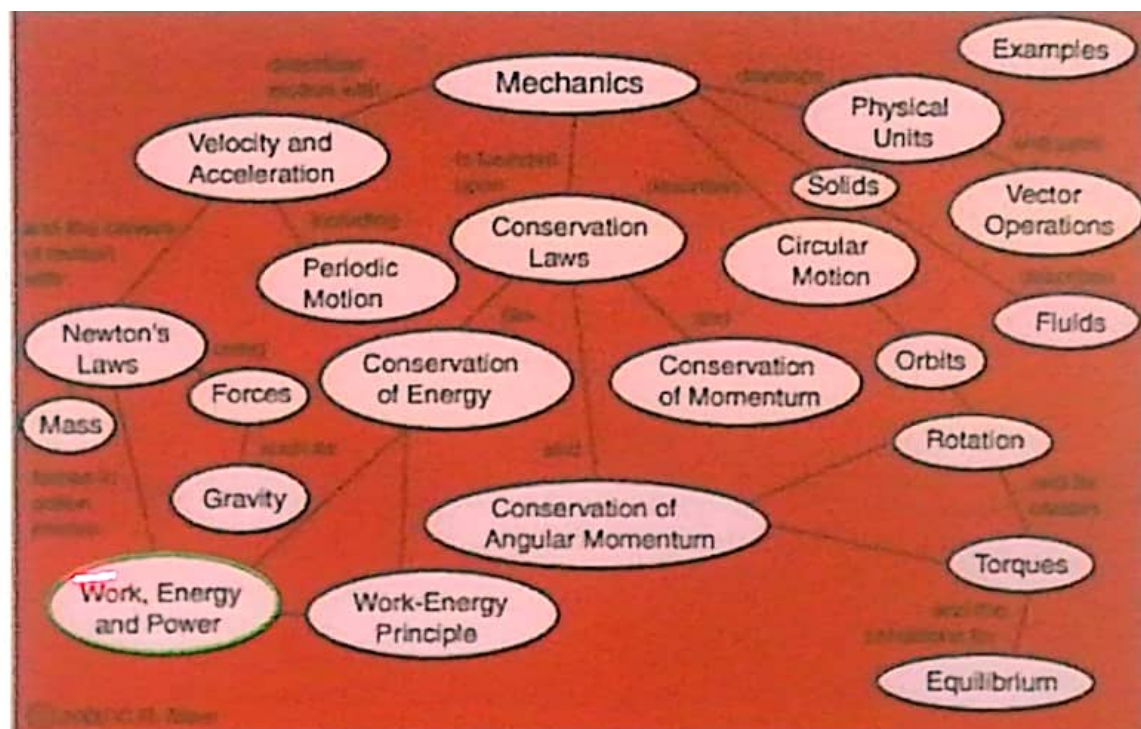
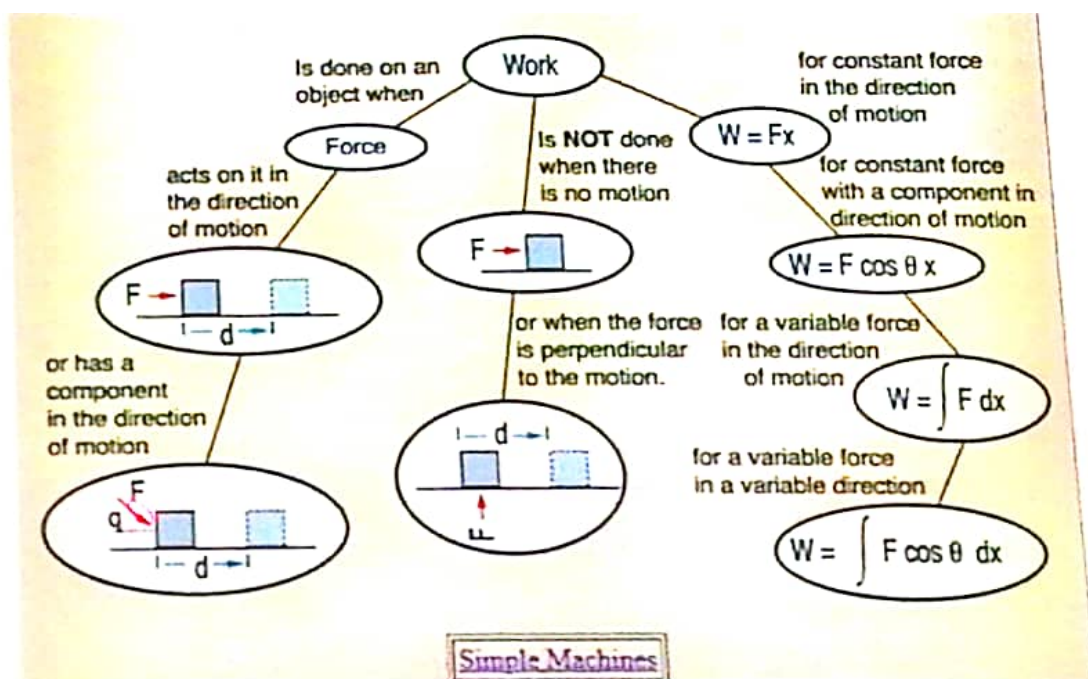


