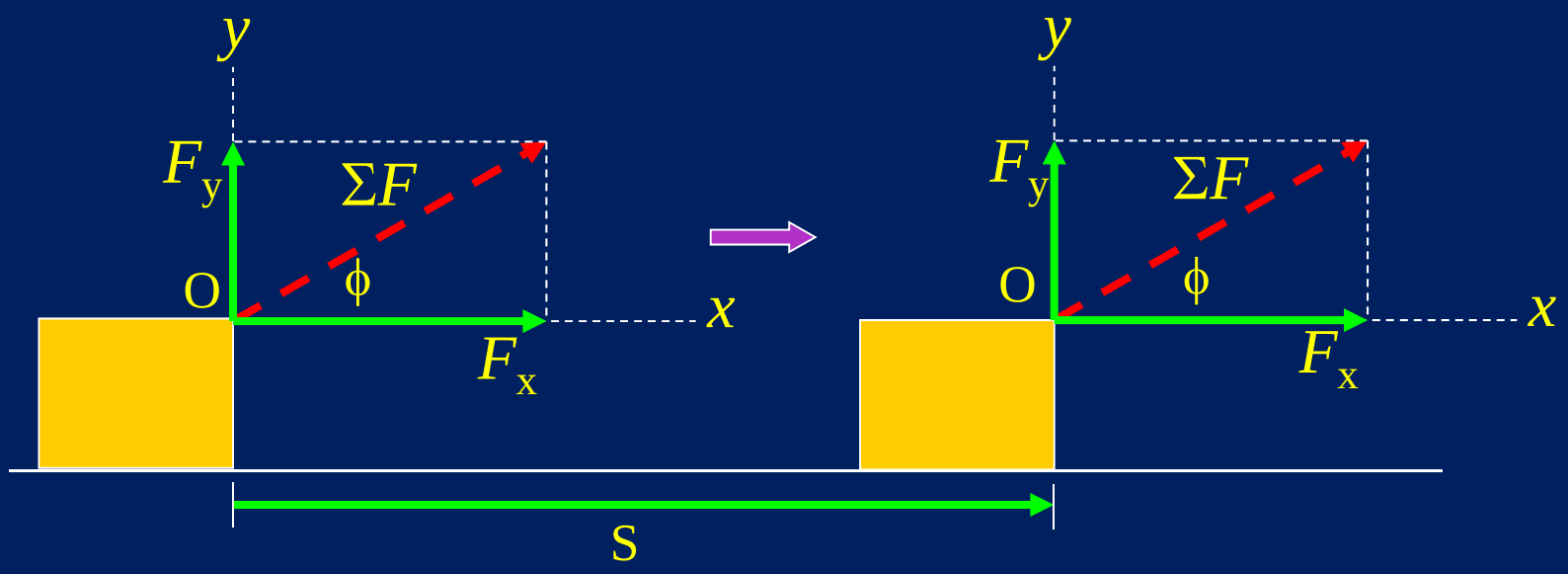
พลังงาน และการส่งผ่านพลังงาน

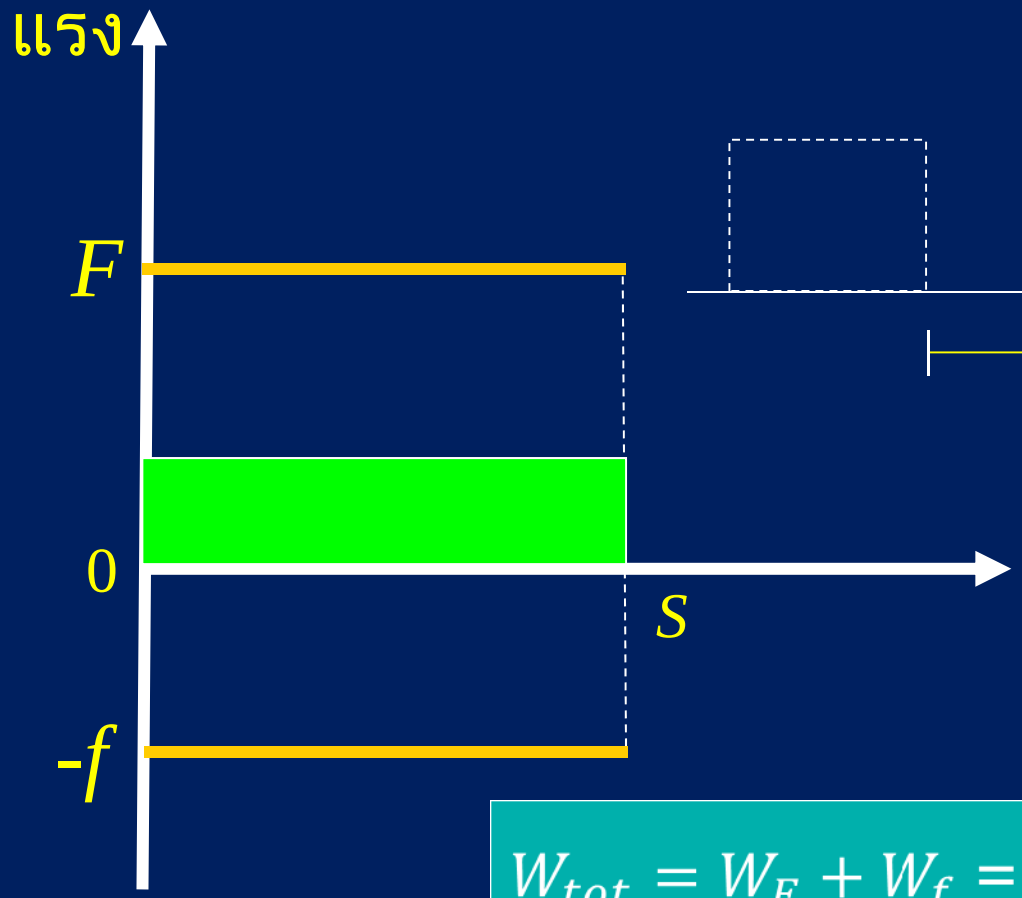
- งาน (Work) ของวัตถุเนื่องจากแรงกระทำใดๆ
  - เป็นผลคูณของแรงที่กระทำต่อวัตถุกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปในทิศของแนวแรง
  - แทนด้วย W หน่วย J หรือ จูล

