Mechanics

The first stage

Physics

Work and Power

Dr. Hanaa Al-Taay

Work and Power

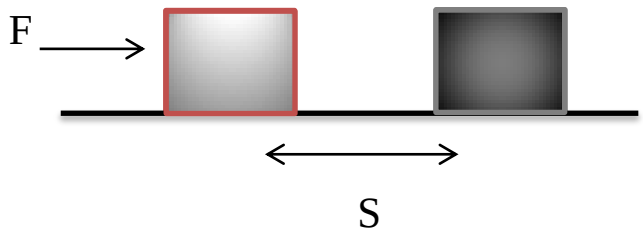
Work: We use the concept of work in our lives to describe a muscular or mental effort that we do to accomplish a certain work. In physics, it means what a force exerts on an object, so a displacement of (s) moves towards it, it depends on

1. Forces acting on a body
2. The displacement that a body moves while under the action of a force
3. The angle between force and displacement

يرمز للشغل بالرمز W

الشغل =القوة × الازاحة

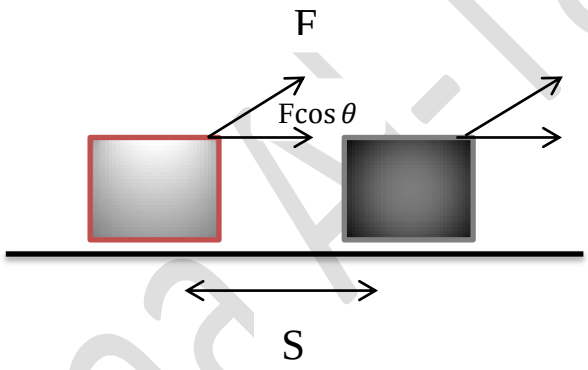
$$W=F.S$$



*القوى ثابتة وتصنع زاوية مع اتجاه الحركة

الشغل في هذه الحالة $W=F.\cos\theta$

المركبة الافقية تبذل شغل . اما المركبة العمودية لا تؤدي شغل لأنها اتجاه عمودي على الحركة



وحدات الشغل Work Units

وحدة القوى نيوتن **N**

وحدات الازاحة **m**

$$W=N.\ m = Joule$$

$$or = dyn.cm = Erk$$

$$1Jol=10^{7}Erk$$

A joule: is the work done by a force of one Newton to move an object for a displacement of one meter.

Cases of Work

1-**الشغل الموجب** Positive Work

يكون في هذه الحالة ان اتجاه القوى او احد مركباتها بنفس اتجاه الازاحة مثل سحب صندوق على سطح املس لذا الشغل يكون موجب

θ تكون حادة $[0 \leq \theta < 90]$

2-**الشغل سالب Negative Work**

يكون في هذه الحالة ان اتجاه القوة عكس اتجاه الازاحة . مثل حركة جسم للأعلى عكس الجاذبية الشغل يكون سالب