الشغل ، الطاقة ، القدرة ، وكمية التحرك

مقدمة

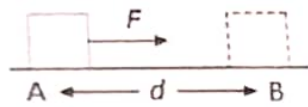
- ✓ Work الشغل
- ✓ Power القدرة
- ✓ Energy: Kinetic energy & Gravitational potential energy
الطاقة
- ✓ Impulse الدفع
- ✓ linear momentum كمية الحركة





الشغل

- يحدث الشغل عادة إذا أثرت قوة على جسم ما وغيّرت من موضعه .
- ويعرف الشغل : حاصل ضرب الإزاحة التي يتحركها الجسم في مركبة القوة باتجاه الإزاحة.



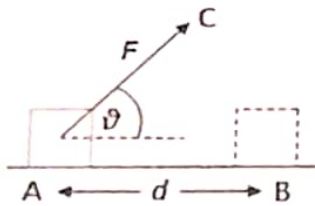
The diagram illustrates a block on a horizontal surface. A solid block is at position A, and a dashed block is at position B. A horizontal arrow labeled F points from A to B, representing the applied force. Below the blocks, a double-headed arrow labeled d indicates the displacement from A to B.

$$W = F \cdot d$$

- يحدث الشغل إذا أثرت قوة F في الاتجاه من الموضع A إلى الموضع B، ثم تحرك الجسم مسافة d في هذا الاتجاه.

الشغل

أما إذا كان اتجاه القوة F بالاتجاه من A إلى C فإن الشغل المبذول يكون:



$$W = (F \cos \theta) d$$

$$W = Fd \cos \theta$$

حيث d هي مقدار الإزاحة التي تحركتها الكتلة .
و $(F \cos \theta)$ هي مركبة القوة F في اتجاه الإزاحة d .

تتضح أن الشغل يكون موجبا إذا كانت القوة باتجاه الإزاحة لأن $(\cos 0^\circ = 1)$.
ويكون سالبا إذا كانت القوة معاكسة لاتجاه الإزاحة لأن $(\cos 180^\circ = -1)$.

الشغل

مثال ()

جسم كتلته 2Kg يتحرك تحت تأثير قوة ($F=20\text{N}$) تصنع زاوية مقدارها 37° كما بالشكل (3-5). فإذا تحرك الجسم مسافة مقدارها ($d=4\text{m}$) على سطح أملس، احسب الشغل المبذول بواسطة القوة F .

