بسم الله الرحمن الرحيم

الفيزياء للمهندسين

العمل والطاقة

كلية الهندسة المدنية – السنة الأولى

د. صبا عياش

العمل و الطاقة

إذا أثرت القوة $\vec{F}$ على الجسم و أدت لانتقاله مسافة $\vec{X}$، ينتج لدينا العمل الذي يساوي الجداء الداخلي للقوة و الانتقال و يعطى بالعلاقة : $W = \vec{F} \cdot \vec{X}$ Joul (J)

$$W = |\vec{F}|.|\vec{X}|.\cos\theta$$

نميز عدة حالات حسب قيمة الزاوية θ
بين حامل القوة و الانتقال

$\theta=0$	$\theta=90$	الزاوية θ
W=F.X	العمل معدوم W=0	W=F. X.cosθ

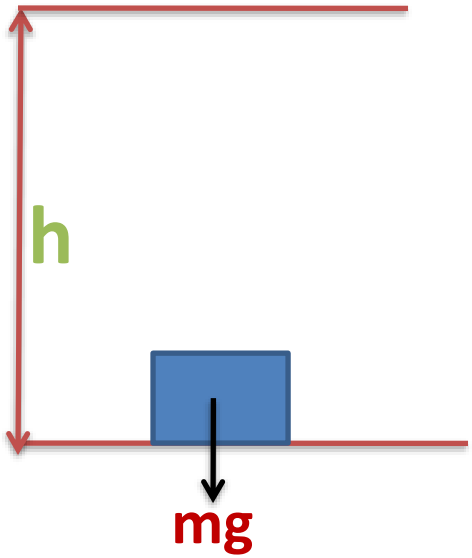
أنواع القوى –الطاقة الكامنة

نتطرق لنوعين من القوى وفقا للعمل: القوى المحافظة و القوى غير المحافظة.

القوى المحافظة : هي القوى التي يكون العمل الناتج عنها غير متعلق بالمسار (أي متعلق فقط بالنقطة الابتدائية و النهائية للمسار) مثل القوة المتعلقة بالجاذبية الأرضية(قوة الثقل) ،

القوى غير المحافظة : هي القوى التي يكون العمل الناتج عنها متعلق بالمسار، مثل قوة الاحتكاك.

إذا تحرك جسم تحت تأثير قوة محافظة مثل قوة الجاذبية الأرضية إزاحة محددة فإن العمل هنا يعتمد على نقطتي البداية والنهاية ولا يعتمد على المسار



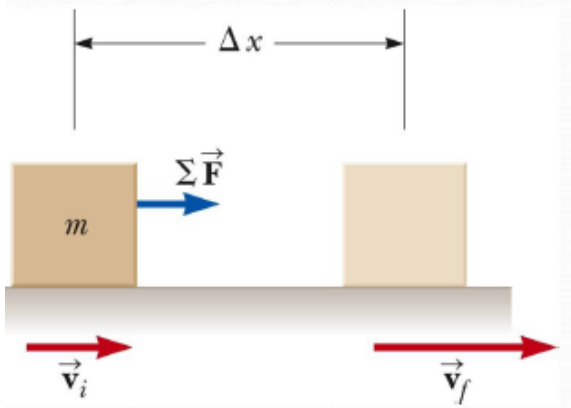
فمثلاً إذا حاول شخص رفع كتلة ما من سطح الأرض إلى ارتفاع معين قدره h فإن هذا الشخص سيبذل عملا موجباً مساوياً لـ mgh ، ولكن من وجهة نظر الجسم فإنه بذل عملاً سالباً -mgh وذلك لأن وزنه في عكس اتجاه الإزاحة، هذا العمل السالب يدعى الطاقة الكامنة التي اكتسبها الجسم عند تحريكه من نقطة إلى أخرى تحت تأثير قوة محافظة (قوة الجاذبية الأرضية).

$$w=-\Delta EP=F.(y_f-y_i)=mg(h-0)=-mgh$$

تسمى الطاقة في هذه الحالة بالطاقة الكامنة الثقالية

الطاقة الحركية

إذا أدى العمل المطبق على الجسم لتغير في سرعته
⇐ يكون العمل مساويا لتغير الطاقة الحركية للجسم
(حيث الطاقة الحركية للجسم $E_K = 1/2m.V^2$).



$$W=\Delta E_K = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$$

لنفرض أن الجسم يتحرك تحت تأثير قوة محافظة فتتغير سرعته ⇐

$W=\Delta Ek$

وبما أن حركة الجسم تؤدي أيضا لتغير موضع الجسم فيكون $W=-\Delta Ep$

$E_k=-\Delta E_p\Delta$

$E_k+\Delta E_p=0\Delta$

$(E_k+ E_p) =0\Delta$

وهذا ما يوصلنا لقانون انحفاظ الطاقة :

$E_k+ E_p=E=Const$

حيث الطاقة الكلية للجسم E (الطاقة الميكانيكية) = $E=EK+EP$

تغير الطاقة الكلية في حال وجود قوة غير محافظة

في حالة التعامل مع قوة غير محافظة مثل قوة الاحتكاك بالإضافة إلى قوى محافظة، فإننا لا نستطيع أن نستخدم القانون السابق والذي ينص على أن التغير في الطاقة الميكانيكية الكلية يساوى صفراً لأن هناك جزء من الطاقة يضيع على شكل حرارة بواسطة العمل المبذول نتيجة لقوة الاحتكاك. لذلك نحتاج إلى قانون أعم وأشمل :

ينص القانون على أن العمل المبذول بواسطة قوة غير محافظة Wnc يساوى التغير في الطاقة الحركية بالإضافة إلى التغير في الطاقة الكامنة ، أي التغير الكلي في الطاقة الكلية : $W_{nc} = Ek + \Delta EP\Delta$.

