 = E_k + 0$$

$$E_p = E_k$$

เป็นการเปลี่ยนรูปจากพลังงานศักย์โน้มถ่วง เป็นพลังงานจลน์

4.2 การเปลี่ยนรูปพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเป็นพลังงานจลน์

เกิดจากการที่วัตถุที่ติดกับสปริงซึ่งมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นอยู่แล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงาน เช่น เชือกที่ผูกวัตถุขาดทำให้สปริงถูกอัดคืนตัว หรือยัดหนังสือแล้วปล่อยมือ ลูกเห็บจะวิ่งออกไป ดังรูป



พลังงานศักย์ยืดหยุ่นจะเปลี่ยนรูปทั้งหมด (สปริงคืนตัว, หนังสือไม่ยัด) กลายเป็นพลังงานจลน์ของวัตถุทันทีทำให้วัตถุเคลื่อนที่ออกไปด้วยความเร็ว

$$E_p = E_k$$

4.3 การเปลี่ยนรูปจากพลังงานจลน์เป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วง

เกิดจากการที่วัตถุเคลื่อนที่ขึ้นไปบนที่สูง ดังรูป



 D สูงสุด	มี	$E_p = 50 \text{ J}$	พลังงานรวม = 50 J
		$E_k = 0 \text{ J}$	
 C	มี	$E_p = 40 \text{ J}$	พลังงานรวม = 50 J
		$E_k = 10 \text{ J}$	
 B	มี	$E_p = 20 \text{ J}$	พลังงานรวม = 50 J
		$E_k = 30 \text{ J}$	
 A	มี	$E_p = 0 \text{ J}$	พลังงานรวม = 50 J
		$E_k = 50 \text{ J}$	



ในการทำงานเดียวกันกับการตกของวัตถุ พลังงานจะมีค่าคงที่ ดังนั้น ถ้าเปลี่ยนรูป
พลังงานทั้งหมด จากจุด A $\rightarrow$ จุด D

$$E_k = E_p$$

การเปลี่ยนรูปของพลังงานสามารถนำมาคำนวณหาความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ
ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานได้ เช่น

- | | | |
|-------------------|---------------|------------------------------|
| h (ความสูง) | $\rightarrow$ | E_p (พลังงานศักย์โน้มถ่วง) |
| x (ระยะยืด, หด) | $\rightarrow$ | E_p (พลังงานศักย์ยืดหยุ่น) |
| v (ความเร็ว) | $\rightarrow$ | E_k (พลังงานจลน์) |

