الشغـل

الشغل هو عملية تقوم فيها قوة مؤثرة بإزاحة جسم في اتجاهها .

أو كمية عددية تساوي حاصل الضرب العددي لمتجهي القوة والإزاحة .

① **يختلف المفهوم الشائع للشغل عن المفهوم الفيزيائي للشغل ؟ علل**

لأن المفهوم الشائع للشغل هو القيام بجهد جسدي او فكري ، بينما المفهوم الفيزيائي يتطلب ازاحه في اتجاه القوه .

② **الشغل كمية عددية ؟**

لأنه حاصل الضرب العددي (القياسي) لمتجه القوة في متجه الازاحة

العلاقة الرياضية للشغل

$$w = \vec{f}.\vec{d}$$

$$W = Fd\cos\theta$$

F	القوة وتقاس بوحدة النيوتن N
d	الإزاحة وتقاس بوحدة المتر m
Θ	الزاوية بين القوة والإزاحة
W	الشغل ويقاس بوحدة الجول J

ملاحظة

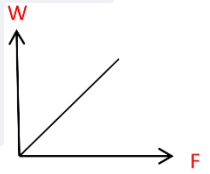
الجول الوحدة الدولية لقياس الشغل ويكافئ $N.m$

الجول

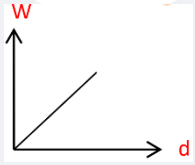
هو الشغل الذي تبذله قوة مقدارها (1J) لتحرك جسما في اتجاهها ازاحة (1)m

العوامل التي يتوقف عليها الشغل

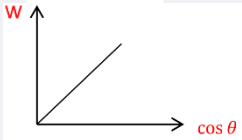
① القوة المؤثرة



② الازاحة



③ الزاوية بين القوة والإزاحة



الشغل يمكن ان يكون ناتج عن

قوة منتظمة

قوة ثابتة المقدار والاتجاه

الوزن – الاحتكاك

قوة غير منتظمة

قوة متغيرة المقدار أو الاتجاه أو كلاهما

مثال قوة الشد

Scan Me

اولا الشغل الناتج عن قوة منتظمة

علل :

① **يكون الشغل الناتج عن قوة أكبر ما يمكن عندما تكون القوة نفس اتجاه الازاحة ؟**

ج / لأن الزاوية بين القوة والازاحة = صفر حيث ، $w = Fd\cos\theta = Fd\cos 0 = Fd$

② **ينعدم الشغل المبذول من قوة عندما تكون عمودية علي اتجاه الازاحة ؟**

/ الشغل المبذول من الوزن لجسم يتحرك افقيا يساوي صفر؟

/ الشغل الذي يبذله طالب من وزن حقيبة ويتحرك بها افقيا يساوي صفر ؟

④ **ينعدم الشغل المبذول من جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة ؟**

(الشغل المبذول من قمر صناعي يدور حول الأرض يساوي= صفر)

ج / لان الزاوية بين القوة و الازاحة= 90 وحيث $\cos 90 = 0$ $W = Fd\ COS\ \theta = Fd\ COS\ 90 = 0$

⑤ **الشغل الذي يبذله جسم متحرك في مسار مغلق ويصنع عدد صحيح من الدورات = صفر**

ج / لأن الازاحة = صفر $w = Fd\cos\theta = F \times 0 \times \cos\theta = 0$

③ **شغل قوة الاحتكاك سالبا؟**

ج / لأن الزاوية بين القوة والازاحة= 180 حيث $\cos 180 = -1$

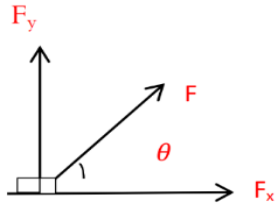
$W = Fd\cos\theta \quad Fd\cos 180 = -Fd$

⑥ **الشغل الذي يبذله جسم متحرك بسرعه منتظمة = صفر ؟**

ج / لأن محصلة القوة المؤثرة عليه تساوي صفر ، حيث $w = Fd\cos\theta = 0 \times \cos\theta = 0$

الشغل الناتج عن قوة منتظمة تصنع زاوية مع الحركة

① **الشغل الناتج عن قوة منتظمة تصنع زاوية مع الحركة ناتج عن المركبة الافقية للقوة فقط ؟**



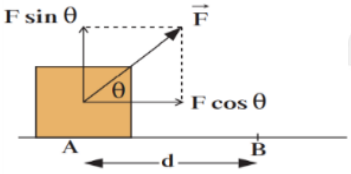
ج / لأن المركبة الرأسية اتجاهها عمودي علي اتجاه الحركة