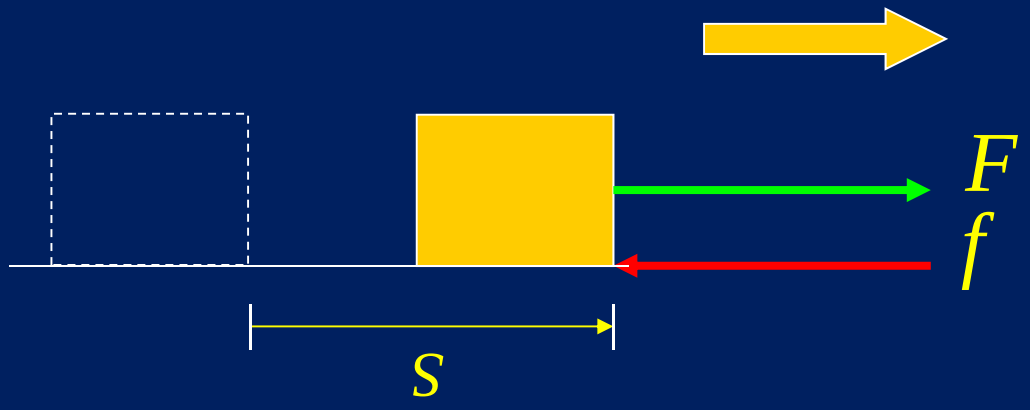
งานเนื่องจากแรงลัพธ์



$$W = \Sigma \vec{F} \cdot \vec{S} = \Sigma F S \cos \emptyset$$

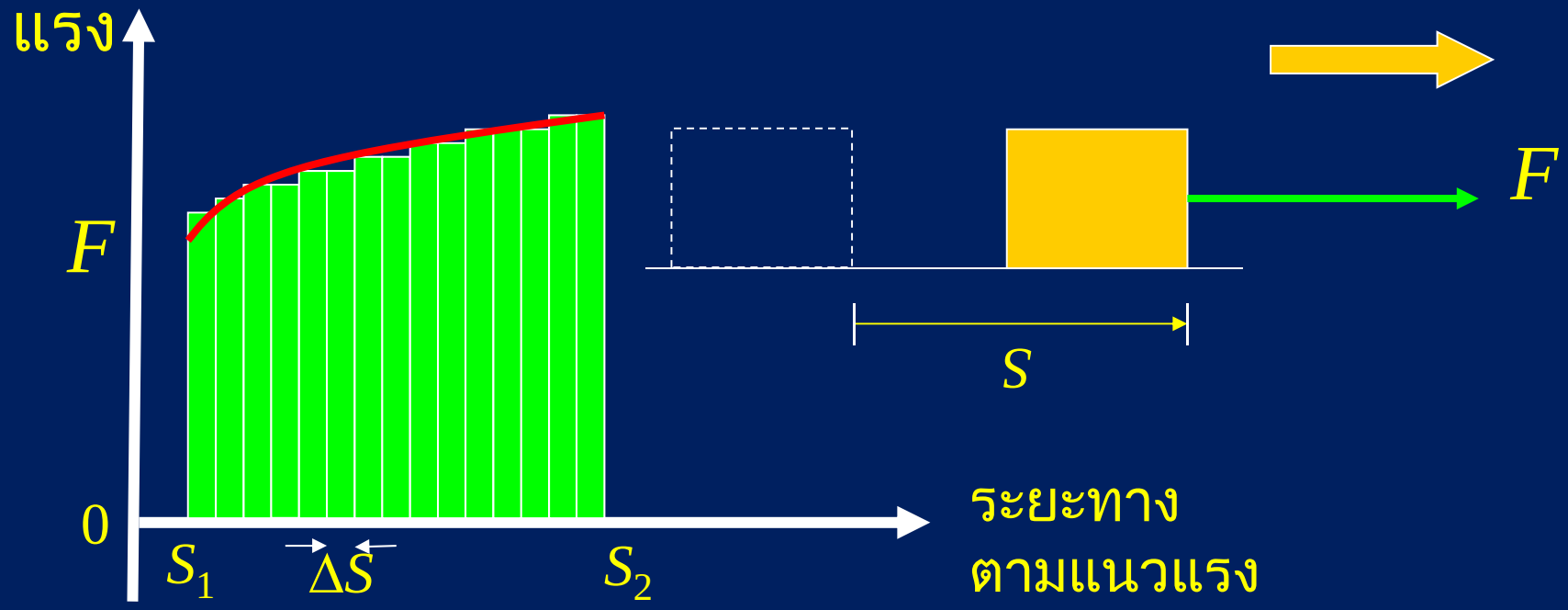
งานเนื่องจากแรงขนาดคงที่





$$W_{tot} = W_F + W_f = (\vec{F} + \vec{f}) \cdot \vec{S} = (F - f)S$$

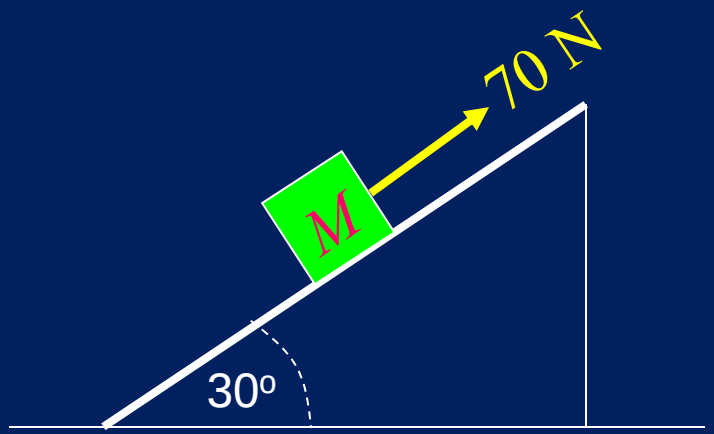
งานเนื่องจากแรงขนาดไม่คงที่



$F = F(S)$

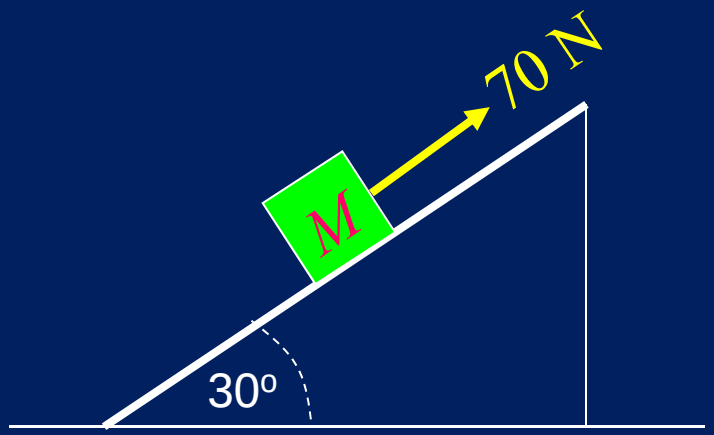
$$W_F = \int_{S_1}^{S_2} F(S)\,dS$$

ตัวอย่างที่ 1



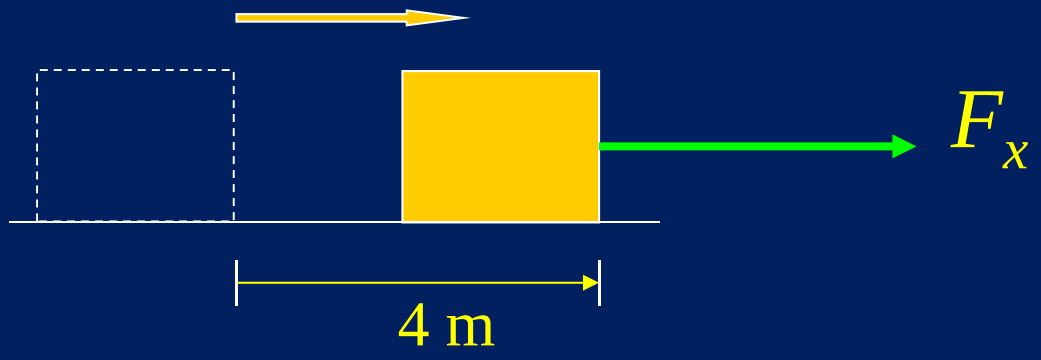
- จากรูป ออกแรงดึงมวล M = 15 kg ขึ้นไปตามพื้นเอียงฝืดซึ่งทำมุม 30^{o} กับแนวระดับ ด้วยขนาดของแรง 70 N คงที่ตลอดเวลา