الجملة المعزولة

الجملة المعزولة : الجملة التي لا تتفاعل مع الوسط المحيط ، أي لاتوجد مؤثرات خارجية تغير من خواصها ، و تتميز الجملة المعزولة بالميزات التالية:

- ❖- محصلة القوى الخارجية معدومة $\Sigma F_{external}=0$
- ❖- لا يوجد تبادل للكتلة مع الوسط المحيط
- ❖- لا يوجد تبادل للطاقة(كالحرارة مثلا) مع الوسط المحيط

ينتج عن هذه الميزات قانون انحفاظ الطاقة للجملة المعزولة

الجملة غير المعزولة

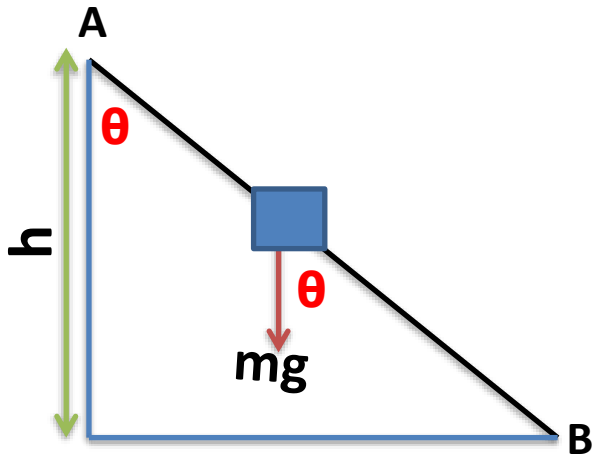
الجملة غير المعزولة : هي الجملة التي يحدث فيها تبادل للمادة و الطاقة مع الوسط المحيط ، وتكون محصلة القوى الخارجية غير معدومة

تكون الطاقة الميكانيكية في الجمل غير المعزولة غير محفوظة

ملاحظة : الجملة غير المعزولة تسمح بوجود قوى غير محافظة تبدد الطاقة

.

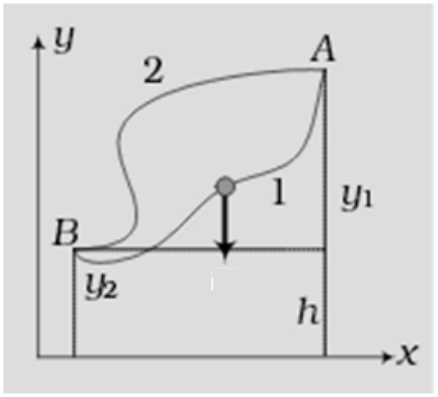
أمثلة



يتحرك جسم كتلته m تحت تأثير قوة ثقله على مسار أفقي AB (بإهمال قوة الاحتكاك) و يكون العمل الناتج عن قوة الثقل

$W=mg\ .AB\ .\cos\theta$ ، حيث $AB.\cos\theta = h$

عمل قوة الثقل لا يتعلق بالمسار و إنما بنقطة البداية و النهاية فقط A و B(الارتفاع) أي :



$$W_{A\to B} = mg(y_1 - y_2)$$

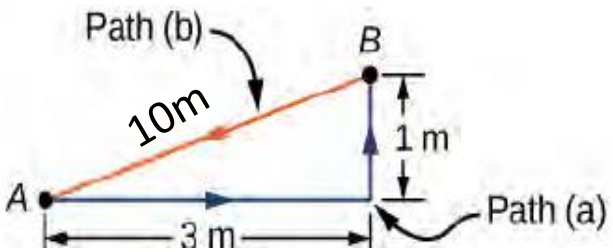
$$W_{B\to A} = mg(y_2 - y_1)$$

$$W_{A\to B\to A} = 0$$

قوة الثقل قوة محافظة حيث عملها لا يتعلق بالمسار وتكون الطاقة الكلية محفوظة في هذه الجملة

الجملة معزولة

أمثلة



لدى دراسة عمل قوة الاحتكاك الناتجة عن تحريك جسم على أرضية خشنة وفق مسارين المسار a و المسار b
(و لتكن fK=0.6N) نجد أن :

عمل قوة الاحتكاك وفق المسار a: $W_{A\to B}(fk) = -fk.(3+1)=-0.6x4= -2.4J$

عمل قوة الاحتكاك وفق المسار b:

$$W_{B\to A}(fk) = -fk.(\sqrt{10})=-0.6x3.16= -1.89J$$

عمل قوة الاحتكاك على المسار a ≠ عمل قوة الاحتكاك على المسار B

قوة الاحتكاك قوة غير محافظة حيث عملها يتعلق بالمسار وتكون الطاقة الكلية غير محفوظة في هذه الجملة حيث تتبدد جزء من طاقة الجملة في حالة وجود الاحتكاك على شكل طاقة حرارية

الجملة غير معزولة