θ تكون منفرجة $[90 \leq \theta < 180]$

3- **الشغل يساوي صفر** Work is Zero

*يكون الشغل صفر في الحالات

a-اتجاه القوة يتعامد مع اتجاه الازاحة $\theta = 90$

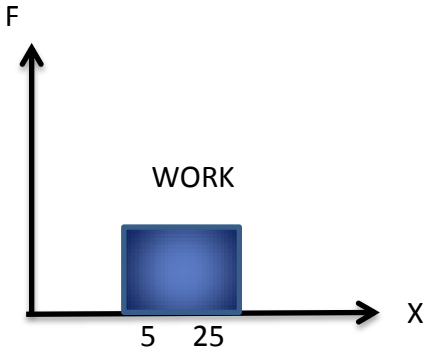
$$\cos 90 = Zero$$

b- الازاحة تساوي صفر S=Zero

Work done by Varying Force

لنفرض قوة منتظمة قدرها 10N تؤثر على جسم ليتحرك مسافة من $X_i=5m$ الى $X_f=25m$

وبالتالي فان الازاحة مقدارها يكون 20m ويتمثل بالشكل ادناه

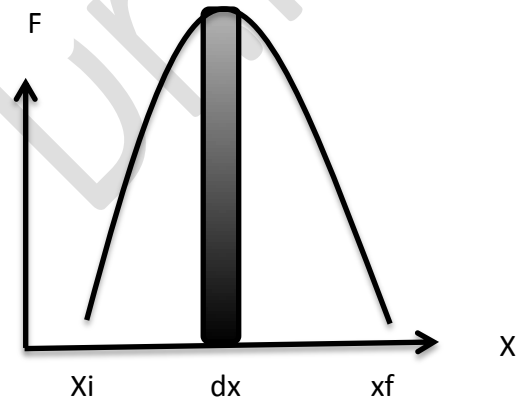


$$W=F.S$$

$$10\times20=200J$$

اما في حالة كون القوى متغيرة خلال الازاحة كما في الشكل الشغل يكون

$$W = \int_{xi}^{xf} F\ dx$$



*وهو تكامل المسافة تحت المنحني

Ex1 : box of mass m is placed on a rough horizontal ground. Its frictional force Fr acts on it with a force F that makes an angle θ with the ground. Calculate. What is the magnitude of each force acting on the body? And the magnitude of the total work done**?**

1-F cosθ Work

$W_1 = F \cos\theta \,.\, S \cos\theta$

$W_1 = F \cos\theta \,.\, S \cos 0$

$W_1 = F \,.\, S \cos\theta$

2-N Work

$W_2 = N \,.\, S \cos 90$

$W_2 = 0$

3-Fsinθ Work

$W_3 = F \sin\theta \,.\, S \cos\theta$

$W_3 = 0$

4-mg Work

$W_4 = mg \,.\, S \cos 90$

$W_4 = 0$

5- Fr Work

$W_5 = Fr \,.\, S \cos 180$

$W_5 = -FrS$

$W_{total} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5$

$W_{total} = F \,.\, S \cos\theta + 0 + 0 + 0 + (-FrS)$

$W_{total} = (F \cos\theta - Fr)S$

EX 2\ A body weighing (10N) on a horizontal ground, its friction force is (1N), a force of (5N) affected it, as it was making an angle (37) with the horizon, and the body moved on the ground with a displacement (4m) Calculate the work of all forces and the total work done ?

1-F cos37

$W_1 = F \cos 37 \, . \, S$

$W_1 = F . S \cos 0$

$W_1 = F cos37 . S \cos(0)$

$W_1 = F . S \cos 37$

$W_1 = 5 \times 0.8 \times 4 = 16 Joul$

2- N

$W_2 = N . S \cos 90$

$W_2 = 10 \times 4 \times (0) = Zero$

3-F sin37

$W_3 = F \sin 37 \, . S \cos 90$

$W_3 = 5 \times 4 \times (0) = Zero$

4-mg

$W_4 = mg \, . \, S \cos 90$

$W_4 = 10 \times 4 \times (0) = Zero$

5- Fr

$W_5 = Fr . S \cos 180$

$W_5 = 1 \times 4 \times (-1) = -4$

$W_{total} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5$

$W_{total} = 16 - 4 = 12 Joul$

Work done by a Spring

يعتبر النابض (الزنبرك)spring افضل تطبيق على قوة متغيرة مع الازاحة حيث ان القوه تعطى بالقانون

قانون هوك $F= -KX$

حيث Kهوة ثابت التناسب للنابض

والاشارة السالبة تدل ان قوة الشد عكس اتجاه الازاحة

حساب الشغل

$$W = \int F\, x d$$

$$F = KX$$

$$W = \int_0^x KX\, dx$$

$$W = K\int_0^x X\, dx$$

$$W = K[\frac{x^2}{2}]_0^x$$

$$W = K\left[\frac{x^2}{2} - 0\right]$$

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

الشغل المبذول لأحداث الاستطالة بالنابض يخزن فيه بشكل طاقة كامنة تعمل على اعادة النابض الى وضعه الاصلي(الطبيعي) عند زوال القوة تسمى (القوة المعيدة)

Power

Power: is the rate of change of work done per unit time or work done per unit time

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F.S}{t}$$

$$P = F.V$$

* القدرة كمية عددية .