ทำให้กล่องเคลื่อนที่ไปตามพื้นเอียงด้วยความเร่งคงที่ได้ระยะทาง 5 m กำหนดให้ระหว่างกล่องกับพื้นเอียงมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเป็น 0.25 และ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 m/s^2

ตัวอย่างที่ 1



- จงหา
  - งานเนื่องจากแรงดึงกล่อง
  - งานเนื่องจากแรงเสียดทานระหว่างกล่องกับพื้น
  - งานเนื่องจากแรงภายนอก
  - งานเนื่องจากแรงลัพธ์ที่กระทำต่อกล่อง

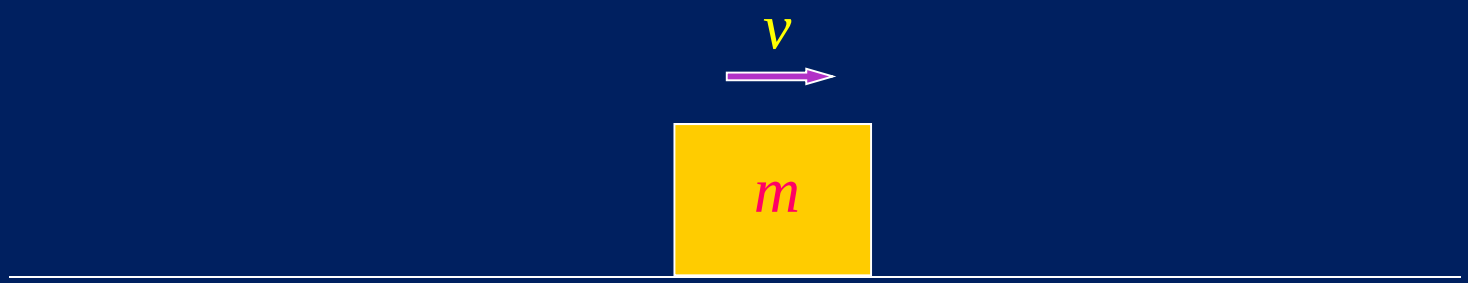
ตัวอย่างที่ 2



- จากรูป ออกแรงดึงมวลให้เคลื่อนที่ไปตามแกน x ด้วยแรง $F_x = 8x\text{-}16$ N ถ้าขนาดของแรงเสียดทานมีค่าเท่ากับ 2 N จงหา
  - งานทั้งหมดที่กระทำต่อวัตถุขณะที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ 4 m