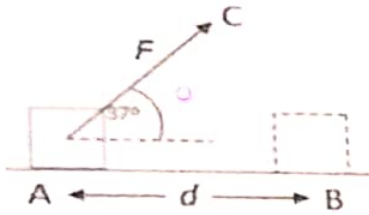
الشغل

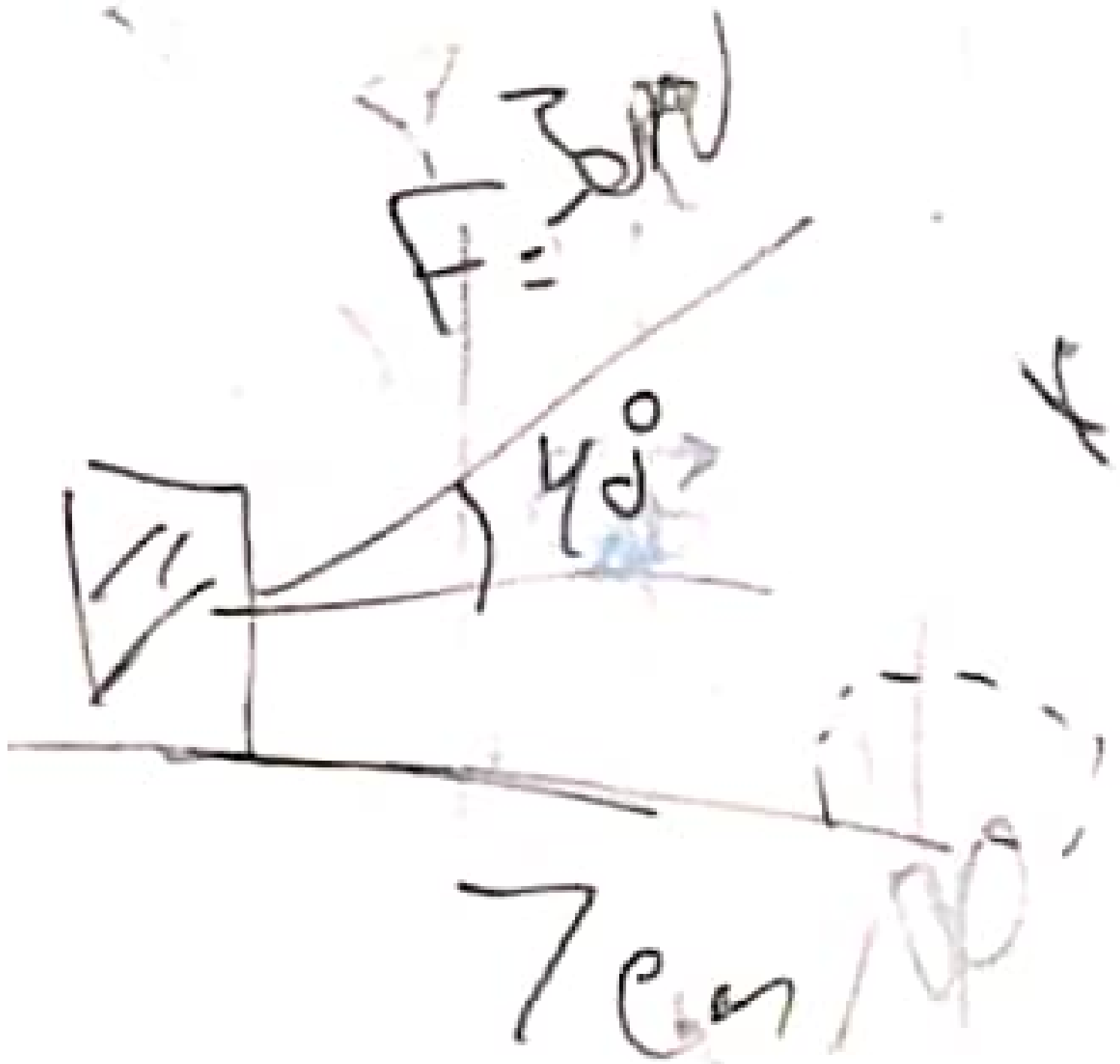
مثال ()

جسم كتلته 2Kg يتحرك تحت تأثير قوة ($F=20\text{N}$) تصنع زاوية مقدارها 37° كما بالشكل (5-3). فإذا تحرك الجسم مسافة مقدارها ($d=4\text{m}$) على سطح أملس، احسب الشغل المبذول بواسطة القوة F .

