الطاقة Energy : الطاقة هي قابلية الجسم على بذل الشغل وتوجد الطاقة بأشكال مختلفة منها الطاقة الميكانيكية والكهربائية والكيميائية والحرارية وغيرها.

أهم أشكال الطاقة هي الطاقة الميكانيكية وتوجد على أنماط مختلفة منها الطاقة الكامنة والحركية.

الطاقة الكامنة (U) Potential Energy: هي الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة تغير موضعه ($U = mgy$)

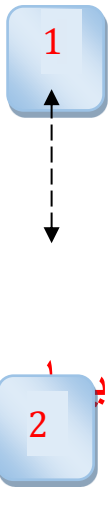
الشغل والتغير في الطاقة الكامنة:

الشغل المبذول من قبل قوة الجاذبية F_g على جسم كتلته m يسقط من ارتفاع y_1 إلى ارتفاع y_2 هو:

$$W = F_g . y = mgy$$

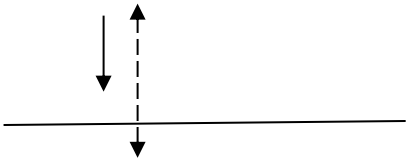
$$W = mg(y_1 - y_2) = -(mgy_2 - mgy_1)$$

$$W = -(U_2 - U_1) = -\Delta U$$



الشغل المبذول على الجسم من قبل قوة الجاذبية يساوي سالب التغير

في الطاقة الكامنة للجسم.



mg y_2

مثال: نابض طوله الطبيعي (15 cm) علق به جسم كتلته (5 kg) فأصبح طول النابض(17 cm)

أحسـب: 1- ثابت المرونة للنابض ، 2- التغير في الطاقة الكامنة للجسم اذا سحبناه (5cm) من موضع اتزانه.

$$K = \frac{mg}{S} = \frac{mg}{S_2 - S_1} = \frac{5 \times 9.8}{0.17 - 0.15}$$

$$= 2450\ N/m$$

$$W = -\Delta U \implies -\frac{1}{2}KS^2 = -\Delta U$$

$$\Delta U = \frac{1}{2}KS^2$$

$$\Delta U = \frac{1}{2}KS^2 = \frac{1}{2} \times 2450 \times (0.05)^2 = 3\ J$$

الطاقة الحركية Kinetic Energy (K)

هي الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة حركته ($k = \frac{1}{2}mv^2$)

(

الشغل والتغير فى الطاقة الحركية:

نفرض جسيم كتلته (m) يتحرك من السكون على طول مسار منحني في مستوي أفقي تحت تأثير محصلة قوة (F) حيث مركبتها العمودية (F_n) والمماسية (F_t) كما في الشكل أدناه:

$F_t = ma_t$ قانون نيوتن الثاني , $a_t = \frac{dv}{dt}$,

$F_t = F\ cos\theta$

$\therefore F\ cos\theta = m\frac{dv}{dt}$, $\because\ v = \frac{ds}{dt} \Longrightarrow dt = \frac{ds}{v}$

$\therefore\ F\ cos\theta = m\frac{dv}{\frac{ds}{v}} = mv\ \frac{dv}{ds}$

$$F\ cos\theta\ \mathrm{ds} = \mathrm{m}v\ \mathrm{d}v \implies \int_1^2 F\ cos\theta\ \mathrm{ds}$$

$$= \int_1^2 \mathrm{m}v\ \mathrm{d}v$$

$$W = \frac{1}{2}mv^2\Big|_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$= \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

$\mathrm{W} = \mathrm{k}_2 - \mathrm{k}_1 = \Delta\,\mathrm{k}$ الطاقة الحركية الانتقالية

المعادلة الأخيرة تسمى بنظرية الشغل والطاقة الحركية أي ان شغل محصلة القوى المؤثرة على جسم عندما ينتقل بين نقطتين يساوي التغير في الطاقة الحركية.

مثال: جسم كتلته (4 kg) يتحرك تحت تأثير قوة F ومعادلة حركته تعطى بالعلاقة ($x = t + 2t^3$)

جـد: 1- الطاقة الحركية والقوة في أي زمن t .

2- الشغل المنجز على الجسم في الفترة من t=0 إلى t=2 sec.

$1-\ \because k = \frac{1}{2}mv^2\ ,$

$$x = t + 2t^3 \implies v = \frac{dx}{dt} = 1 + 6t^2$$

$k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 4(1 + 6t^2)^2 = (2 + 24t^2 + 72t^4)J$

$F = ma\ ,$

$$a = \frac{dv}{dt} = 12\ t\ \frac{m}{s^2} \implies \mathrm{F} = 4 \times 12\mathrm{t} = 48\mathrm{t\ N}$$

$2-\ \mathrm{W} = \mathrm{k}_2 - \mathrm{k}_1\ ,$

$$k = 2 + 24t^2 + 72t^4$$

$at\ \ t = o \implies \mathrm{k}_1 = 2\,J\ \ ,\ at\ \ t = 2$

$$\implies \mathrm{k}_2 = 2 + 24 \times 2^2 + 72 \times 2^4 = 1250\ \mathrm{J}$$

$$W = 1250 - 2 = 1248\,J$$

مثال: أطلقت قذيفة كتلتها 4kg من فوهة مدفع بشكل عمودي نحو الأعلى حيث كانت سرعة الإطلاق 300 m/s جـد:

1- سرعة وموضع القذيفة بعد مرور 25 sec

2- الطاقة الحركية والكامنة للقذيفة بعد مرور 25 sec

$$(1).\quad v = v_o - g\,t = 300 - 9.8 \times 25$$

$$= 55 m/\,sec$$

$$y = v_o t - \frac{1}{2} g\,t^2$$

$$= 300 \times 25 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times (25)^2$$

$$= 4437.5\,m$$

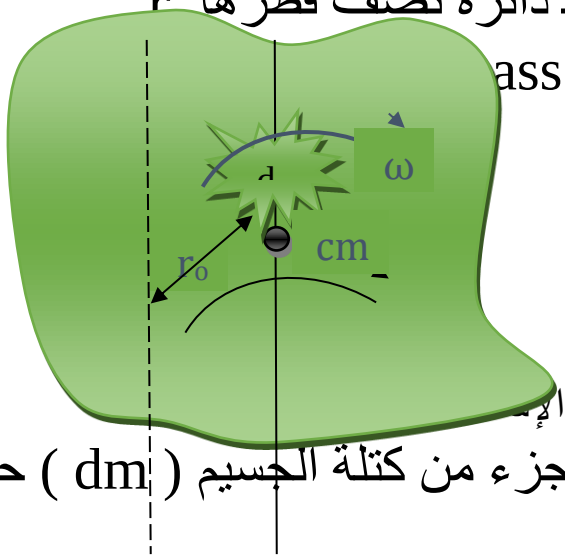
$$(2).\, k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times (55)^2 = 6050\,J$$

$$\mathrm{U} = \mathrm{mgy} = 4 \times 9.8 \times 4437.5 = 173950\,J$$

الطاقة الحركية لجسم متماسك (Rigid Body) في حركة مستوية:

يعبر عن الجسم المتماسك بمجموعة من الجسيمات المترابطة ترابطا قويا بحيث لا تتغير المسافات بينهما وان مجموع مركز ثقل الجسيمات تتمركز في مركز ثقل الجسم المتماسك وعندما تسلط قوى خارجية على هذه الجسيمات فان مركز الثقل يتحرك كجسيم ركزت فيه كتلة المجموعة كلها.

في الشكل أدناه جسـم متماسـك كتلته (m) يتحرك حول نقطة ثابتة (مركز الكتلة cm) بسرعة زاوية ثابتة ω على محيط دائرة نصف قطرها r



ass: cm

محور الإ

نأخذ جزء من كتلة الجسيم (dm) حيث طاقته الحركية له تساوي :

$$dk = \frac{1}{2} dm\, v^2 \ ,$$

$$v = r\omega \quad \Longrightarrow \quad dk = \frac{1}{2}\omega^2 r^2\, dm$$

$$\int dk = \frac{1}{2}\omega^2 r^2 \int dm \Longrightarrow \quad k$$

$$= \frac{1}{2}\omega^2 r^2 m$$ الطاقة الحركية الدورانية للجسم

$$k = \frac{1}{2}\omega^2 I \quad ,$$

I

$= r^2 m\ (\ kg.m^2)$ عزم القصور الذاتي للجسم حول نقطة ثابتة

ومن نظرية النقل لعزوم القصور الذاتي وهي إحدى طرق

تعيين عزم القصور الذاتي للكتلة وهي: $I = I_O + mr_o^2$

حيث I_O : يمثل عزم القصور لكتلة الجسم حول

مركز الكتلة

mr_o^2 :عزم القصور لكتلة الجسم حول محور الاسناد حيث

r_o : بعد مركز الكتلة عن محور الإسناد

$$k = \frac{1}{2}\omega^2 I = \frac{1}{2}\omega^2 (I_O + mr_o^2) \quad \Longrightarrow \quad k$$

$$= \frac{1}{2} I_O \omega^2 + \frac{1}{2}\omega^2 m r_o^2$$

$$k = \frac{1}{2} I_O \omega^2 + \frac{1}{2} m v_o^2$$

الصيغة النهائية لمعادلة الطاقة الحركية لجسم متماسك

الطاقة الحركية الانتقالية الطاقة الحركية الدورانية

قانون حفظ الطاقة Energy Conservation:

تعرف الطاقة الميكانيكية بأنها مجموع الطاقة الكامنة والحركية أي ان :

$$E = K + U = \frac{1}{2} m v^2 + mgh$$

النظام المحافظ هو نظام معزول عن القوى الخارجية مثل قوة الجاذبية والكهربائية والمغناطيسية وغيرها حيث تكون الطاقة الميكانيكية لهذه الأنظمة محفوظة ، لذا يعتبر مجال الجاذبية الأرضية مجال محافظ أي يحافظ على الطاقة الكلية للأجسام التي تتحرك فيه لذا عند سقوط الأجسام تحت تأثير الجاذبية الأرضية تكون الطاقة الميكانيكية الكلية لها محفوظة أي ثابتة

وان الشغل الناتج من هذه القوة لا يعتمد على المسار وإنما فقط على نقطة البداية والنهاية أي ان:

$$\Delta E = 0 \implies E_2 - E_1 = 0 \implies E_1 = E_2 \implies K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

$$\text{OR} \quad \Delta E = 0 \implies \Delta K + \Delta U = 0$$

$$\implies (K_2 - K_1) + (U_2 - U_1) = 0$$

أما في النظام الغير محافظ فهو نظام يحتوي على قوى مقاومة خارجية أي انه نظام غير محافظ أي ان:

($\Delta E = W$) مثال ذلك قوة الاحتكاك حيث قوى المقاومة سوف تفقد جزء من طاقتها الميكانيكية وتحولها إلى حرارة أي ان النقص في الطاقة الميكانيكية يساوي الشغل الضائع ضد قوى الاحتكاك وهذا الشغل يعتمد على المسار.

$$\Delta E \neq 0 \ , \ \Delta E = -W_{fr} = -f_r \, S$$

$$(K_2 - K_1) + (U_2 - U_1) = -\mu \, mg \, S$$