

# แบบฝึกทักษะ

เรื่อง งานและพลังงาน

เล่ม 2/6

## พลังงาน

รายวิชาฟิสิกส์ 2 [ว32202] ชั้น ม.5

ผู้สอน

นายภาณุวัฒน์ สมวงศ์

ครู วิทย์ฐานะ ครูชำนาญการ

โรงเรียนหนองบัวปนิมิตร ต.หนองบัว อ.โกสุมพิสัย จ.มหาสารคาม

องค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม



## คำนำ

แบบฝึกทักษะรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 2 รหัส ว32202 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง งานและพลังงาน เล่ม 2 พลังงาน จัดทำขึ้นให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ และสาระที่ 5 พลังงาน ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แก่นักเรียน โดยพิจารณาตามแนวทางการจัดการเรียนการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งแบบฝึกทักษะชุดนี้มีทั้งหมด 6 เล่ม ได้แก่

- |        |                                   |
|--------|-----------------------------------|
| เล่ม 1 | แรงและงาน                         |
| เล่ม 2 | พลังงาน                           |
| เล่ม 3 | กฎการอนุรักษ์พลังงานกล            |
| เล่ม 4 | การประยุกต์กฎการอนุรักษ์พลังงานกล |
| เล่ม 5 | กำลัง                             |
| เล่ม 6 | เครื่องกล                         |

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าแบบฝึกทักษะนี้ จะเป็นประโยชน์แก่ครูผู้สอน ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และทำความเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น ส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล บรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตรได้

ภาณุวัฒน์ สมวงศ์

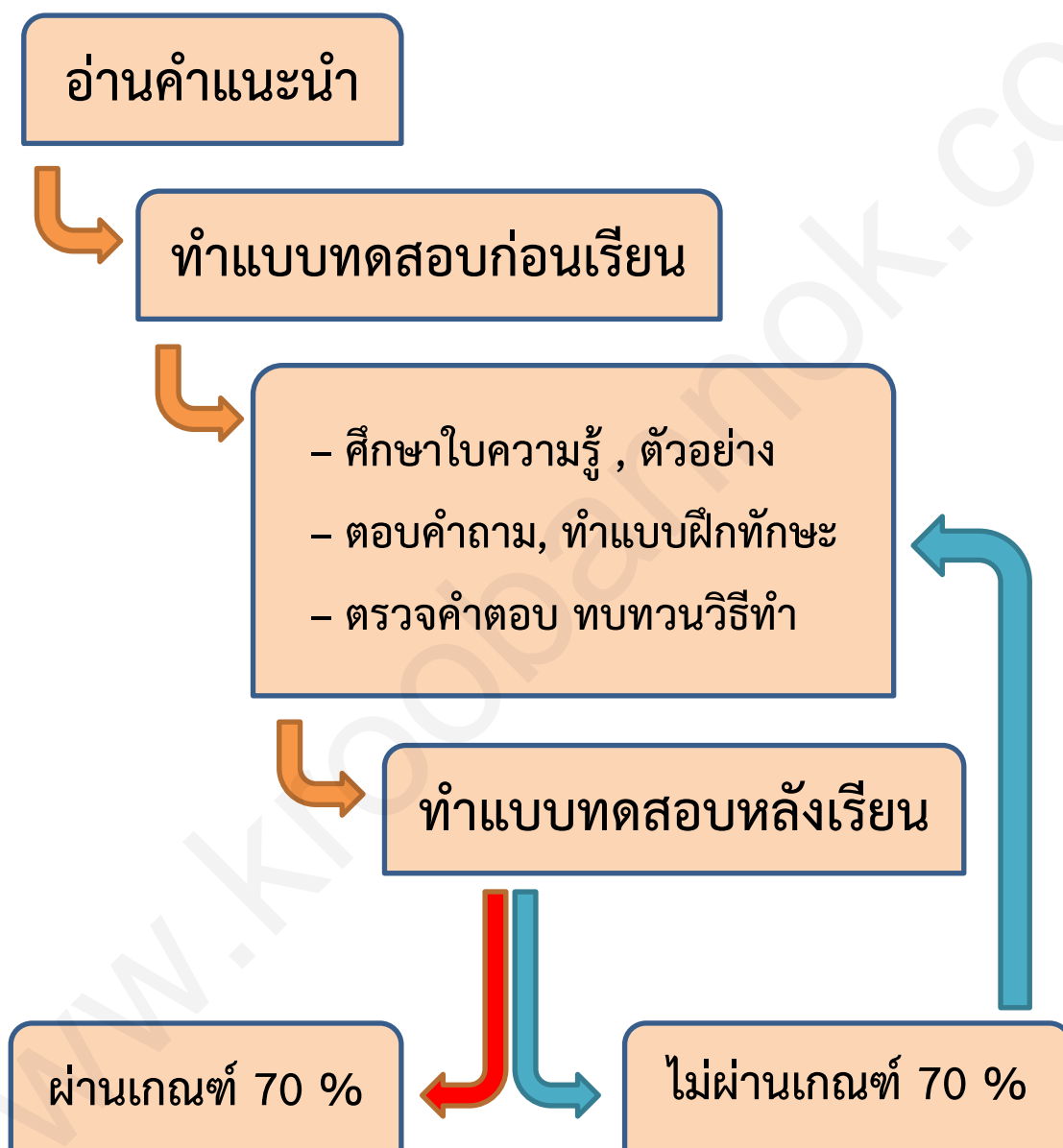


## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
ขั้นตอนการใช้แบบฝึกทักษะ	1
คำแนะนำ	2
จุดประสงค์การเรียนรู้	3
แบบทดสอบก่อนเรียน	4
พลังงาน	6
ตัวอย่างโจทย์ปัญหา	10
คำถาม	14
ขั้นตอนการคำนวณโจทย์ปัญหา	16
แบบฝึกทักษะ	17
แบบทดสอบหลังเรียน	28
บรรณานุกรม	30
<b>ภาคผนวก</b>	
กระดาษคำตอบ แบบทดสอบก่อนเรียน	31
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	32
กระดาษคำตอบ แบบทดสอบหลังเรียน	33
เฉลยแบบฝึกทักษะ	35
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	42
แนวคิดการตอบคำถาม	43
ประวัติย่อของผู้จัดทำ	44



ลำดับขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะ  
รายวิชาฟิสิกส์ 2 (ว32202) ชั้น ม.5  
เรื่อง งานและพลังงาน





คำแนะนำการใช้แบบฝึกทักษะ  
วิชา ฟิสิกส์ 2 (ว32202) ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5

งานและพลังงาน : พลังงาน

แบบฝึกทักษะวิชาฟิสิกส์ ชุด งานและพลังงาน มีทั้งหมดจำนวน 6 เล่ม เล่มนี้เป็นเล่มที่ 2 เรื่อง พลังงาน ใช้ประกอบการเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถศึกษาทำความเข้าใจบทเรียนและฝึกทำโจทย์ปัญหาได้ด้วยตนเอง มีคำแนะนำการใช้งานดังนี้

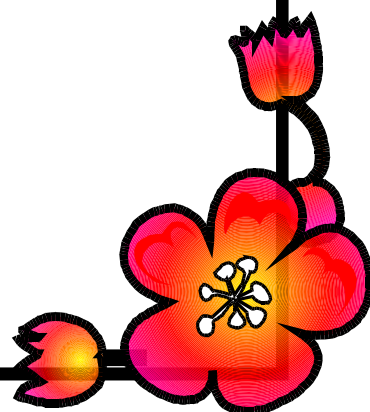
1. ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ทราบเป้าหมายและแนวทางการเรียนรู้
2. ทดลองทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อให้ทราบพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่กำลังจะศึกษา โดยไม่ต้องกังวลกับผลการทดสอบ
3. ศึกษาเนื้อหาและตัวอย่างให้เข้าใจ ปรีกษาครู หรือเพื่อน
4. ทำแบบฝึกเสริมทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อทดสอบความเข้าใจ
5. ตรวจสอบคำตอบจากเฉลยท้ายเล่ม ควรมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง **ไม่ดูเฉลยก่อน**
6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจอีกครั้ง
7. นักเรียนควรศึกษาแบบฝึกนี้ล่วงหน้าก่อนการเรียนการสอน หากไม่เข้าใจจึงปรึกษาครูผู้สอน
8. ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (g) ในโจทย์แต่ละข้ออาจแตกต่างกัน





## จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของพลังงานได้
2. อธิบายความหมายของพลังงานจลน์และคำนวณหาพลังงานจลน์ของวัตถุได้
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์กับพลังงานจลน์ของวัตถุได้
4. อธิบายความหมายของพลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง และพลังงานศักย์ยืดหยุ่นได้
5. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุได้
6. คำนวณหาพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุและพลังงานศักย์ยืดหยุ่น





## แบบทดสอบก่อนเรียน



### คำชี้แจง

1. ข้อสอบทั้งหมดมี 10 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 20 นาที
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวและทำเครื่องหมาย X ในช่อง ☐ ของกระดาษคำตอบ
3. กำหนดให้ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก  $g = 10 \text{ m/s}^2$



➡ รถยนต์หนัก 2000 กิโลกรัม วิ่งด้วยอัตราเร็ว 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พลังงานจลน์ของรถคันนี้มีค่าเท่ากับเท่าใด

- |                            |                        |
|----------------------------|------------------------|
| ก. $51.84 \times 10^5$ จูล | ข. $10^5$ จูล          |
| ค. $2 \times 10^5$ จูล     | ง. $4 \times 10^5$ จูล |



➡ วัตถุก้อนหนึ่งเดิมมีความเร็ว  $v$  ต่อมาความเร็วเปลี่ยนเป็น  $2v$  อยากทราบว่าพลังงานจลน์ของวัตถุเพิ่มขึ้นหรือลดลงเท่าไร

- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ก. ลดลง $\frac{1}{2}$ เท่าของตอนแรก | ข. ลดลง $\frac{1}{4}$ เท่าของตอนแรก |
| ค. เพิ่มขึ้น 2 เท่าของตอนแรก        | ง. เพิ่มขึ้น 4 เท่าของตอนแรก        |