* وحدة قياس القدرة الواط

A watt : is the power required to do work of one joule per second.

The unit of power is the units of work divided by units of time.

$$Watt = \frac{Joul}{sec} = \frac{N.M}{S}$$

Q/حول Watt الى وحداته الأساسية في النظام الدولي ؟

$$Watt = \frac{{}^{kg}/_{s^2}.m}{s}$$

$$Watt = \frac{kg\ .m}{sec^3}$$

Kilo Watt=1000Watt

EX_1: A force of magnitude (75N) acts on a static body of mass(25Kg) and movement towards it for a period of (20s). Calculate the power of the force at the end of its effect?

F=m. a

75=25×a

a=3 m/sec^2

$V_2=V_1+at$

V=0+3×20

V=60 m/s

P=F . V

P=75 × 60 =4500Watt

EX_2 : A worker lifts a box weighing (1.5 x 10^3 N) with a horizontal force of (345 N) a distance of (24m). Assuming that the coefficient of kinetic friction between the box and the ground is(0.220)

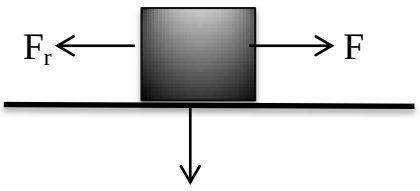
a- How much work does the worker do to carry the box?

b- How much work does the Earth do on the box?

a- $W=F.S\cos\theta$

$W=345\times24\times1$

$W=8.3\times10^3$Joul



b- $W=F_r \cdot S \cos\theta$

$W=(M.N)\times S\times(-1)$

$W=-0.220\times 1.5\times 10^3\times 24$

$W=-7.92\times 10^3$ Joul

$W_{total}=W_f + W_r$

$W_{total}=8.3\times 10^3 + -7.92\times 10^3$

$W_{total}=3.6\times 10^2$ Joul

EX3 :A flight attendant drags a bag weighing **(70N)** at a constant speed a distance of **(253m)** on the ground of the airport. For this purpose, the flight attendant applies a force of **(40N)** at an angle of**(52)** horizontal forces. Find the following.

a-The work the hostess does on her bag?

b-The work done by the force of friction on the bag?

c-Coefficient of kinetic friction between the bag and the ground?

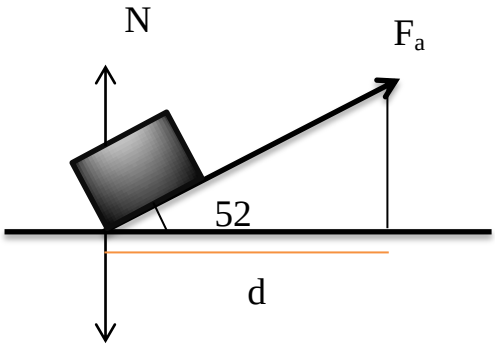
$W=F.S\cos\theta$

$W=40\times 253\times\cos 52$

$W=6.23\times 10^3$Joul

$F_r= -F_a\cos\theta$

$Fr=40\times\cos 52$



F_r=24.63N

$WF_r = Fr \times S \cos\theta$

WF_r=24.63×253×(-1)

WF_r=-6.23×10^3 joul

$F_r = M_r \cdot N$

$$M = \frac{-\mathrm{Fr}}{\mathrm{Fa}\ \sin 52 - mg}$$

$$M = \frac{24.63}{50 \times\ \sin 52 - 70}$$

M=0.640