พลังงานจลน์

- พลังงานที่เกิดขึ้นขณะที่มีการเคลื่อนที่
- แทนด้วย E_k มีหน่วยเป็น J หรือ จูล



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

งานและพลังงานจลน์

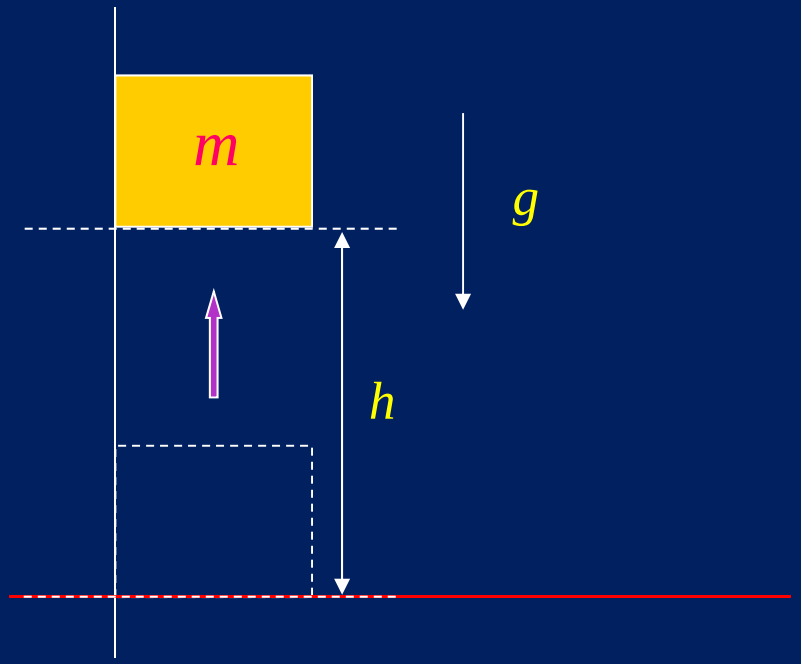
$$W_{\Sigma F} = \Sigma FS = maS = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = E_{k,2} - E_{k,1}$$

พลังงานศักย์

- พลังงานที่สะสมอยู่ในมวลสารใดๆ ซึ่งพร้อมจะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานตัวอื่น
  - พลังงานศักย์โน้มถ่วง
  - พลังงานศักย์ยืดหยุ่น
- แทนด้วย E_P มีหน่วยเป็น J หรือ จูล

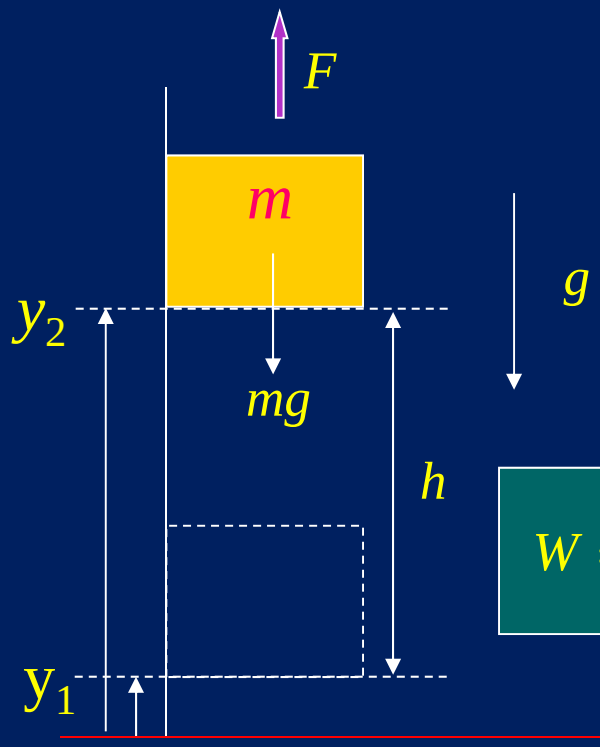
พลังงานศักย์โน้มถ่วง

- พลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุขณะมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุในแนวดิ่ง



$$E_P = mgh$$

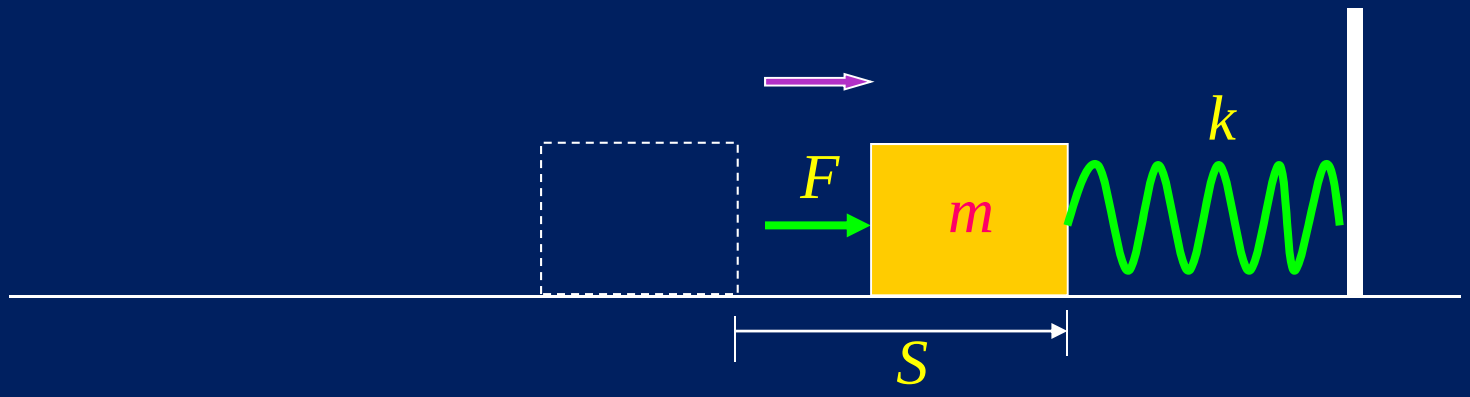
งาน และพลังงานศักย์โน้มถ่วง



$$W = FS = -mg\left(y_2 - y_1\right) = -\left(E_{P,2} - E_{P,1}\right) = -\Delta E_P = -mgh$$