➡ วัตถุก้อนหนึ่งเดิมมีความเร็ว  $v$  ต่อมาเพิ่มมวลเข้าไปอีกเป็น 2 เท่า ของมวลตอนแรก ถ้าวัตถุตอนหลังมีความเร็ว  $v$  เท่าเดิม พลังงานจลน์จะเป็นเท่าไร

- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ก. ลดลง $\frac{1}{2}$ เท่าของตอนแรก | ข. ลดลง $\frac{1}{4}$ เท่าของตอนแรก |
| ค. เพิ่มขึ้น 2 เท่าของตอนแรก        | ง. เพิ่มขึ้น 4 เท่าของตอนแรก        |



➡ ขณะที่ลูกปืนมวล 2 กรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 350 เมตรต่อวินาที จะมีพลังงานจลน์เท่าไร

- |              |            |
|--------------|------------|
| ก. 0.7 จูล   | ข. 70 จูล  |
| ค. 122.5 จูล | ง. 175 จูล |



➡ พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุมวล 5 กิโลกรัม มีค่าเท่าไรเทียบกับพื้นดิน เมื่อวัตถุนี้อยู่สูงจากพื้นดิน 10 เมตร

- |             |             |
|-------------|-------------|
| ก. 50 จูล   | ข. 500 จูล  |
| ค. 1500 จูล | ง. 5000 จูล |









## พลังงาน (Energy)

พลังงานกล หรือพลังงานทางกลศาสตร์ พลังงานกลของวัตถุมี 2 รูปแบบที่ต่างกันชัดเจน ได้แก่ พลังงานที่ขึ้นกับความเร็วของวัตถุ เรียกว่า **พลังงานจลน์** และพลังงานที่ขึ้นกับตำแหน่งของวัตถุ เรียกว่า **พลังงานศักย์**

### พลังงานจลน์

วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่จะนับว่ามีพลังงานจลน์ วัตถุที่อยู่นิ่งไม่มีพลังงานจลน์ พลังงานจลน์ไม่ขึ้นกับทิศทางของการเคลื่อนที่

สมมติให้มีแรงๆ เดียวที่คงตัวกระทำต่อวัตถุมวล  $m$  ที่อยู่นิ่งให้เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง มวล  $m$  ย่อมเคลื่อนที่เป็นไปตามกฎของนิวตัน คือ  $F = ma$  ความเร่งอยู่ในแนวเส้นตรงตามทิศของแรง ความเร่งจะมีค่าคงตัวเพราะแรงคงตัว ให้แรงกระทำอยู่เป็นเวลา  $t$  จนวัตถุมีความเร็ว  $v$  ที่ต้องการ จะหาว่าวัตถุมีพลังงานจลน์เท่าใดจากงานที่แรงคงตัวนั้นกระทำ



$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$a = \frac{v^2 - u^2}{2s}$$

จาก

$$F = ma$$

จะได้

$$F = m \frac{v^2 - u^2}{2s}$$

ดังนั้น

$$Fs = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2$$

$Fs$  คืองานที่ทำโดยแรงสุทธิ  $F$

งาน = การเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์

ถ้าเคลื่อนที่จากหยุดนิ่ง ความเร็วเริ่มต้น  $u$  เป็น 0 จะได้  $Fs = \frac{1}{2}mv^2$



จะเห็นว่างาน  $Fs$  ที่กระทำต่อวัตถุจะทำให้วัตถุที่หยุดนิ่งมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว  $v$  หรือกล่าวได้ว่า งานที่กระทำต่อวัตถุจะทำให้วัตถุมีพลังงานจลน์ซึ่งมีค่าเท่ากับ  $\frac{1}{2}mv^2$

ถ้ากำหนดให้สัญลักษณ์  $E_k$  แทนพลังงานจลน์ของวัตถุ จะได้

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

ถ้าพลังงานจลน์ตอนแรก  $E_{k1} = \frac{1}{2}mu^2$

และพลังงานจลน์ตอนหลัง  $E_{k2} = \frac{1}{2}mv^2$

จะเขียนเป็นสมการใหม่ได้ว่า  $W = E_{k2} - E_{k1}$

หรือ

$$W = \Delta E_k$$

ความหมายของสมการคือ งานเนื่องจากแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์กระทำต่อวัตถุ จะเท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไป เรียกว่า **ทฤษฎีบทของงานและพลังงานจลน์** อธิบายได้ว่าวัตถุจะเปลี่ยนแปลงความเร็วและพลังงานจลน์ได้ต่อเมื่อ มีองค์ประกอบของแรงลัพธ์ในแนวการเคลื่อนที่เท่านั้น และงานที่เพิ่มขึ้นของวัตถุก็คืองานขององค์ประกอบของแรงลัพธ์ในแนวการเคลื่อนที่ซึ่งสอดคล้องกับสูตรของงาน ( $W = FS$ )

## พลังงานศักย์

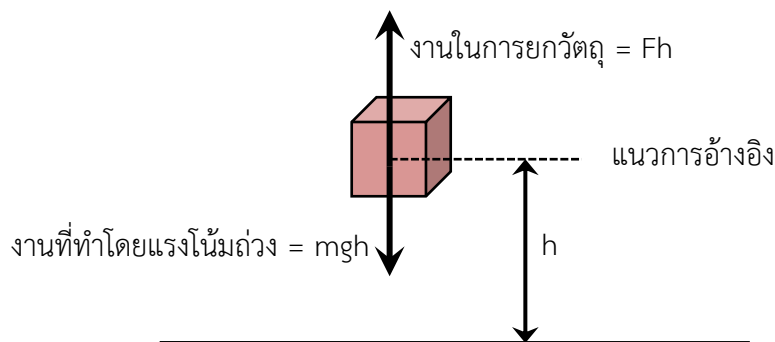
พลังงานศักย์ของวัตถุซึ่งเกิดจากการมีตำแหน่งสูงขึ้น เกี่ยวข้องกับแรงโน้มถ่วงที่โลกกระทำต่อวัตถุ เรียกว่า **พลังงานศักย์โน้มถ่วง** สำหรับการกดสปริงให้หดสั้นลง หรือยืดสปริงให้ยืดออก เมื่อปล่อยมือสปริงจะมีการเคลื่อนที่ แสดงให้เห็นว่ามีการทำงานโดยสปริง พลังงานนี้ก็คือ พลังงานศักย์เช่นกัน พลังงานศักย์ที่เกี่ยวข้องกับสมบัติการยืดหยุ่น เรียกว่า **พลังงานศักย์ยืดหยุ่น**

## พลังงานศักย์โน้มถ่วง

ในการยกวัตถุมวล  $m$  ให้สูงขึ้น  $h$  ในแนวตั้งด้วยความเร็วคงตัว จะต้องออกแรง  $F$  ซึ่งมีขนาดเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ  $mg$  จึงจะยกขึ้นได้ตามต้องการ เนื่องจากงานในการยกวัตถุให้สูงขึ้น  $h$  เท่ากับ  $Fh$  จูล และจาก  $F = mg$  จึงต้องทำงาน

$$W = Fh = mgh$$





จากสมการจะเห็นว่า งานของแรงภายนอกที่ใช้ในการยกวัตถุให้สูงขึ้นจากพื้นเป็นระยะ  $h$  นั้นมีค่าเท่ากับ  $mgh$  ซึ่งจะมีค่าเท่ากับงานที่ทำโดยแรงโน้มถ่วงของโลกต่อวัตถุ แต่งานของแรงโน้มถ่วงจะมีค่าเป็นลบ เพราะทิศของแรงตรงกันข้ามกับทิศของการกระจัด ปริมาณ  $mgh$  ซึ่งเป็นงานของแรงภายนอกเอาชนะแรงของสนามโน้มถ่วง ถือว่าเป็น **พลังงานศักย์โน้มถ่วง** ของวัตถุนั้นเอง

ถ้าใช้สัญลักษณ์  $E_p$  แทนพลังงานศักย์โน้มถ่วง จะเขียนสมการได้ดังนี้

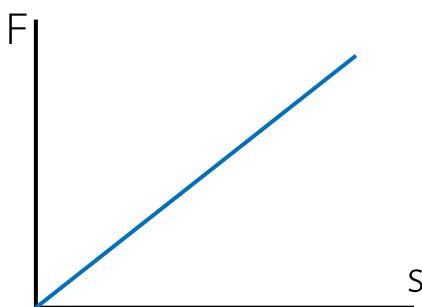
$$E_p = mgh$$

ทั้งนี้โดยกำหนดให้พลังงานศักย์โน้มถ่วงมีค่าเท่ากับศูนย์ เมื่อวัตถุอยู่ที่พื้นหรือระดับใดระดับหนึ่งที่ใช้เป็นระดับอ้างอิง สรุปได้ว่า พลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นพลังงานศักย์ที่เปรียบเทียบกับพื้นซึ่งใช้เป็นระดับอ้างอิง พลังงานศักย์ของวัตถุมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อวัตถุอยู่สูงขึ้นจากระดับอ้างอิง อาจมีค่าลบเมื่ออยู่ต่ำกว่าระดับอ้างอิง

### พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

เกิดจากวัตถุที่ติดอยู่กับสิ่งยืดหยุ่นมีการเปลี่ยนแปลงจากตำแหน่งหนึ่งไปสู่อีกตำแหน่งหนึ่ง เช่น วัตถุที่ติดสปริง พลังงานที่สะสมอยู่ในสปริงที่ทำให้สปริงยืดออกหรือหดเข้าจากตำแหน่งสมดุล