حيث ، $w_y = F_y d\cos 90 =$ صفر

بينما المركبة الأفقية يكون اتجاهها موازي لاتجاه الحركة

$w_x = F_x d\cos\theta = F_x d\cos 0 = F_x d$

② **المركبة الرأسية لقوة منتظمة تصنع زاوية مع الأفقي لا تبذل شغلا ؟**



ج / لأنها عمودية علي اتجاه الحركة حيث ، $w_y = F_y\cos 90 = 0$

أكمل جدول المقارنة التالي :

نوع الشغل	الشغل الموجب	الشغل السالب
① مقدار الزاوية	$90 > \theta \geq 0$ أو $0 \leq \theta < 90$	$180 \geq \theta > 90$ أو $90 < \theta \leq 180$
② السرعة	تزداد	تقل
③ نوع الشغل	مساعد ومنتج للحركة	مقاوم ومعيق للحركة

محصلة الشغل الناتج من قوي منتظمة

توجد طريقتان للحصول علي محصلة الشغل الناتج عن مجموعة من القوي .

① **الطريقة الأولى :** نوجد محصلة القوة ثم نحسب الشغل من العلاقة $w = F_{Net}\, d \cos\theta$

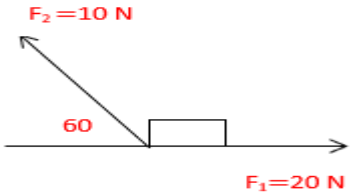
② **الطريقة الثانية :** نحسب شغل كل قوة ثم نجمع الشغل الناتج عن كل قوة . $w_t = w_1 + w_2 + \ldots\ldots$

تذكر أن:

① **الازاحة (d) :** هي الازاحة التي يحركها الجسم تحت تأثير القوة .

② **في العلاقة** $w = Fd\cos\theta$ ، w هو الشغل الناتج عن القوة F

أمثلة



$d = \frac{20}{100} = 0.2\ m$

$\theta_2 = 180 - 60 = 120°$

مثال (1)

احسب ما يلي علما بأن الجسم تحرك 20cm شرقا

① الشغل الناتج عن (F_1)

$$W1 = F1\, d\, \cos\theta = 20 \times 0.2 \times \cos(0) = 4\ J$$

② الشغل الناتج عن (F_2)

$$W_2 = F_2\, d \cos\theta = 10 \times 0{,}2 \times \cos 120 = -1J$$

③ الشغل الكلي

$$wt = w1 + w2 = 4 + (-1) = 3J$$

مثال (2)

ولد يحمل حجر وزنه (2)N موجود علي ارتفاع (8)m من سطح الارض اذا علمت ان مقاومة الهواء (0.1)

احسب ما يلي:

① الشغل المبذول من وزن الحجر وهو علي نفس الارتفاع

$$w = F\, d\cos\theta = F \times 0 \times \cos\theta = 0$$ [حيث لم تحدث حركة $d = 0$]

② الشغل المبذول من وزن الحجر عندما يصل للأرض

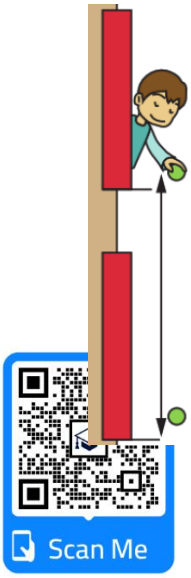
$$w = F\, d \cos\theta = 2 \times 8 \cos 0 = 16\ J$$

③ الشغل الكلي المبذول علي الحجر

w_t = الوزن w + مقاومة الهواء

$$w = Fd\cos\theta + F\, d \cos\theta$$

$$= 2 \times 8 \times \cos\theta + 0.1 \times 8 \times \cos 180 = 15.2\ J$$

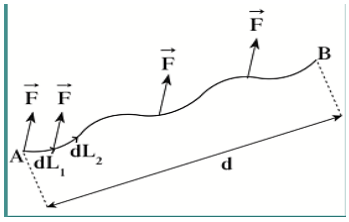


ملاحظة هامة

(θ) الزاوية بين القوة واتجاه الحركة (الازاحة) :

① صفر= θ ← في حالة الوزن (القوة) في نفس اتجاه الحركة

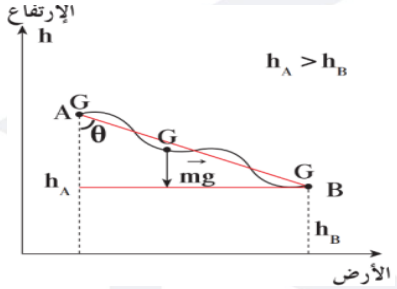
② θ = 180 ← عندما تكون مقاومة الهواء (القوة) عكس اتجاه الحركة



الشغل الناتج عن قوة منتظمة على مسار منحني

الشغل الناتج عن قوة منتظمة علي مسار منحني لا يتوقف علي شكل المسار الذي يسلكه الجسم .

استنتج ان الشغل المبذول من وزن الجسم علي مستوي مائل لا يتوقف علي طول المستوي ويتوقف علي الازاحة الرأسية والوزن .