พลังงานศักย์ยืดหยุ่น

- พลังงานที่สะสมในวัตถุที่มีความยืดหยุ่น

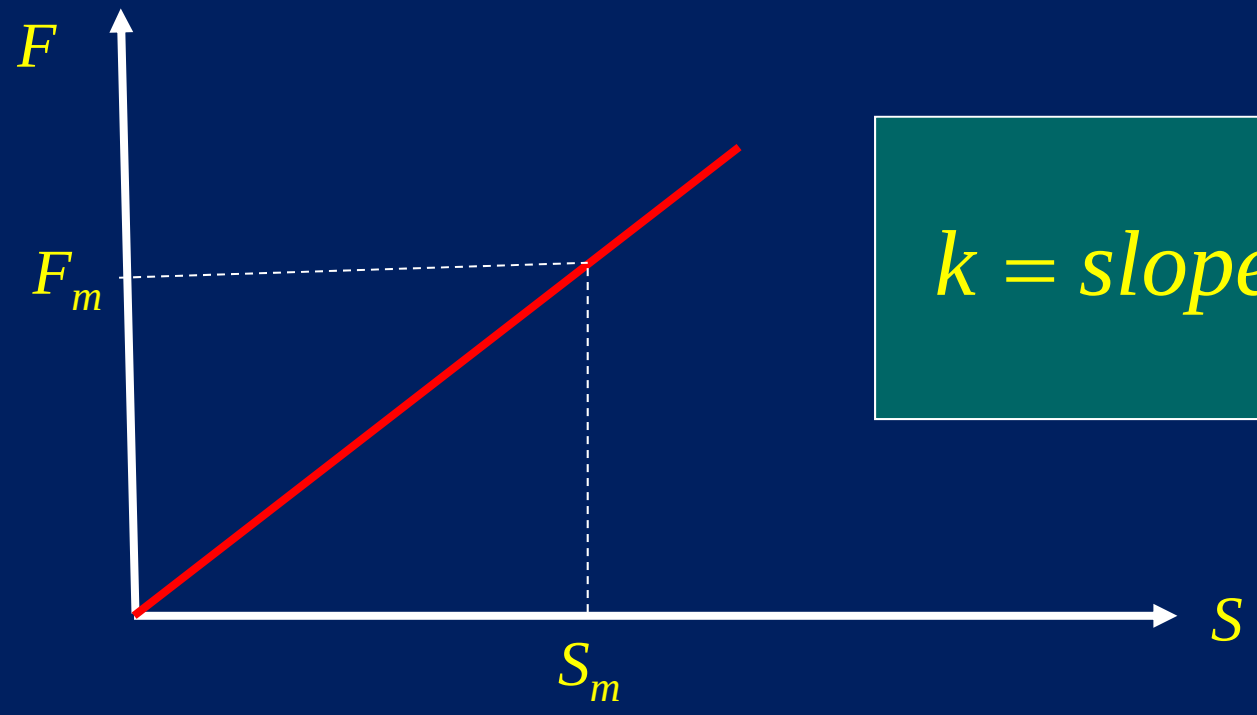


$$F = kS$$

k คือ ค่าคงที่ของสปริง

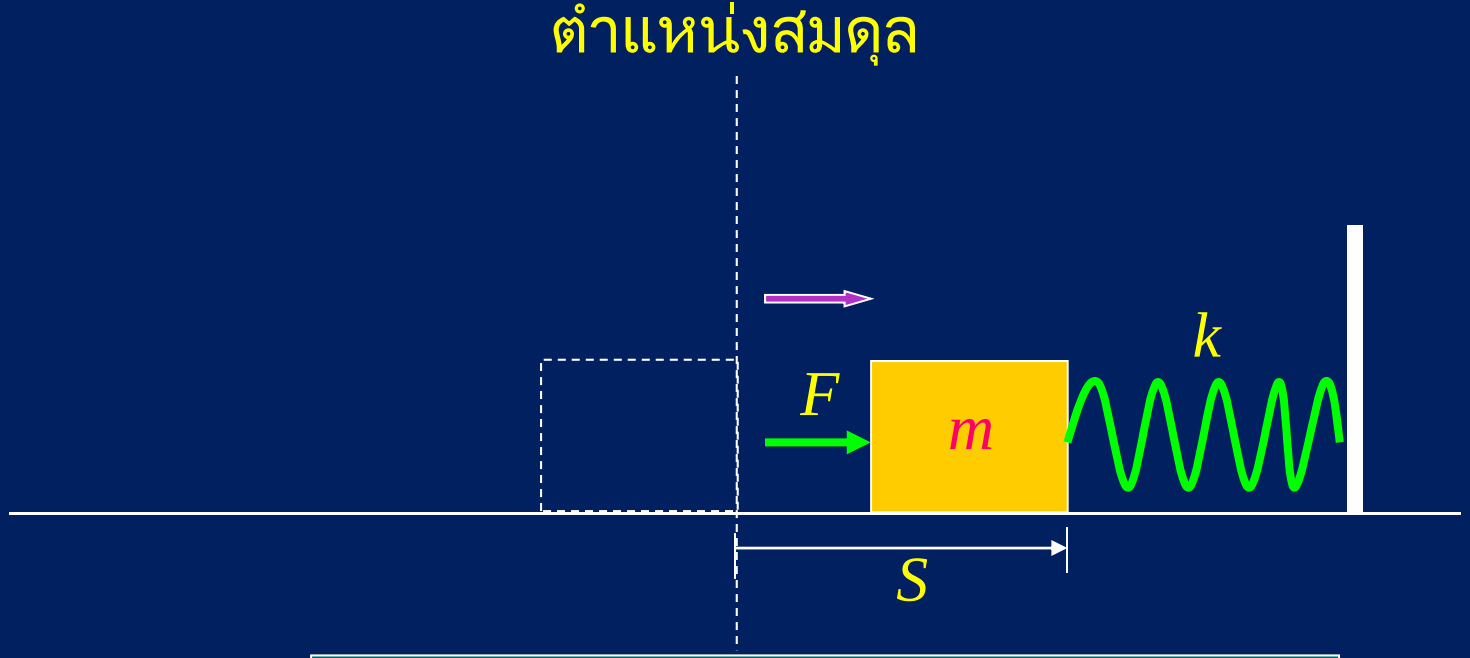
$$E_P = \frac{1}{2}kS^2$$

พลังงานศักย์ยืดหยุ่น



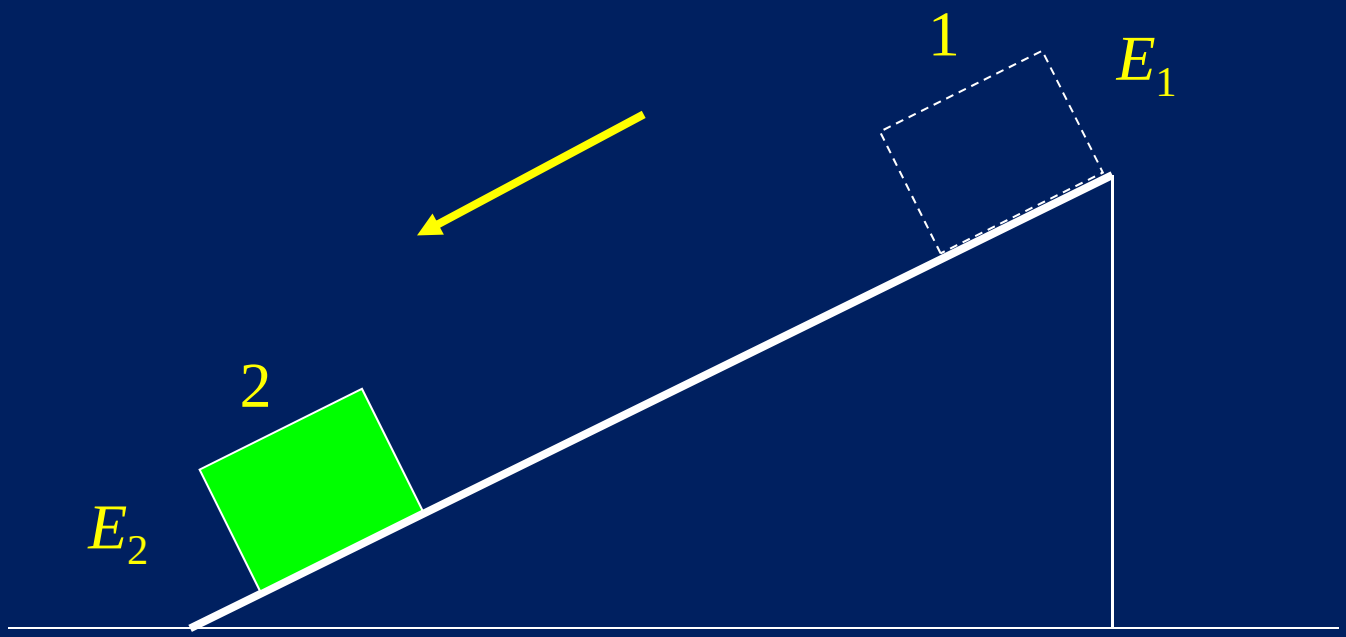
$$k = slope = \frac{\Delta F}{\Delta S} = \frac{F_m}{S_m}$$

งาน และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น



$$W = FS = E_P = \frac{1}{2}kS^2$$

พลังงานกล



พลังงานกล

- ผลรวมของพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์
- แทนด้วย E
- ที่ตำแหน่งใดๆของการเคลื่อนที่ พลังงานกลจะมีค่าคงที่เสมอ เมื่อไม่มีแรงลัพธภายนอกมากระทำต่อวัตถุ

$$E = \left(E_k + E\right)_1 = \left(E_k + E\right)_2$$

พลังงานกล

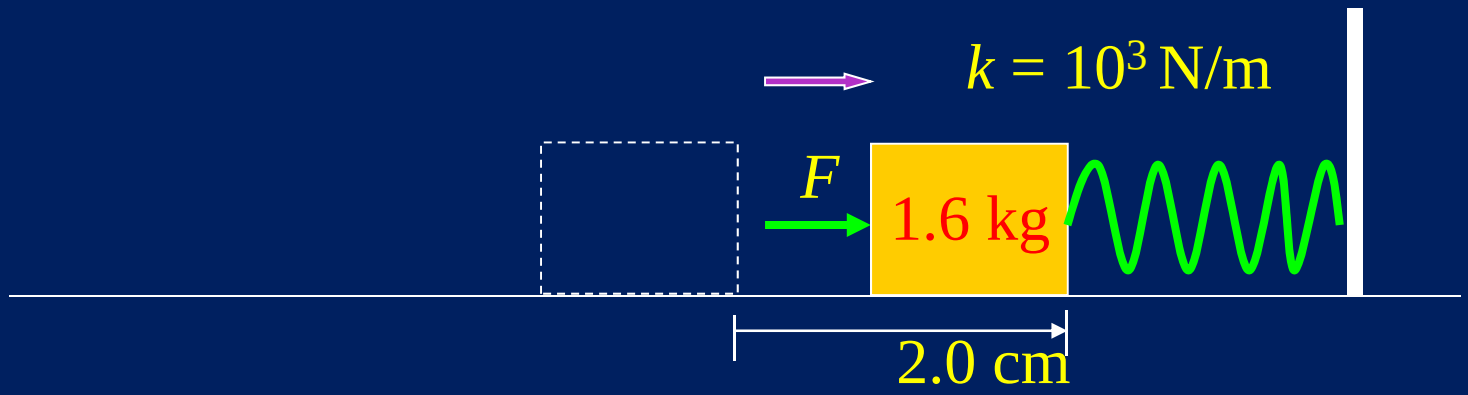
- ที่ตำแหน่งใดๆของการเคลื่อนที่ ผลต่างของพลังงานกลจะมีค่าเท่ากับงานเนื่องจากแรงลัพธ์ภายนอกเสมอ

$$W_{ext} = \left(\sum F\right)S = \left(E_k + E_P\right)_2 - \left(E_k + E_P\right)_1$$