จากการทดลองยืดปลายข้างหนึ่งของสปริงไว้ แล้วใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวที่ปลายสปริงอีกข้างหนึ่ง วางสปริงและเครื่องชั่งสปริงอยู่ตรงขีดศูนย์ของไม้บรรทัด เพิ่มแรงดึงเครื่องชั่งสปริงให้สปริงยืดออกครั้งละเท่าๆ กัน บันทึกขนาดของแรงดึงกับระยะที่สปริงยืดออกจากตำแหน่งสมดุล แล้วเขียนกราฟระหว่างขนาดของแรงดึง ( $F$ ) กับระยะทางที่สปริงยืดออก ( $s$ ) จะได้ดังนี้





$$F = ks$$

จากกราฟ จะได้

เมื่อ  $F$  เป็นแรงที่กระทำต่อสปริง มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

$k$  เป็นค่าคงตัวของสปริง มีหน่วยเป็น นิวตัน/เมตร (N/m)

ขึ้นอยู่กับความแข็งของสปริง สามารถหาได้จากความชันของกราฟ

$s$  เป็นระยะที่สปริงยืดหรือหดจากตำแหน่งสมดุล มีหน่วยเป็น เมตร (m)

จากกราฟจะสังเกตเห็นว่า แรงที่ดึงสปริงให้ยืดออกนั้นไม่คงตัว แต่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจนถึงตำแหน่งสุดท้ายที่ดึง สมมติว่าใช้แรงดึงเท่ากับ  $F$  ทำให้สปริงยืดออก  $s$  งานที่ต้องทำในการยืดสปริงเช่นนั้นเป็นเท่าใด อาจหาจากที่กระทำจากแรงเฉลี่ยคูณกับการกระจัดได้ เนื่องจากแรงที่ดึงเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

ค่าแรงเฉลี่ยจะเท่ากับ  $\left(\frac{F+0}{2}\right)$  และงานที่ได้จึงเป็น

$$W = \left(\frac{F+0}{2}\right)s = \frac{1}{2}Fs$$

แทนค่า  $F = ks$  จะได้

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

สมการนี้ก็คือ พื้นที่สามเหลี่ยมใต้กราฟเส้นตรงระหว่าง  $F$  และ  $s$  นั่นเอง

ถ้าถือว่าสปริงที่ยังไม่ยืดไม่มีพลังงานศักย์ในตัว ค่า  $\frac{1}{2}ks^2$  ก็คือค่าพลังงานศักย์ในสปริงขณะที่สปริงยืด

ออกเป็นระยะ  $s$  นั่นเอง พลังงานศักย์นี้นับเป็น **พลังงานศักย์ยืดหยุ่น ( $E_p$ )** และเขียนเป็นสมการได้ว่า

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





**ตัวอย่างที่ 1** รถยนต์มวล 800 กิโลกรัม ขณะแล่นด้วยความเร็ว 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คนขับใช้ห้ามล้อ หลังจากใช้ห้ามล้อ รถเคลื่อนที่ต่อไปอีก 10 เมตร จึงหยุดนิ่ง งานเนื่องจากแรงต้านที่ทำให้รถหยุดมีค่าเท่าใด

**แนวคิด** แรงต้านที่ทำให้รถหยุดมีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางของการกระจัด และทำให้ความเร็วของรถลดลงจนเป็นศูนย์

**วิธีทำ** ความเร็วต้น  $u = 72 \text{ km/h} = \frac{72 \times 1000}{60 \times 60} \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$

ความเร็วปลาย  $v = 0$  การกระจัดของรถ  $s = 10 \text{ m}$

งานเนื่องจากแรงต้านทำให้รถหยุด  $W = \Delta E_k$

$$= \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2$$

$$= \frac{1}{2}m(v^2 - u^2)$$

$$= \frac{1}{2} (800 \text{ kg}) [(0 \text{ m/s})^2 - (20 \text{ m/s})^2]$$

$$= -160 \text{ kJ}$$

**ตอบ** งานเนื่องจากแรงต้านที่ทำให้รถหยุดเท่ากับ -160 กิโลจูล

**ตัวอย่างที่ 2** ลังสินค้ามวล 1000 กิโลกรัม ถูกยกขึ้นวางบนที่สูงจากพื้นดิน 2 เมตร พลังงานศักย์โน้มถ่วงของลังสินค้ามีค่าเท่าใดเมื่อเทียบกับพื้นดิน

**วิธีทำ** จาก  $E_p = mgh$

$$= (1000 \text{ kg}) (9.8 \text{ m/s}^2) (2 \text{ m})$$

$$= 19.6 \text{ kJ}$$

**ตอบ** พลังงานศักย์โน้มถ่วงของลังสินค้าเท่ากับ 19.6 กิโลจูล เมื่อเทียบกับพื้นดิน

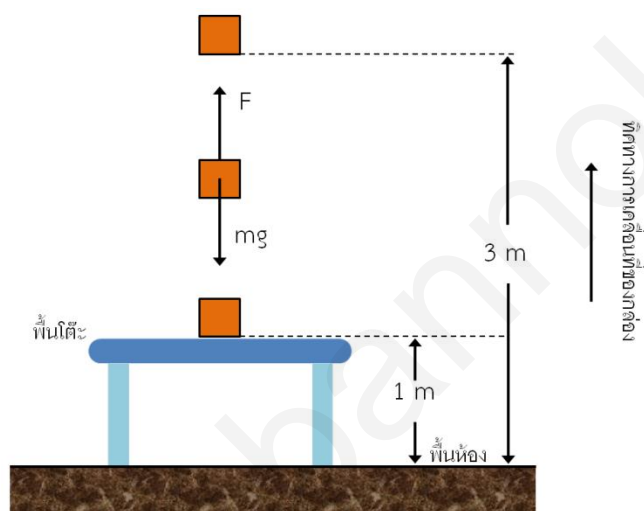


**ตัวอย่างที่ 3** ชายคนหนึ่งยกกล่องมวล 20 กิโลกรัม จากโต๊ะสูง 1 เมตร ขึ้นไว้ที่สูง 3 เมตร จากพื้นห้อง

ก. จงคำนวณพลังงานศักย์โน้มถ่วงของกล่องนี้ เมื่อให้พื้นห้องเป็นระดับอ้างอิง และเมื่อให้พื้นโต๊ะเป็นระดับอ้างอิง

ข. จงคำนวณงานของแรงที่ใช้ในการยกกล่องจากพื้นโต๊ะขึ้นไปไว้ที่สูง 3 เมตรจากพื้นห้อง

**แนวคิด** ก. พลังงานศักย์โน้มถ่วงของกล่องหาได้จาก  $E_p = mgh$  โดย  $h$  เป็นความสูงจากระดับอ้างอิงที่กำหนด ในที่นี้ใช้พื้นห้องและพื้นโต๊ะเป็นระดับอ้างอิง พลังงานศักย์โน้มถ่วงของกล่องจึงมีสองค่า เมื่อเขียนภาพสถานการณ์ในโจทย์ จะได้ดังนี้



**วิธีทำ** เมื่อให้ห้องเป็นระดับอ้างอิง และ  $h = 3 \text{ m}$  จากพื้นห้อง

$$\begin{aligned} E_p &= mgh \\ &= (20 \text{ kg}) (9.8 \text{ m/s}^2) (3 \text{ m}) \\ &= 588 \text{ J} \end{aligned}$$

**ตอบ** พลังงานศักย์โน้มถ่วงของกล่องเมื่อเทียบกับพื้นห้องเท่ากับ 588 จูล  
เมื่อให้พื้นโต๊ะเป็นระดับอ้างอิง และ  $h = 2 \text{ m}$  จากพื้นโต๊ะ

$$\begin{aligned} E_p &= mgh \\ &= (20 \text{ kg}) (9.8 \text{ m/s}^2) (2 \text{ m}) \\ &= 392 \text{ J} \end{aligned}$$

**ตอบ** พลังงานศักย์โน้มถ่วงของกล่องเมื่อเทียบกับพื้นโต๊ะเท่ากับ 392 จูล



**แนวคิด ข.** งานของแรงที่ยกกล่องขึ้นจากระดับเดิมเท่ากับผลต่างของพลังงานศักย์โน้มถ่วงที่ระดับทั้งสอง

**วิธีทำ** ระดับความสูงของกล่องก่อนยก  $h = 1 \text{ m}$  จากพื้นห้อง  $E_p = mgh_1$

ระดับความสูงของกล่องหลังยก  $h = 3 \text{ m}$  จากพื้นห้อง  $E_p = mgh_2$

$$\begin{aligned} W &= mg(h_2 - h_1) \\ &= (20 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)(3 \text{ m} - 1 \text{ m}) \\ &= 392 \text{ J} \end{aligned}$$

**ตอบ** งานของแรงที่ใช้ยกกล่องจากพื้นโต๊ะขึ้นไปไว้ที่สูง 3 เมตร จากพื้นห้องเท่ากับ 392 จูล

**ตัวอย่างที่ 4** เมื่อออกแรงดึงสปริงให้ยืดจากตำแหน่งสมดุล 0.1 เมตร แรงที่ใช้ดึงเป็น 10 นิวตัน ถ้าเพิ่มขนาดของแรงดึงเป็น 40 นิวตัน ขณะนั้นสปริงมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเท่าใด

**แนวคิด** เมื่อออกแรงดึงสปริง งานของแรงที่ดึงสปริงเท่ากับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นในสปริง ซึ่งหาได้จาก

$$E_p = \frac{1}{2}ks^2 \text{ โดย } k \text{ หาจาก } k = \frac{F}{s}$$

**วิธีทำ** จากสมการ  $F = ks$  เมื่อ  $F = 10 \text{ N}$  ,  $s = 0.1 \text{ m}$

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad k &= \frac{F}{s} \\ &= \frac{10 \text{ N}}{0.1 \text{ m}} \\ &= 100 \text{ N/m} \end{aligned}$$

เมื่อเพิ่มแรงดึงเป็น 40 นิวตัน จะหาระยะยืดออกได้เป็น

$$\begin{aligned} s &= \frac{F}{k} \\ &= \frac{40 \text{ N}}{100 \text{ N/m}} \\ &= 0.4 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{จากสมการ} \quad E_p = \frac{1}{2}ks^2$$

$$\begin{aligned} \text{นั่นคือ} \quad E_p &= \frac{1}{2}(100 \text{ N/m})(0.4 \text{ m})^2 \\ &= 8 \text{ J} \end{aligned}$$