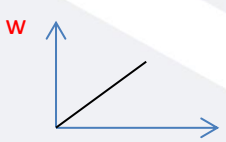
- عندما يتحرك جسم من النقطة (A) الي النقطة (B) علي المستوي المائل كما في الشكل فان

$$F = mg \ . \quad , w = F\ d \cos\theta \ , \quad \cos\theta = \frac{ha - hb}{d}$$

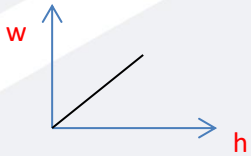
$$\Rightarrow W = mg\ (h_a - h_b)\ w = m\ g\ h$$

العوامل التي يتوقف عليها الشغل المبذول من الوزن

① الازاحة الرأسية



② الوزن



من العلاقة w= m g h نستنتج ان :

① الشغل الناتج عن وزن الجسم لا يرتبط بالمسار الفعلي بين النقطتين ويرتبط بالإزاحة الرأسية (h)

② عندما يتحرك الجسم لأسفل فان الشغل المبذول موجبا w = +m g h

③ عندما يتحرك الشغل لأعلي فان الشغل المبذول سالب w = -m g h

④ **عندما يتحرك الجسم من نقطة الي نقطة اخري علي المستوي نفسه فان الشغل المبذول = صفر** **علل:**

ج / لأن الازاحة الرأسية (h) = صفر ،حيث

w=m g h = mg 0 ×= صفر

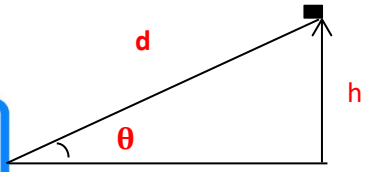
الزاوية بين القوة (الوزن) والازاحة =90

F d cos 90 w=F d cos θ= = صفر

ملاحظة هامة

يمكن حساب الازاحة الرأسية (h) في الشكل المقابل من العلاقة

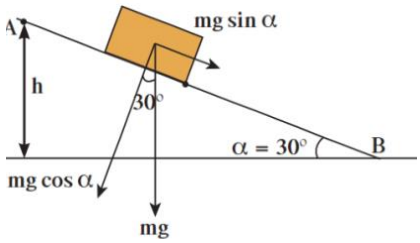
$$h = d \sin\theta$$



أمثلة محولة

مثال (1)

في الشكل المقابل وضع جسم كتلته (200)g اعلي مستوي مائل طوله (50)cm يميل علي الأفقي بزاوية (30°)
اذا علمت ان المستوي المائل املس احسب
الشغل المبذول من الوزن عندما يصل لنهاية المستوي

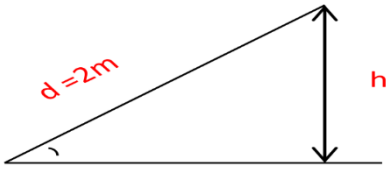


$$m=\frac{200}{1000}$$
$$=0.2\ kg$$
$$d=\frac{50}{100}=0.5\ m$$

$$w= m\ g\ h = m\ g\ d\ \sin\theta$$
$$= 0.2 \times 10 \times 0.5 \times \sin 30$$
$$=0.5\ J$$

مثال (2)

وضع جسم وزنه (4)N علي مستوي مائل خشن طوله (2)m ويميل علي الأفقي بزاوية (30)
اذا علمت ان قوة الاحتكاك (1)N احسب ما يلي :



① الشغل المبذول من الوزن عندما يصل لنهاية المستوي

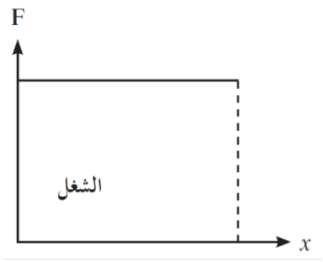
$$W_1= m\ g\ h = m\ gd\ \sin\theta$$
$$W_1= 4 \times 2 \times \sin 30= 4J$$

② الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك

$$W_2 = F\ d\ \cos\theta$$
$$= -2\ J\cos 180\ 1\times 2 =$$

③ الشغل الكلي المبذول علي الجسم

$$W_t = w_1 + w_2 =4 + (-2) =2\ J$$



التمثيل البياني للشغل الناتج عن قوة منتظمة
ارسم العلاقة البيانية بين القوة المنتظمة والازاحة

ملاحظة:
المساحة المحصورة تحت منحني (القوة - الازاحة) تمثل عدديا مقدار الشغل

F	قوة الشد وقد تكون وزن الجسم وتقاس بوحدة النيوتن N
k	ثابت هوك ويقاس بوحدة N\m
Δx	الاستطالة وتقاس بوحدة (m) الناتجة عن القوة F

$$F = K\Delta x$$