ตัวอย่างที่ 3

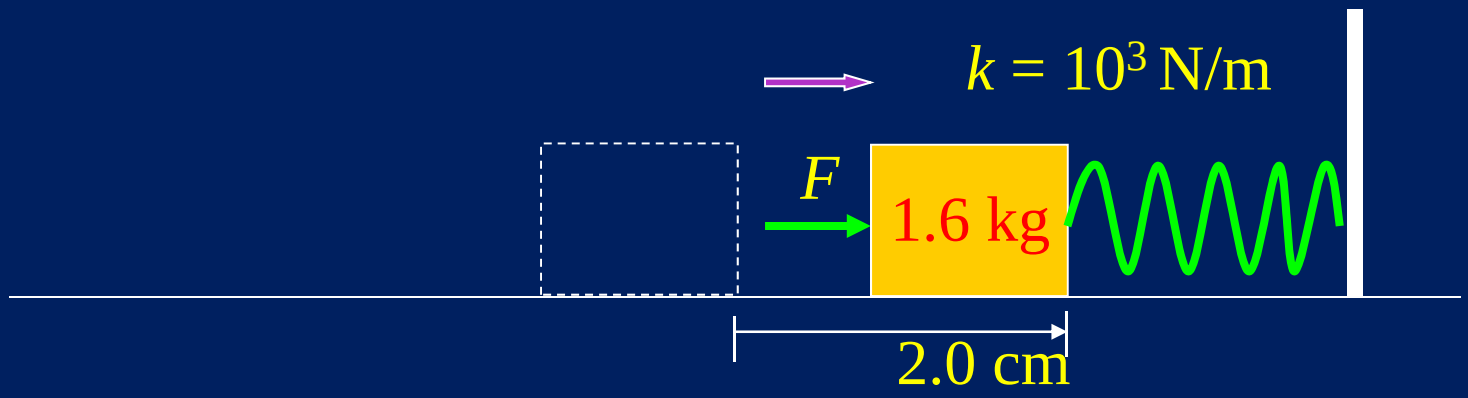
- ถ้าเราออกแรงดึงสปริงจากตำแหน่งสมดุลไปที่ระยะ 4 cm จากตำแหน่งสมดุล ถ้าค่าคงที่ของสปริงมีค่าเท่ากับ 80 N/m จงหาว่าขณะสปริงเคลื่อนที่จากระจากระยะ 2 cm มาที่ระยะ 4 cm จากตำแหน่งสมดุล เราจะต้องทำงานเท่าใด

ตัวอย่างที่ 4



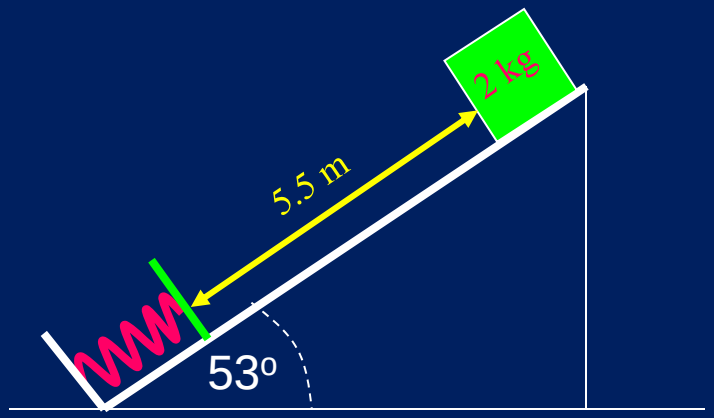
- จากรูป กล่องมวล 1.6 kg ติดอยู่กับสปริงที่มีค่าคงที่ของสปริงเท่ากับ 10^3 N/m ถ้าเริ่มต้นเราอัดสปริงเข้าไปจากตำแหน่งสมดุลเป็นระยะ 2.0 cm แล้วปล่อยให้สปริงเคลื่อนที่ กำหนดให้ระหว่างกล่องกับพื้นมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเป็น 0.5 และความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 m/s^2

ตัวอย่างที่ 4



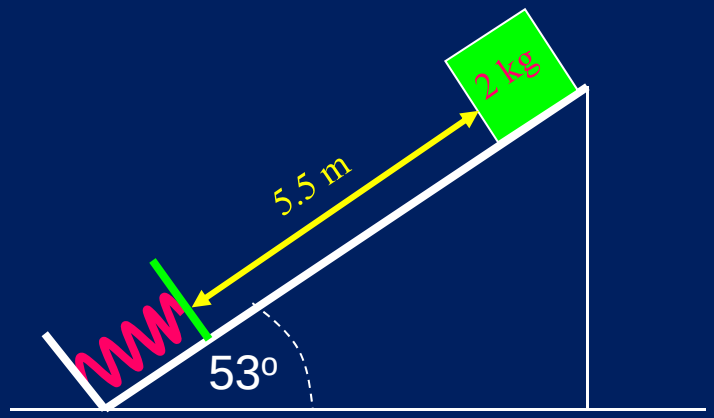
- จงหา
  - อัตราเร็วของกล่องขณะเคลื่อนที่ผ่านจุดสมดุล ขณะที่พื้นลื่น มีค่าเท่าใด
  - อัตราเร็วของกล่องขณะเคลื่อนที่ผ่านจุดสมดุล ขณะที่พื้นฝืด มีค่าเท่าใด

ตัวอย่างที่ 5



- จากรูป ทดลองปล่อยกล่องมวล 2 kg ลงมาตามพื้นเอียงที่มีความชันเท่ากับ 53^{o} มาชนกับสปริงที่มีค่านิจสปริงเท่ากับ 40 N/m ทำให้สปริงอัดตัวเข้าไปจากตำแหน่งเดิม โดยที่ขณะเริ่มปล่อยกล่อง กล่องอยู่ห่างจากปลายบนของสปริงตามแนวพื้นเอียงเท่ากับ 5.5 m ถ้าพื้นเอียงฝืดซึ่งมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างพื้นเอียงกับกล่องเป็น 0.5 และค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ $10\ m/s^2$