**ตอบ** ขณะที่สปริงถูกดึงด้วยแรง 40 นิวตัน จะมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเท่ากับ 8 จูล



**ตัวอย่างที่ 5** ชายผู้หนึ่งออกแรง 100 นิวตัน ดึงสปริงไว้ แล้วเพิ่มแรงดึงเป็น 500 นิวตัน ทำให้สปริงยืดออกจากตำแหน่งเดิม 1.2 เมตร สปริงมีพลังงานศักย์เพิ่มขึ้นเท่าใด

**แนวคิด** เมื่อดึงสปริงให้ยืดออกมากขึ้น สปริงจะมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นมากขึ้น พลังงานศักย์ยืดหยุ่นที่เพิ่มขึ้นก็คืองานของแรงที่ดึงสปริงให้ยืดออกจากตำแหน่งเดิมเป็นระยะ 1.2 เมตร ซึ่งหาได้จากผลคูณระหว่างขนาดของแรงเฉลี่ยกับระยะที่สปริงยืดออกจากตำแหน่งเดิม หรือหาได้จากผลต่างของพลังงานศักย์ยืดหยุ่นในสปริงเมื่อออกแรงดึง 100 นิวตัน และพลังงานศักย์ยืดหยุ่นในสปริงเมื่อออกแรงดึง 500 นิวตัน ก็ได้ แต่ที่นี่จะใช้วิธีแรก

**วิธีทำ** สปริงจะได้รับพลังงานศักย์เพิ่มขึ้น  $= (\text{แรงเฉลี่ย}) \times (\text{ระยะทางที่เพิ่มขึ้น})$

$$= \left( \frac{100 \text{ N} + 500 \text{ N}}{2} \right) (1.2 \text{ m})$$

$$= 360 \text{ J}$$

**ตอบ** สปริงมีพลังงานศักย์เพิ่มขึ้นเท่ากับ 360 จูล



คำถาม

1. งานและพลังงานจลน์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร จงอธิบาย

ตอบ

2. ถ้ามีแรงมากระทำต่อวัตถุในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ พลังงานจลน์ของวัตถุจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร ในทางกลับกัน ถ้าแรงนั้นมีทิศทางตรงข้าม พลังงานจลน์ของวัตถุจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

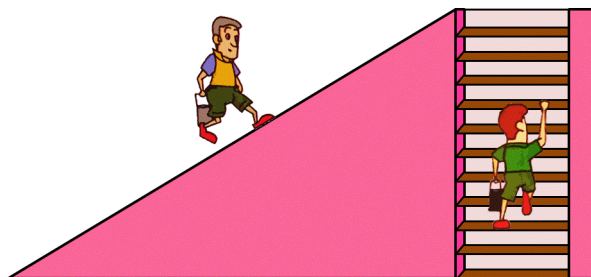
ตอบ.....

3. วัตถุมวล  $m$  อยู่สูงจากพื้นเป็นระยะทาง  $h$  พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุนี้นับผิวโลกและบนผิวดวงจันทร์เท่ากันหรือไม่

ตอบ



4. เแดงกับดำหิ้วตะกร้าที่มีขนาดเท่ากันและน้ำหนักเท่ากัน ขึ้นไปบนกำแพง ดังรูป เแดงปีนขึ้นบันไดที่ตั้งในแนวตั้ง ดำปีนขึ้นตามพื้นเอียง คนใดทำให้พลังงานในตะกร้าเพิ่มขึ้นมากกว่า



ตอบ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. จงอธิบายให้เห็นว่า เมื่อโยนวัตถุขึ้นไปในแนวตั้งจนกระทั่งวัตถุกลับมาที่ตำแหน่งเดิม (การกระจัดเป็นศูนย์) งานของแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุตั้งแต่เริ่มโยนจนกลับมาที่ตำแหน่งเดิม มีค่าเป็นศูนย์

ตอบ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. วัสดุหรือสิ่งประดิษฐ์หลายอย่างมีความยืดหยุ่น จงยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสิ่งเหล่านั้น

ตอบ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## ขั้นตอนการคำนวณและแก้โจทย์ปัญหาพีลิกส์ อิงกระบวนการแก้ปัญหของจอร์จ โพลยา

### ขั้นที่ 1

#### ทำความเข้าใจปัญหา

1. อ่านโจทย์ให้เข้าใจ วาดภาพประกอบพอเข้าใจ
2. พิจารณาหาสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มา และเขียนเป็นสัญลักษณ์
3. วิเคราะห์หาสิ่งที่โจทย์ถามหา และเขียนเป็นสัญลักษณ์

### ขั้นที่ 2

#### วางแผนแก้ปัญหา

4. เลือกสมการที่สัมพันธ์กับสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ให้หา

### ขั้นที่ 3

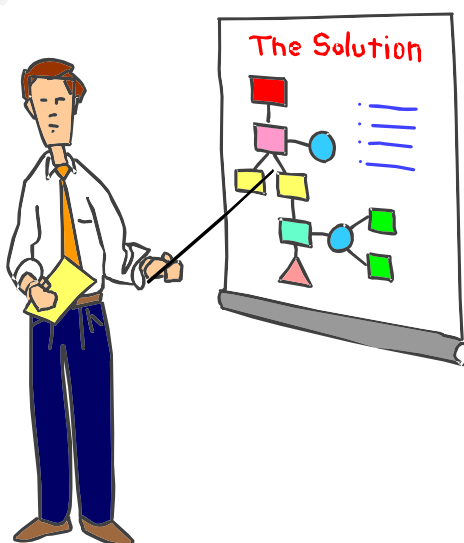
#### ดำเนินการตามแผน

5. แทนค่าข้อมูล (ตัวเลข) ตามสัญลักษณ์ (ตัวแปร) ในสมการ
6. แก้สมการหาคำตอบตามขั้นตอนทางคณิตศาสตร์

### ขั้นที่ 4

#### ตรวจสอบผลที่ได้

7. ตรวจสอบความถูกต้อง แล้วตอบคำถามทวนโจทย์







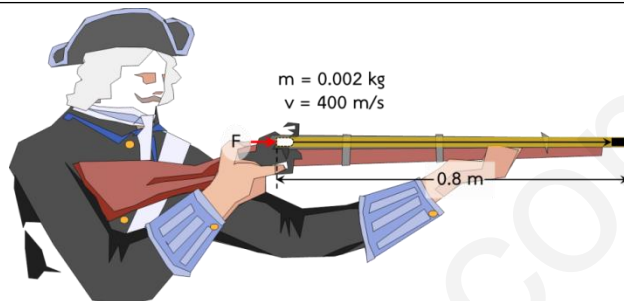






### แบบฝึกที่ 2.3

ลูกปืนมวล 0.002 กิโลกรัม เคลื่อนที่ออกจากลำกล้องปืนซึ่งยาว 0.80 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 400 เมตรต่อวินาที จงหา



ก. พลังงานจลน์ของลูกปืน

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ พลังงานจลน์ของลูกปืนเท่ากับ.....จูล

ข. แรงที่ดันให้ลูกปืนหลุดออกจากลำกล้อง

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ แรงที่ดันให้ลูกปืนหลุดจากลำกล้องเท่ากับ.....นิวตัน

////////////////////////////////////

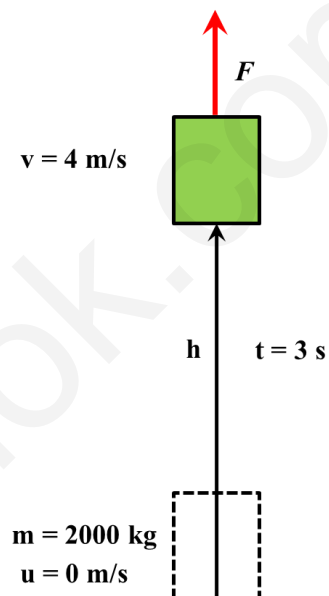




## แบบฝึกที่ 2.4 →

ลิฟต์มวล 2000 กิโลกรัม เคลื่อนที่ขึ้นจากสภาพนิ่งด้วยความเร่งคงตัว 4 เมตรต่อวินาที<sup>2</sup> พลังงานจลน์ของลิฟต์หลังจากที่เคลื่อนที่จากเริ่มต้นเป็นเวลา 3 วินาที มีค่าเท่าใด

วิธีทำ.....

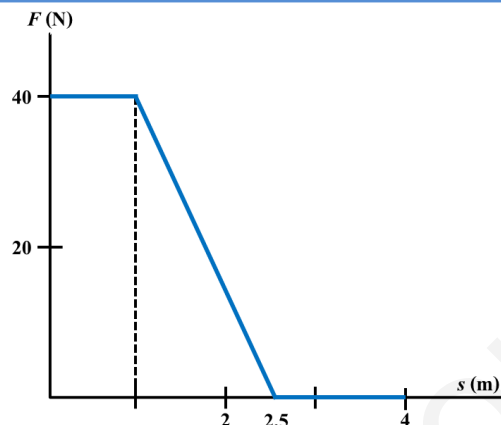


ตอบ พลังงานจลน์ของลิฟต์เท่ากับ.....จูล



**แบบฝึกที่ 2.5**

กราฟแสดงแรงขนาดต่างๆ ที่กระทำต่อวัตถุ  
มวล 2.0 กิโลกรัม ซึ่งเดิมหยุดนิ่ง จงหา



ก. งานในการเคลื่อนที่วัตถุไปเป็นระยะทาง 2.5 เมตร

วิธีทำ

ตอบ งานในการเคลื่อนที่วัตถุไปเป็นระยะทาง 2.5 เมตร เท่ากับ.....จูล

ข. ความเร็วของวัตถุหลังจากเคลื่อนที่ได้ 2.5 เมตร

วิธีทำ

ตอบ ความเร็วของวัตถุหลังจากเคลื่อนที่ได้ 2.5 เมตร เท่ากับ.....เมตรต่อวินาที

ค. พลังงานจลน์ของวัตถุหลังจากเคลื่อนที่ได้ 4.0 เมตร

วิธีทำ

ตอบ พลังงานจลน์ของวัตถุหลังจากเคลื่อนที่ได้ 4.0 เมตร เท่ากับ.....จูล



**แบบฝึกที่ 2.6**

ชายคนหนึ่งยกกล่องที่มีขนาดเท่ากัน 6 ใบ มาซ้อนกัน กล่องแต่ละใบมีมวล 10.0 กิโลกรัม สูง 0.40 เมตร จงหา

ก. พลังงานศักย์ของกล่องใบที่หนึ่ง

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

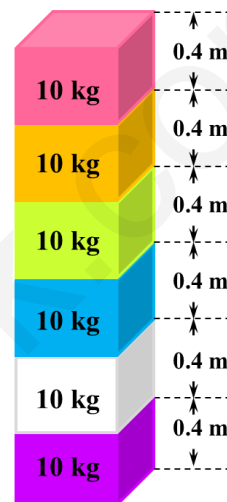
.....