الحل:

حيث أن القوة تصنع مع الإزاحة زاوية θ فنستخدم العلاقة:





مثال ()

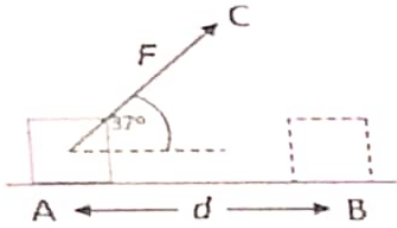
جسم كتلته 2Kg يتحرك تحت تأثير قوة ($F=20\text{N}$) تصنع زاوية مقدارها 37° كما بالشكل (5-3). فإذا تحرك الجسم مسافة مقدارها ($d=4\text{m}$) على سطح أملس، احسب الشغل المبذول بواسطة القوة F .

الحل:

حيث أن القوة تصنع مع الإزاحة زاوية θ فنستخدم العلاقة:

$$W = F d \cos \theta$$

$$W = (20) (4) (\cos 37^\circ) = 63.9 \text{ J}$$



الشغل

مثال ()

قذفت كرة كتلتها 2Kg إلى أعلى مسافة مقدارها $(d=4\text{m})$. أحسب الشغل المبذول بواسطة قوة الجاذبية للأرضية.

الشغل

مثال ()

قُذِفَت كرة كتلتها 2Kg إلى أعلى مسافة مقدارها $(d=4\text{m})$. أحسب الشغل المبذول بواسطة قوة الجاذبية الأرضية.

الحل:

حيث أن الجسم قُذِفَ إلى أعلى فإن الإزاحة تكون إلى أعلى في حين أن القوة المؤثرة على الجسم وهي قوة الجاذبية الأرضية إلى أسفل، أي أن القوة تصنع مع الإزاحة زاوية مقدارها 180° .

الشغل

$$W = F d \cos \theta$$

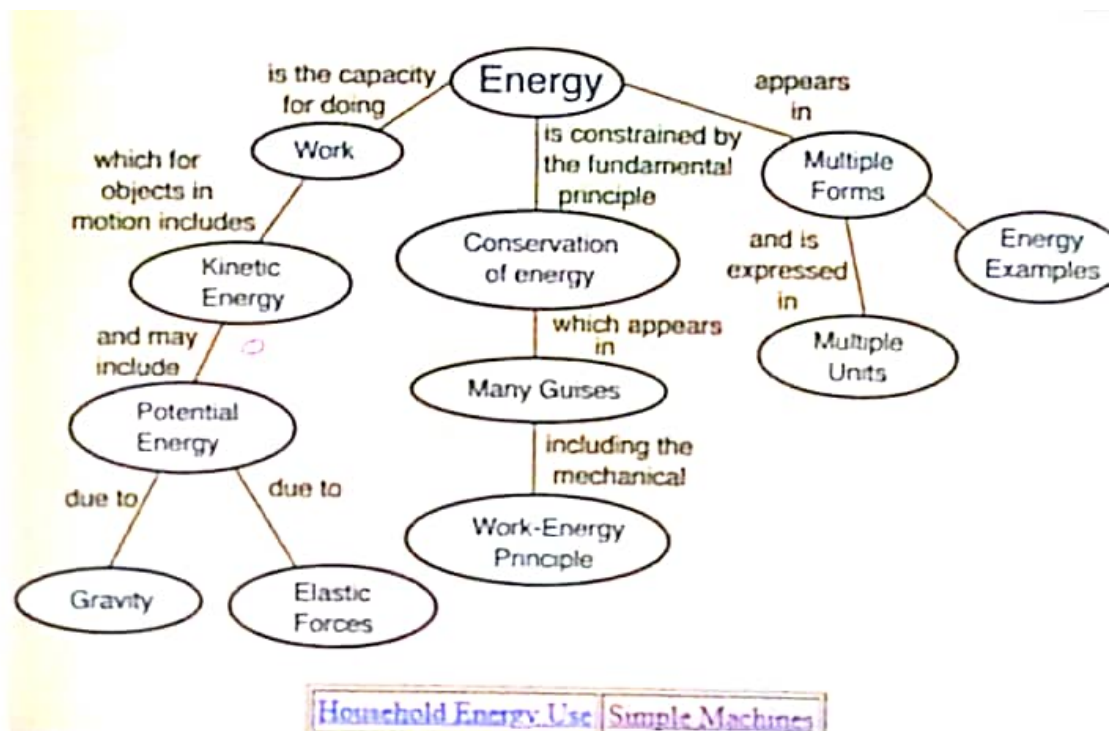
بالتعويض نجد أن:

$$W = (20) (4) (\cos 180^\circ) = -80 \text{ J}$$

الإشارة السالبة تعني أنه قد حصل فقد لطاقة حركة الكرة.

ملاحظة/ لو أن الجسم سقط من أعلى إلى أسفل بنفس المسافة d فإن الشغل المبذول بواسطة الجاذبية سيكون موجبا وقيمته 80 J والإشارة الموجبة تعني أن هناك زيادة في طاقة الحركة.

طاقة الوضع وطاقة الحركة



طاقة الحركة و طاقة الوضع

الطاقة :

- الطاقة هي مقياس التغير الطارىء على نظام ما .يكسب الجسم طاقة ما, إذا بذلت قوة F شغلا على ذلك الجسم . وتكون كمية الطاقة للجسم تساوى الشغل المبذول .
- أيضا عندما يبذل جسم ما شغلا ما فإنه يفقد كمية طاقة مساوية للشغل الذى بذله .
- الطاقة والشغل لهما نفس الوحدات الجول J. والطاقة مثل الشغل عبارة عن كمية قياسية .
- وبذلك يمكن أن نقول أن الجسم القادر على بذل شغل ما هو ذلك الجسم الذى يمتلك الطاقة .

طاقة الحركة و طاقة الوضع

أنواع طاقة الحركة

طاقة الحركة:

هي الطاقة التي يمتلكها الجسم في حالة الحركة . إذا تحرك جسم كتلته m بسرعة مقدارها v ، فإنه يمتلك طاقة حركة انتقالية تعطى بالمعادلة:

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

عندما تكون وحدات m بالكيلوجرام و v بالمتري في الثانية تكون وحدات طاقة الحركة بالجول .

طاقة الوضع الثقالية:

هي الطاقة التي يمتلكها جسم ما بسبب تأثير الجاذبية . في حالة السقوط مسافة رأسية h تبذل الكتلة شغلا مقداره mgh .


$$GPE = mgh$$

طاقة الوضع وطاقة الحركة

قانون الشغل - الطاقة:

" التغير في طاقة وضع جسم أو مجموعة أجسام معزولة يساوي تماماً مقدار الشغل المبذول عليها "

الشغل المبذول = التغير في طاقة وضع الجسم


$$W = -\Delta U$$

الإشارة السالبة للشغل تعني أنه حصل فقد لطاقة حركة الجسم، فمثلاً إذا قذف جسم لأعلى فإن طاقة حركته ستقل وتتحوّل إلى طاقة وضع.