ตัวอย่างที่ 5



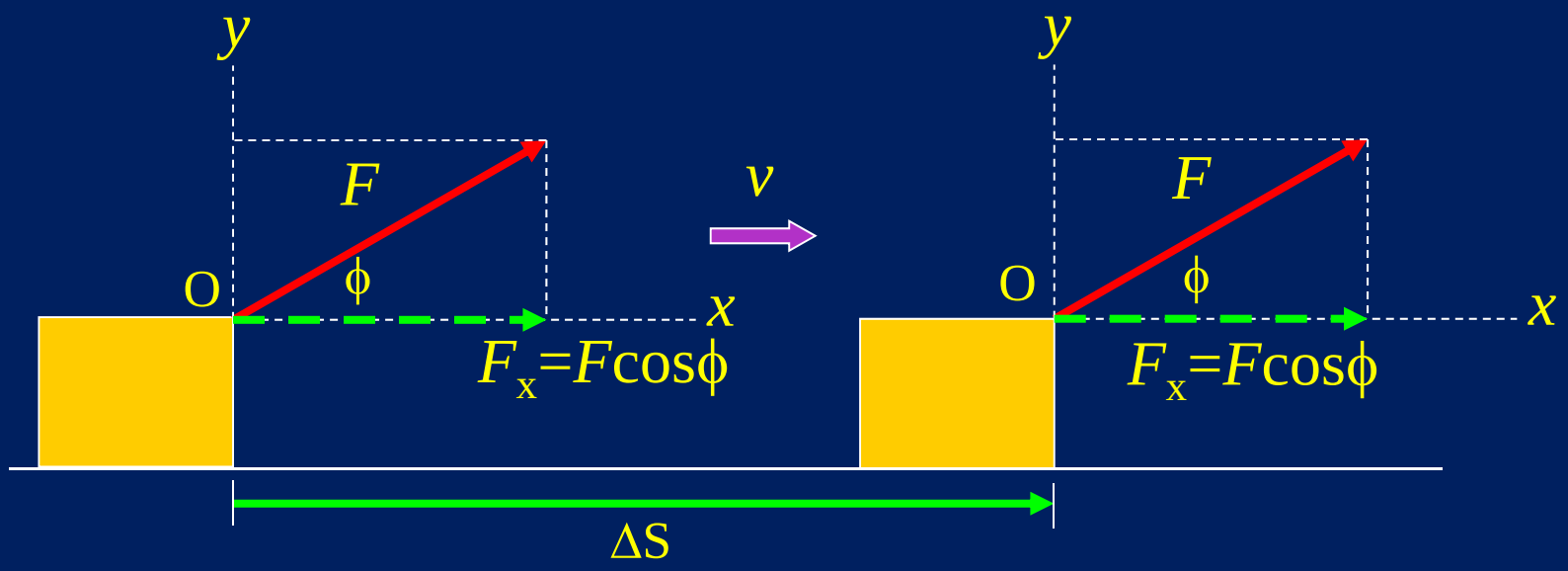
- จงหา
  - อัตราเร็วมากที่สุดของกล่องก่อนที่จะชนสปริง
  - ระยะอัดตัวมากที่สุดของสปริง
  - ถ้าสปริงอัดตัวได้มากที่สุดแล้วสามารถผลักกล่องกลับคืน และทำให้กล่องเคลื่อนที่ไปตามพื้นเอียงได้ ที่ตำแหน่งนี้ กล่องจะอยู่ห่างจากจุดปล่อยครั้งแรกตามแนวพื้น เอียงเท่าใด

กำลัง

- อัตราการทำงาน หรืออัตราการส่งผ่านพลังงาน
- แทนด้วย P หน่วย J/s หรือ Watt
- ถ้าคิดในช่วงเวลา Δt เราจะได้กำลังเฉลี่ย P_{av}

$$P_{av} = \frac{\Delta W}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad P = \lim_{\Delta t \to 0} P_{av} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{dW}{dt}$$

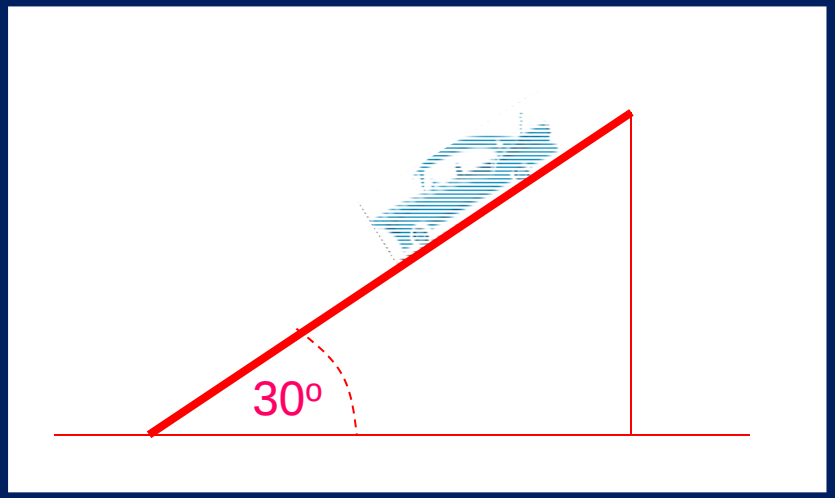
กำลังเนื่องจากแรงใดๆ



$$P_{av}=\frac{\Delta W}{\Delta t}=\frac{\left(F\cos\phi\right)\Delta S}{\Delta t}=\left(F\cos\phi\right)\frac{\Delta S}{\Delta t}=\left(F\cos\phi\right)v_{av}=\vec{F}\cdot\vec{v}_{av}$$

$$P=\lim_{\Delta t\to 0}P_{av}=\vec{F}\cdot\lim_{\Delta t\to 0}\vec{v}_{av}=\vec{F}\cdot\vec{v}$$

ตัวอย่างที่ 6



- จากรูป รถเก๋งคันหนึ่งรวมคนขับมีมวลเท่ากับ 1260 kg ปลดเกียร์ว่างปล่อยให้รถเคลื่อนที่ลงเนินเขาซึ่งชัน 30^{o} ปรากฏว่ารถเคลื่อนที่ลงด้วยอัตราเร็วคงที่ 1.5 m/s ถ้าค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 m/s^2 จงหาว่า
  - เมื่อคนขับรถขึ้นเนินเขาด้วยอัตราเร็วคงที่เท่าเดิมนี้ รถเก๋งคันนี้จะต้องใช้กำลังงานเท่าใด