.....

.....

.....

.....



ตอบ พลังงานศักย์ของกล่องใบที่หนึ่งเป็น.....จูล

ข. งานที่ชายคนนี้ทำในการนำกล่องใบที่สองซ้อนบนกล่องใบที่หนึ่งแล้วนำกล่องใบที่สามซ้อนบนกล่องใบที่สอง แล้วทำเช่นนี้เรื่อยไปจนครบทุกกล่อง

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

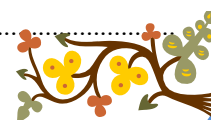
.....

.....

.....

.....

ตอบ งานที่ทำในการยกกล่องซ้อนกันเท่ากับ.....จูล





ค. พลังงานศักย์ของกล่องที่ตั้งซ้อนกันโดยใช้สูตร  $W = mgh$  เมื่อใช้  $m$  เป็นมวลของกล่องทั้งหมด และ  $h$  เป็นความสูงของศูนย์กลางมวลของกล่องที่ซ้อนกันนี้

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ พลังงานศักย์ของกล่องที่ตั้งซ้อนกันทั้งหมดเท่ากับ.....จูล

ง. ผลที่ได้ในข้อ ข. และข้อ ค. แตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





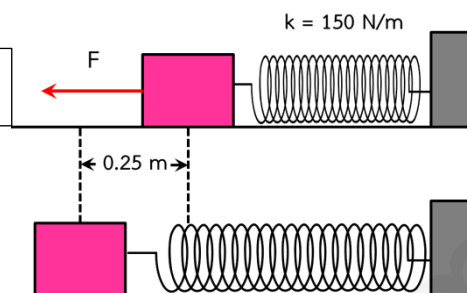




**แบบฝึกที่ 2.8**

สปริงอันหนึ่ง มีค่าคงตัวสปริงเท่ากับ 150 นิวตันต่อเมตร จงหา

ก. แรงที่ใช้ดึงสปริงขณะสปริงยืดออกจากเดิม 0.25 เมตร



วิธีทำ

ตอบ แรงที่ใช้ดึงสปริง ขณะที่ยืดออกจากเดิม 0.25 เมตร มีค่าเท่ากับ.....นิวตัน

ข. งานที่ใช้ในการดึงสปริงในข้อ ก.

วิธีทำ

ตอบ งานที่ใช้ในการดึงสปริงให้ยืดออกจากเดิม 0.25 เมตร มีค่าเท่ากับ.....จูล











## แบบทดสอบหลังเรียน



### คำชี้แจง

1. ข้อสอบทั้งหมดมี 10 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 20 นาที
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวและทำเครื่องหมาย X ในช่อง ☐ ของกระดาษคำตอบ
3. กำหนดให้ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก  $g = 10 \text{ m/s}^2$



➡ รถยนต์หนัก 1000 กิโลกรัม วิ่งด้วยอัตราเร็ว 108 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พลังงานจลน์ของรถคันนี้มีค่าเท่ากับเท่าใด

- |                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| ก. $1.08 \times 10^5$ จูล | ข. $9 \times 10^5$ จูล   |
| ค. $3 \times 10^5$ จูล    | ง. $4.5 \times 10^5$ จูล |



➡ วัตถุก้อนหนึ่งเดิมมีความเร็ว  $v$  ต่อมาความเร็วเปลี่ยนเป็น  $3v$  อยากทราบว่าพลังงานจลน์ของวัตถุเพิ่มขึ้นหรือลดลงเท่าไร

- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ก. ลดลง $\frac{1}{9}$ เท่าของตอนแรก | ข. ลดลง $\frac{1}{3}$ เท่าของตอนแรก |
| ค. เพิ่มขึ้น 9 เท่าของตอนแรก        | ง. เพิ่มขึ้น 3 เท่าของตอนแรก        |



➡ วัตถุก้อนหนึ่งเดิมมีความเร็ว  $v$  ต่อมาลดมวลลงเป็นครึ่งหนึ่งของมวลตอนแรก ถ้าวัตถุตอนหลังมีความเร็ว  $2v$  พลังงานจลน์จะเป็นอย่างไร

- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ก. ลดลง $\frac{1}{2}$ เท่าของตอนแรก | ข. ลดลง $\frac{1}{4}$ เท่าของตอนแรก |
| ค. เพิ่มขึ้น 2 เท่าของตอนแรก        | ง. เพิ่มขึ้น 4 เท่าของตอนแรก        |



➡ ขณะที่ก้อนหินมวล 5 กรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 50 เมตรต่อวินาที จะมีพลังงานจลน์เท่าไร

- |             |             |
|-------------|-------------|
| ก. 5.5 จูล  | ข. 6.25 จูล |
| ค. 8.75 จูล | ง. 12.5 จูล |




➡ พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุมวล 0.8 กิโลกรัม มีค่าเท่าไรเทียบกับพื้นดิน เมื่อวัตถุนี้อยู่สูงจากพื้นดิน 20 เมตร

- |            |           |
|------------|-----------|
| ก. 160 จูล | ข. 80 จูล |
| ค. 16 จูล  | ง. 8 จูล  |






 พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุมวล 0.8 กิโลกรัม มีค่าเท่าไรเทียบกับพื้นห้อง เมื่อวัตถุนี้อยู่สูงจากพื้นดิน 20 เมตร และพื้นห้องสูงจากพื้นดิน 18.5 เมตร

- ក. 12 តួ  
ខ. 16 តួ  
គ. 24 តួ  
ឃ. 296 តួ



**7**  มวล C ขนาด 10 กิโลกรัม อยู่สูงจากพื้นโลก 2 เมตร กับมวล D ขนาด 5 กิโลกรัม อยู่สูงจากพื้นโลก 4 เมตร อัตราส่วนของพลังงานศักย์ของ A ต่อ B เป็นเท่าไร

- ก. 3 : 2                      ข. 2 : 1  
ค. 1 : 2                      ง. 1 : 1



8 ➡ พลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริงซึ่งมีค่าคงตัวของสปริง 200 นิวตันต่อเมตร ที่ถูกยืดออก จากตำแหน่งสมดุล 10 เซนติเมตร เป็นเท่าไร


- ក. 0.1 ឡូត  
ខ. 1 ឡូត  
គ. 10 ឡូត  
ង. 20 ឡូត



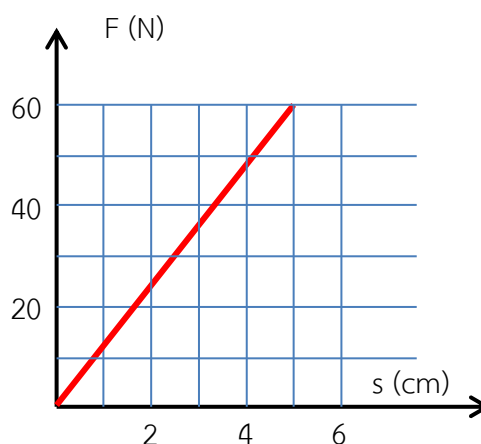
👉 ➡️ ดาวซังสปริงอ่านค่าได้ระหว่าง 0 – 40 นิวตัน จะยืดได้ 0.10 เมตร ขณะอ่านได้ 40 นิวตัน แล้วถ้านำมวลขนาด 2 กิโลกรัม มาแขวนที่ปลายดาวซัง ขณะนั้นสปริงมีพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเท่าไร

- ก. 0.5 จูล                      ข. 1.0 จูล  
ค. 1.5 จูล                      ง. 2.0 จูล



10.  จากการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรง  $F$  กับระยะทางที่สปริงยืดออก  $s$  ได้กราฟความสัมพันธ์ดังรูป ในการทดลองนี้ถ้ายืดสปริงออกจากสมดุล 5 เซนติเมตร พลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริงขณะนั้นมีค่าเท่ากับเท่าไร

- ก. 0.5 จูล  
 ข. 2.5 จูล  
 ค. 1.5 จูล  
 ง. 4 จูล





## บรรณานุกรม

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 1.**

กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว, 2554.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 1.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว, 2553.

เทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน, สำนัก. 2557. **งานและพลังงาน.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

[http://www.cpn1.go.th/media/thonburi/lesson/04\\_WorkEnergy/index.html](http://www.cpn1.go.th/media/thonburi/lesson/04_WorkEnergy/index.html). 25 มีนาคม 2557.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2556.

**โครงการจัดทำสื่อการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

<http://www.scicoursewarechula.com>. 25 มีนาคม 2557.

วิชาการดอทคอม. 2557. **ข้อสอบเอ็นทรานซ์ ฟิสิกส์ งานและพลังงาน.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

<http://www.vcharkarn.com/exam/set/923>. 25 มีนาคม 2557.

MyFirstBrain.com. 2557. **แบบฝึกหัดฟิสิกส์ งานและพลังงาน ชุดที่ 1.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

[http://www.myfirstbrain.com/student\\_view.aspx?ID=59922](http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=59922). 25 มีนาคม 2557.

MyFirstBrain.com. 2557. **แบบฝึกหัดฟิสิกส์ งานและพลังงาน ชุดที่ 2.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

[http://www.myfirstbrain.com/student\\_view.aspx?ID=60001](http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=60001). 25 มีนาคม 2557.

จรัส บุญยธรรมา. 2557. **งานและพลังงานฟิสิกส์ราชมงคล.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

<http://www.rmutphysics.com/charud/exercise/energy/energy1/index11.htm>.

25 มีนาคม 2557.

ประสิทธิ์ จันตะภา. 2557. **วิดีโอตัวเข้ม.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : [http://www.prokru.com/player/ts\\_player/play/92](http://www.prokru.com/player/ts_player/play/92).

25 มีนาคม 2557.



# กระดาษคำตอบ แบบทดสอบก่อนเรียน

## พลังงาน

ชื่อ - สกุล.....

ชั้น ม.5 เลขที่.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนนที่ได้

คะแนนเต็ม

10

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน  
พลังงาน

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				X
2				X
3			X	
4			X	
5		X		
6		X		
7	X			
8	X			
9	X			
10				X

ลองทำก่อน  
อย่าเพิ่งดูเฉลยนะ



## แนวคิดการตอบคำถาม



1. งานและพลังงานจลน์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร จงอธิบาย

**แนวคำตอบ** เมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ งานของแรงดังกล่าวทำให้วัตถุมีพลังงานจลน์ ถ้าเริ่มต้นวัตถุอยู่นิ่งบนพื้นที่ไม่มีแรงเสียดทาน งานของแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่จะเท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุ หรือ  $W = E_k$  แต่ถ้าเริ่มต้น วัตถุมีความเร็วค่าหนึ่ง งานจะเท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไป  $W = \Delta E_k$

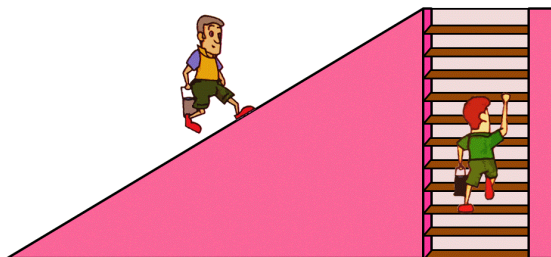
2. ถ้ามีแรงมากระทำต่อวัตถุในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ พลังงานจลน์ของวัตถุจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร ในทางกลับกัน ถ้าแรงนั้นมีทิศทางตรงข้าม พลังงานจลน์ของวัตถุจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

**แนวคำตอบ** เมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ จะทำให้วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้น ดังนั้นพลังงานจลน์ของวัตถุจะเพิ่มขึ้น ในทางกลับกัน ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุมีทิศทางตรงข้าม จะทำให้วัตถุมีความเร็วลดลง ดังนั้นพลังงานจลน์ของวัตถุจะลดลง

3. วัตถุมวล  $m$  อยู่สูงจากพื้นเป็นระยะทาง  $h$  พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุนี้นบนผิวโลกและบนผิวดวงจันทร์เท่ากันหรือไม่

**แนวคำตอบ** วัตถุมวล  $m$  อยู่สูงจากพื้น (ระดับอ้างอิง) เป็นระยะทาง  $h$  จะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเท่ากับ  $mgh$  เมื่อ  $g$  คือความเร่งโน้มถ่วง ณ บริเวณนั้น แต่เนื่องจาก  $g$  บนผิวโลกมากกว่า  $g$  บนผิวดวงจันทร์ ( $g_{\text{moon}} \approx \frac{1}{6} g_{\text{earth}}$ ) ดังนั้นที่ความสูง (จากระดับอ้างอิง) เท่ากันพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุบนผิวโลกจะมากกว่าบนผิวดวงจันทร์

4. แดงกับดำหิ้วตะกร้าที่มีขนาดเท่ากันและน้ำหนักเท่ากัน ขึ้นไปบนกำแพง ดังรูปแดงปีนขึ้นบันไดที่ตั้งในแนวตั้ง ดำปีนขึ้นตามพื้นเอียง คนใดทำให้พลังงานในตะกร้าเพิ่มขึ้นมากกว่า



**แนวคำตอบ** เมื่อแดงและดำขึ้นไปอยู่บนกำแพง ทั้งสองคนจะสูงจากพื้นเท่ากัน พลังงานในตะกร้าทั้งสองจะเพิ่มเท่ากันคือ  $mgh$



5. จงอธิบายให้เห็นว่า เมื่อโยนวัตถุขึ้นไปในแนวตั้งจนกระทั่งวัตถุกลับมาที่ตำแหน่งเดิม (การกระจัดเป็นศูนย์) งานของแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุตั้งแต่เริ่มโยนจนกลับมาที่ตำแหน่งเดิม มีค่าเป็นศูนย์

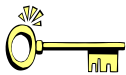
**แนวคำตอบ** ในการโยนวัตถุในแนวตั้ง แรงที่กระทำต่อวัตถุคือ แรงโน้มถ่วง  $F$  มีทิศทางลง (เข้าสู่ศูนย์กลางของโลก) ขณะที่การกระจัด  $s$  ของวัตถุมีทิศทางขึ้น งานของแรงโน้มถ่วง คือ  $Fs \cos 180^\circ = -Fs$  จึงเป็นงานลบ แต่ขาลงทั้งแรงและการกระจัดของวัตถุจากตำแหน่งสูงสุดมีทิศทางลง งานของแรงโน้มถ่วงคือ  $Fs \cos 0^\circ = Fs$  จึงเป็นงานบวกดังนั้นงานทั้งหมด  $W = -Fs + Fs = 0$  นั่นคืองานของแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุตั้งแต่เริ่มโยนจนกลับมาที่ตำแหน่งเดิมมีค่าเป็นศูนย์

6. วัสดุหรือสิ่งประดิษฐ์หลายอย่างมีความยืดหยุ่น จงยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสิ่งเหล่านั้น

**แนวคำตอบ** สิ่งประดิษฐ์ เช่น ปากกาลูกกลิ้งมีกลไกการทำงานที่อาศัยการหดและยืดของสปริงตัวเล็กๆ ภายในตัว ใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ของไส้ปากกา ร่องเท้ากีฬาที่มีการออกแบบพื้นให้รองรับการกระแทกได้ดี ภาชนะหรือบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากยางหรือพลาสติกที่มีความยืดหยุ่น เช่น ถุงซีป ของยางซิลิโคนหุ้มโทรศัพท์เคลื่อนที่ เสื้อผ้าที่มีแถบยาง เช่น กางเกงกีฬา ถุงเท้า ของเล่น เช่น ปืนเด็กเล่นที่มีสปริงภายใน กระบอก หนังสือที่ทำจากยางเส้น ตุ๊กตาที่มีฐานเป็นสปริง เป็นต้น

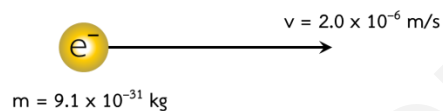


## เฉลยแบบฝึกทักษะ



**เฉลยแบบฝึกที่ 2.1** อิเล็กตรอนมีมวล  $9.1 \times 10^{-31}$  กิโลกรัม จงหาพลังงานจลน์ของอิเล็กตรอน 1 ตัว ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว  $2.0 \times 10^{-6}$  เมตรต่อวินาที จะต้องใช้อิเล็กตรอนที่มีอัตราเร็วขนาดนี้กี่ตัวจึงจะมีพลังงานจลน์เป็น 1 จูล

**วิธีทำ** จาก 
$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$
$$= \frac{1}{2}(9.1 \times 10^{-31} \text{ kg})(2 \times 10^{-6} \text{ m/s})^2$$
$$E_k = 1.8 \times 10^{-18}$$



ต้องการให้พลังงานเป็น 1 จูล จะต้องใช้อิเล็กตรอนเท่ากับ  $\frac{1}{1.8 \times 10^{-18}}$  ตัว  $= 5.5 \times 10^{17}$  ตัว

**ตอบ** พลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนเท่ากับ  $1.8 \times 10^{-18}$  จูล และต้องใช้อิเล็กตรอน  $= 5.5 \times 10^{17}$  ตัว

**เฉลยแบบฝึกที่ 2.2** ลูกปืนมวล 2.0 กรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 300 เมตรต่อวินาที ไปกระทบด้านหน้าซึ่งเป็นต้นไม้อายุ ลูกปืนจมลงไปในเนื้อไม้ลึก 5.0 เซนติเมตร จงหาแรงเฉลี่ยของลูกปืนที่กระทำต่อเนื้อไม้ และงานที่ลูกปืนทำในการเคลื่อนที่เข้าไปในเนื้อไม้

**วิธีทำ** เมื่อลูกปืนกระทบไม้และจมลึกลงไปในเนื้อไม้ งานของแรงที่ลูกปืนกระทำกับเนื้อไม้จะเท่ากับ

พลังงานจลน์ของลูกปืน 
$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$
$$= \frac{1}{2}(2.0 \times 10^{-3} \text{ kg})(300 \text{ m/s})^2$$
$$= 90 \text{ J}$$



งานของแรงที่ลูกปืนกระทำต่อเนื้อไม้

$$W = Fs$$

เมื่อ

$$W = 90 \text{ J} \text{ และ } s = 5.0 \times 10^{-2} \text{ m}$$

จะได้

$$F = \frac{90 \text{ J}}{5.0 \times 10^{-2} \text{ m}}$$
$$= 1800 \text{ N}$$

**ตอบ** แรงเฉลี่ยที่ลูกปืนกระทำกับเนื้อไม้เท่ากับเท่ากับ 1800 นิวตัน และงานที่ลูกปืนกระทำกับเนื้อไม้เท่ากับ 90 จูล



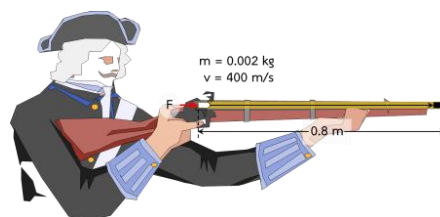
**เฉลยแบบฝึกที่ 2.3** ลูกปืนมวล 0.002 กิโลกรัม เคลื่อนที่ออกจากลำกล้องปืนซึ่งยาว 0.80 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 400 เมตรต่อวินาที จงหา

**วิธีทำ**

ก. หาพลังงานจลน์ของลูกปืน จาก  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

ดังนั้น  $E_k = \frac{1}{2}(0.002 \text{ kg})(400 \text{ m/s})^2$

$= 160 \text{ J}$



**ตอบ** พลังงานจลน์ของลูกปืนเท่ากับ 160 จูล

ข. หาแรงที่ดันให้ลูกปืนหลุดจากลำกล้อง

งานของแรงที่ดันให้ลูกปืนหลุดจากลำกล้อง  $W = Fs$  และ  $W = E_k$

ดังนั้น  $Fs = E_k$  หรือ  $F = \frac{E_k}{s}$

$= \frac{160 \text{ J}}{0.80 \text{ m}}$

$= 200 \text{ N}$

**ตอบ** แรงที่ดันให้ลูกปืนหลุดจากลำกล้องเท่ากับ 200 นิวตัน

**เฉลยแบบฝึกที่ 2.4** ลิฟต์มวล 2000 กิโลกรัม เคลื่อนที่ขึ้นจากสภาพนิ่งด้วยความเร่งคงตัว 4 เมตรต่อวินาที พลังงานจลน์ของลิฟต์หลังจากที่เคลื่อนที่จากเริ่มต้นเป็นเวลา 3 วินาที มีค่าเท่าใด

**วิธีทำ** หลังจากลิฟต์เคลื่อนที่จากเริ่มต้นเป็นเวลา 3 วินาที ลิฟต์มีความเร็ว  $v$  ซึ่งหาได้

จากสมการ  $v = u + at$  โดย  $a = 4 \text{ m/s}^2$  และ  $t = 3 \text{ s}$  แทนค่า จะได้

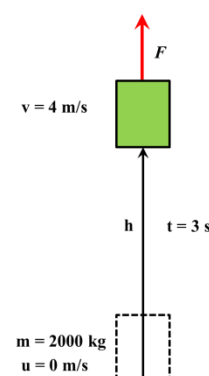
$$v = u + at$$

$$= 0 + (4 \text{ m/s}^2)(3 \text{ s}) = 12 \text{ m/s}$$

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

$$= \frac{1}{2}(2000 \text{ kg})(12 \text{ m/s})^2$$

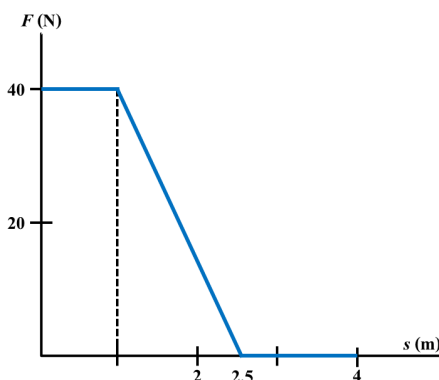
$$= 1.44 \times 10^5 \text{ J}$$



**ตอบ** พลังงานจลน์ของลิฟต์เท่ากับ  $1.44 \times 10^5$  จูล



**เฉลยแบบฝึกที่ 2.5** กราฟแสดงแรงขนาดต่างๆ ที่กระทำต่อวัตถุมวล 2.0 กิโลกรัม ซึ่งเดิมหยุดนิ่ง จงหา



### วิธีทำ

ก. งานในการเคลื่อนที่วัตถุไปเป็นระยะทาง 2.5 เมตร

พื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงและระยะทางคืองานในการเคลื่อนที่วัตถุ

$$= \frac{1}{2} (1 \text{ m} + 2.5 \text{ m}) (40 \text{ N})$$

$$= 70 \text{ J}$$

**ตอบ** งานในการเคลื่อนที่วัตถุไปเป็นระยะทาง 2.5 เมตร เท่ากับ 70 จูล

ข. หาความเร็วของวัตถุหลังจากเคลื่อนที่ได้ 2.5 เมตร

งานในการเคลื่อนที่วัตถุไปเป็นระยะทาง 2.5 เมตร = พลังงานจลน์ของวัตถุ หรือ

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

$$70 \text{ J} = \frac{1}{2} (2.0 \text{ kg}) v^2$$

$$v = 8.37 \text{ m/s}$$

**ตอบ** ความเร็วของวัตถุหลังจากเคลื่อนที่ได้ 2.5 เมตร เท่ากับ 8.4 เมตรต่อวินาที

ค. หาพลังงานจลน์ของวัตถุหลังจากเคลื่อนที่ได้ 4.0 เมตร

ในช่วงเวลา 2.5 m ถึง 4 m แรงกระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ นั่นคือพลังงานจลน์ของวัตถุไม่เพิ่มขึ้น  
ในช่วงนี้ พลังงานจลน์ของวัตถุเท่ากับงานที่ทำในช่วงเคลื่อนที่ 2.5 m หรือ

$$E_k = W$$

$$= 70 \text{ J}$$

**ตอบ** พลังงานจลน์ของวัตถุหลังจากเคลื่อนที่ได้ 4.0 เมตร เท่ากับ 70 จูล

////////////////////



**เฉลยแบบฝึกที่ 2.6** ชายคนหนึ่งยกกล่องที่มีขนาดเท่ากัน 6 ใบ มาซ้อนกัน กล่องแต่ละใบมีมวล 10.0 กิโลกรัมสูง 0.40 เมตร จงหา

**วิธีทำ** ให้กล่องทั้ง 6 ใบ อยู่บนพื้นราบ และให้พื้นเป็นระดับอ้างอิง

ก. หาพลังงานศักย์ของกล่องใบที่หนึ่ง โดยใช้จุดศูนย์กลางมวลของกล่อง

$$\begin{aligned}\text{จาก } E_p &= mgh \\ E_p &= (10.0 \text{ kg}) (9.8 \text{ m/s}^2) (0.2 \text{ m}) \\ &= 19.6 \text{ J}\end{aligned}$$

**ตอบ** พลังงานศักย์ของกล่องใบที่หนึ่งเป็น 19.6 จูล

ข. หางานที่ทำในการยกกล่อง

ในการยกกล่องแต่ละใบต้องออกแรง  $= mg = 98 \text{ N}$

ดังนั้นงานที่ทำในการยกกล่องตั้งแต่ใบที่ 2 ถึงใบที่ 6 จะเท่ากับ

$$\begin{aligned}W &= mgh_1 + mgh_2 + mgh_3 + mgh_4 + mgh_5 \\ &= mg (h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5) \\ &= (98 \text{ N}) (0.4 \text{ m} + 0.8 \text{ m} + 1.2 \text{ m} + 1.6 \text{ m} + 2.0 \text{ m}) \\ &= (98 \text{ N}) (6 \text{ m}) = 588 \text{ J}\end{aligned}$$

**ตอบ** งานที่ทำในการยกกล่องซ้อนกันเท่ากับ 588 จูล

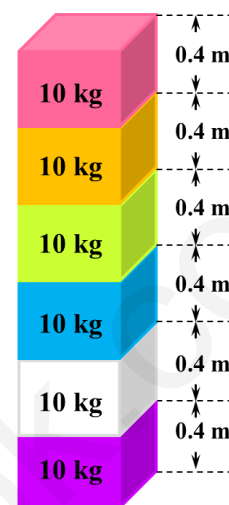
ค. หาพลังงานศักย์โน้มถ่วงของกล่องทั้งหมด

$$\begin{aligned}\text{จาก } E_p &= mgh \\ E_p &= (60.0 \text{ kg}) (9.8 \text{ m/s}^2) (1.20 \text{ m}) \\ &= 705.6 \text{ J}\end{aligned}$$

**ตอบ** พลังงานศักย์ของกล่องที่ตั้งซ้อนกันทั้งหมดเท่ากับ 705.6 จูล

ง. เปรียบเทียบผลที่ได้จากข้อ ข. และ ค.

**ตอบ** ผลที่ได้ในข้อ ข. และ ค. แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะการทำงานในข้อ ข. เป็นการเพิ่มพลังงานศักย์ของกล่อง กล่าวคือขณะที่กล่องทั้งหมดอยู่ที่พื้นจะมีพลังงานศักย์อยู่แล้ว 19.6 จูล  $\times$  6 ใบ หรือเท่ากับ 117.6 จูล เมื่อยกกล่องขึ้นซ้อนกัน กล่องทั้งหมดจะมีพลังงานศักย์ 117.6 จูล + 588 จูล เท่ากับ 705.6 จูล นั่นคือ พลังงานศักย์ของกล่องเพิ่มขึ้น 588 จูล ซึ่งเท่ากับงานที่ทำในการยกกล่องในข้อ ข.





**เฉลยแบบฝึกที่ 2.7** เครื่องชั่งสปริงแบ่งสเกลไว้ตั้งแต่ 0 – 20 นิวตัน บนสเกลที่ยาว 0.10 เมตร จงหา

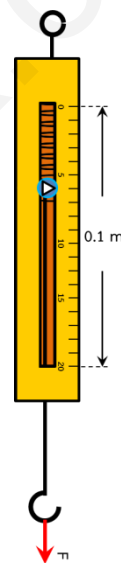
**วิธีทำ** เมื่อเครื่องสปริงมีสเกลยาว 0.10 เมตร และอ่านค่าของแรงได้ตั้งแต่ 0 – 20 นิวตัน แสดงว่า แรงที่ใช้ในการดึงสปริงขณะที่สปริงยืดออก 0.10 เมตร เท่ากับ 20 นิวตัน สามารถหาค่าคงตัวสปริงจากสมการ

$$\begin{aligned} F &= ks \quad \text{หรือ} \quad k = \frac{F}{s} \\ &= \frac{20 \text{ N}}{0.10 \text{ m}} \\ &= 200 \text{ N/m} \end{aligned}$$

ก. หาพลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริงขณะเครื่องชั่งอ่านค่าของแรงได้ 6.0 นิวตัน ระยะที่สปริงยืดออก เมื่ออ่านค่าของแรงได้ 6.0 นิวตัน หาได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad F &= ks \quad \text{หรือ} \quad s = \frac{F}{k} \\ \text{เมื่อ} \quad F &= 6.0 \text{ N} \quad \text{และ} \quad k = 200 \text{ N/m} \\ \text{ดังนั้น} \quad s &= \frac{6.0 \text{ N}}{200 \text{ N/m}} \\ &= 0.03 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หาพลังงานศักย์ยืดหยุ่น จากสมการ} \quad E_p &= \frac{1}{2}ks^2 \\ &= \frac{1}{2}(200 \text{ N/m})(0.03 \text{ m})^2 \\ &= 0.09 \text{ J} \end{aligned}$$



**ตอบ** พลังงานศักย์ยืดหยุ่น ขณะเครื่องชั่งสปริงอ่านค่าของแรงได้ 6.0 นิวตัน เท่ากับ 0.09 จูล

ข. หาพลังงานศักย์ยืดหยุ่น ขณะเครื่องชั่งสปริงอ่านค่าของแรงเต็มสเกล

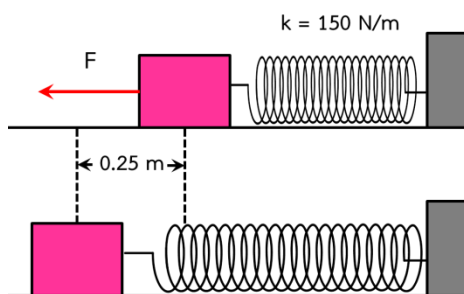
$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad E_p &= \frac{1}{2}ks^2 \\ \text{เมื่อ} \quad k &= 200 \text{ N/m} \quad \text{และ} \quad s = 0.10 \text{ m} \\ \text{ดังนั้น} \quad E_p &= \frac{1}{2}(200 \text{ N})(0.10 \text{ m})^2 \\ &= 1 \text{ J} \end{aligned}$$

**ตอบ** พลังงานศักย์ยืดหยุ่นของสปริง ขณะเครื่องชั่งสปริงอ่านค่าของแรงเต็มสเกลเท่ากับ 1 จูล

////////////////////////////////////



เฉลยแบบฝึกที่ 2.8 สปริงอันหนึ่ง มีค่าคงตัวสปริงเท่ากับ 150 นิวตันต่อเมตร จงหา



### วิธีทำ

ก. หาแรงที่ใช้ดึงสปริงขณะสปริงยืดออกจากเดิม 0.25 เมตร

$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad F &= ks \quad \text{เมื่อ } k = 150 \text{ N/m} \text{ และ } s = 0.25 \text{ m} \\ \text{ดังนั้น} \quad F &= (150 \text{ N/m}) (0.25 \text{ m}) \\ &= 37.5 \text{ N} \end{aligned}$$

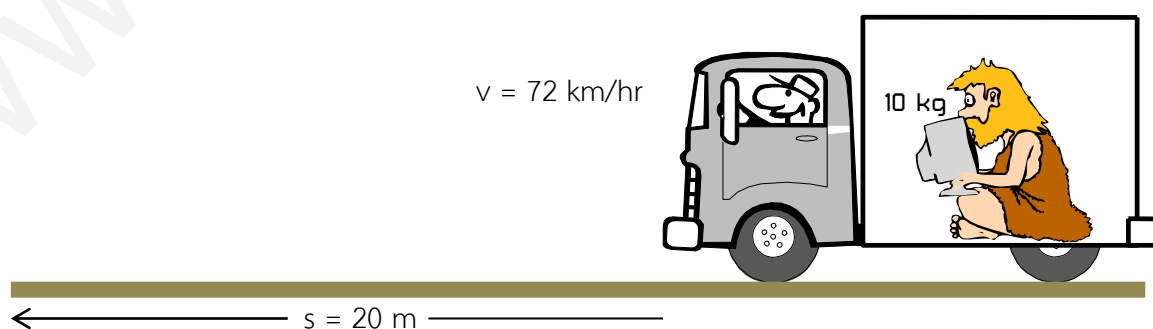
ตอบ แรงที่ใช้ดึงสปริง ขณะที่ยืดออกจากเดิม 0.25 เมตร มีค่าเท่ากับ 37.5 นิวตัน

ข. หางานที่ใช้ดึงสปริงในข้อ ก.

$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad E_p &= \frac{1}{2} ks^2 \\ \text{ดังนั้น} \quad E_p &= \frac{1}{2} (150 \text{ N}) (0.25 \text{ m})^2 \\ &= 4.69 \text{ J} \end{aligned}$$

ตอบ งานที่ใช้ในการดึงสปริงให้ยืดออกจากเดิม 0.25 เมตร มีค่าเท่ากับ 4.69 จูล

เฉลยแบบฝึกที่ 2.9 ชายคนหนึ่งถือของมวล 10 กิโลกรัม นั่งอยู่บนรถบรรทุกคันหนึ่ง ซึ่งวิ่งไปด้วยอัตราเร็ว 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถ้ารถคันนี้เบรกกะทันหันหยุดได้ระยะทาง 20 เมตร จงหาว่าชายคนนี้จะทำงานเท่าใด



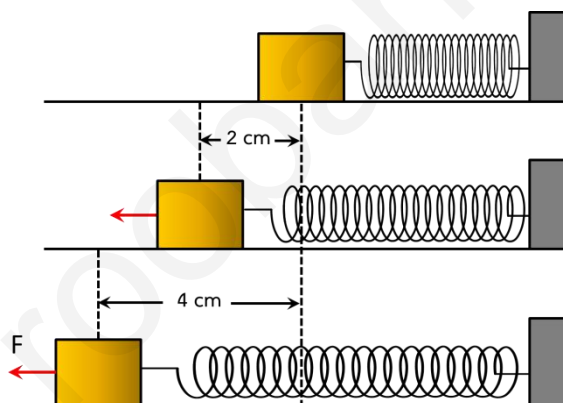


**วิธีทำ** งานที่ชายคนนี้ทำคืองานในการต้านวัตถุเท่ากับพลังงานจลน์ที่เปลี่ยนไป

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } W &= \Delta E_k & \text{เมื่อ } m &= 10 \text{ kg} , v = 72 \text{ km/hr} = \frac{72 \times 1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 20 \text{ m/s} \\
 &= \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 \\
 &= \frac{1}{2}m(v^2 - u^2) \\
 &= \frac{1}{2}(10 \text{ kg}) [(0 \text{ m/s})^2 - (20 \text{ m/s})^2] \\
 &= (5)(0 - 400) \text{ N}\cdot\text{m} \\
 &= -2000 \text{ J}
 \end{aligned}$$

**ตอบ** งานที่ชายคนนี้ทำเท่ากับ -2000 จูล เนื่องจากเป็นแรงต้าน

**เฉลยแบบฝึกที่ 2.10** สปริงมีค่าคงตัว 2 นิวตันต่อเซนติเมตร จะต้องทำงานเท่าไรในการยืดสปริงจากระยะ 2 เซนติเมตรจากตำแหน่งสมดุลไปเป็น 4 เซนติเมตร



**วิธีทำ** งานในการยืดสปริงเท่ากับพลังงานศักย์ยืดหยุ่นที่เปลี่ยนไป

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } W &= \Delta E_p & \text{เมื่อ } k &= 2 \text{ N/cm} = 200 \text{ N/m} , s_1 = 0.02 \text{ m} \text{ และ } s_2 = 0.04 \text{ m} \\
 &= \frac{1}{2}ks_2^2 - \frac{1}{2}ks_1^2 \\
 &= \frac{1}{2}k(s_2^2 - s_1^2) \\
 &= \frac{1}{2}(200 \text{ N/m}) [(0.04 \text{ m})^2 - (0.02 \text{ m})^2] \\
 &= 0.12 \text{ N}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

**ตอบ** งานที่ชายคนนี้ทำเท่ากับ 0.12 จูล



กระดาษคำตอบ แบบทดสอบหลังเรียน

พลังงาน

ชื่อ - สกุล.....

ชั้น ม.5 เลขที่.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนนที่ได้

คะแนนเต็ม

10

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ

(.....)

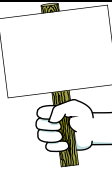
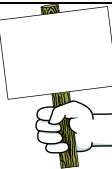
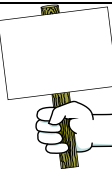
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน  
พลังงาน

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				X
2			X	
3			X	
4		X		
5	X			
6	X			
7				X
8		X		
9	X			
10			X	

สรุปและประเมินตนเอง

ลำดับที่	รายการ	เต็ม	ได้	หมายเหตุ
1	แบบทดสอบก่อนเรียน	10		ไม่ประเมิน
2	แบบฝึกทักษะ	10		
3	แบบทดสอบหลังเรียน	10		ผ่าน 70 % = 7 ข้อขึ้นไป



## ประวัติย่อผู้จัดทำ

ชื่อ - สกุล	นายภาณุวัฒน์ สมวงศ์
ตำแหน่ง	ครู
วิทยฐานะ	ครูชำนาญการ
วันเกิด	9 เมษายน พ.ศ. 2524
ภูมิลำเนา	45 หมู่ 1 ตำบลม่วงไข่ อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร 47160
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนหนองบัวปิ่นมิตร ตำบลหนองบัว อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม 44140
ประวัติการศึกษา	19 มี.ค. 2547 ป.บัณฑิต (การสอน) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 20 มี.ค. 2546 วท.บ. (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 24 มี.ค. 2542 ชั้น ม.6 โรงเรียนมัธยมสิริวัณวรี 1 อุตรธานี 22 มี.ค. 2539 ชั้น ม.3 โรงเรียนมัธยมบุษย์น้ำเพชร 25 มี.ค. 2536 ชั้น ป.6 โรงเรียนบึงขงหลงวิทยา



ภาคผนวก