طاقة الوضع وطاقة الحركة

عند قذف جسم كتلته m إلى أعلى فإن القوة المؤثرة عليه تساوي وزن الجسم أي أن:

$$F = -mg$$

وحسب قانون الشغل والطاقة تكون الزيادة في طاقة الجسم $(-)$ عند رفعه مسافة رأسية $(-y)$ مساوية للشغل الذي تبذله القوة، أي أن:

$$\Delta U = -W = -(-Fy) = mgy = mgh$$

وإذا اعتبرنا أن الجسم بدأ بطاقة وضع ابتدائية $U_i = 0$ وانتهى عند طاقة وضع نهائية $U_f = U$ فإن طاقة وضعه تصبح:

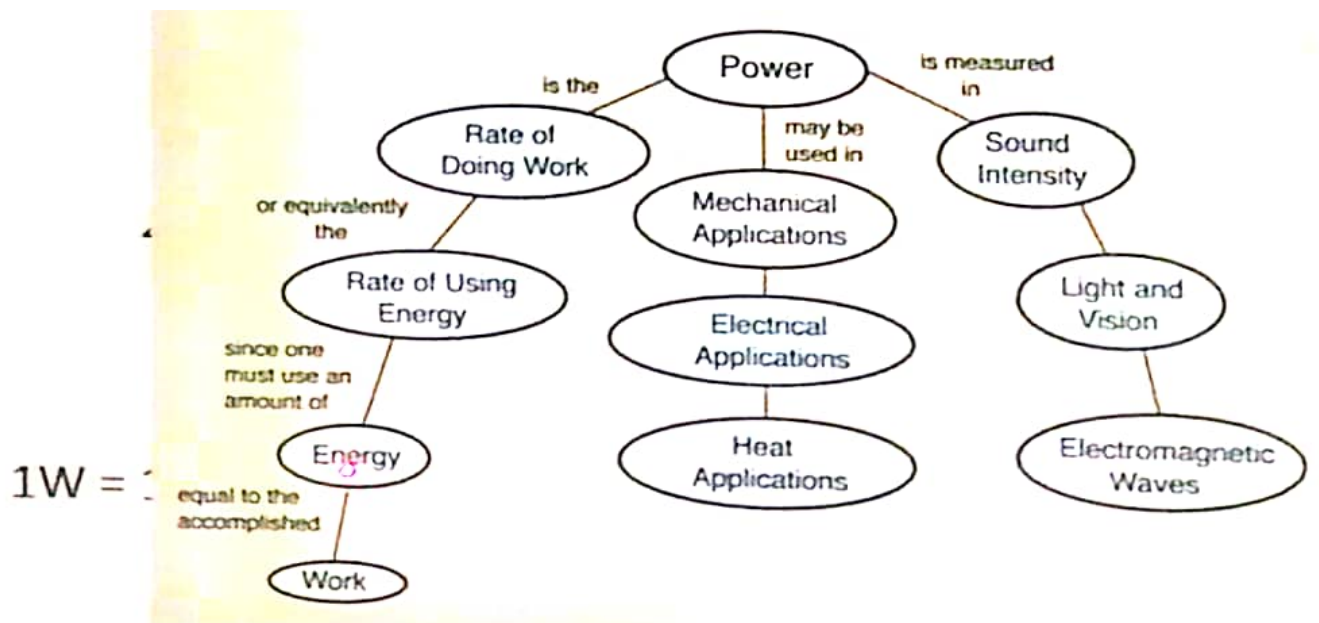
$$U = mgy$$

طاقة الحركة و طاقة الوضع

القدرة : Power

القدرة هي المعدل الزمني لبذل شغل .
معدل القدرة = $\frac{\text{الشغل المبذول بواسطة القوة}}{\text{الزمن اللازم لبذل ذلك الشغل}} = \text{القوة} \times \text{السرعة}$

- تقاس السرعة في إتجاه القوة المطبقة على الجسم .
- وتكون القدرة هي معدل نقل الطاقة . وتقاس بوحدة الواط (W) و $1W = 1 J/s$



طاقة الحركة و طاقة الوضع

نظرية شغل – طاقة

عندما يبذل شغل على جسم نَقْطى أو جسم مصمت ولا يحدث تغير فى طاقة الوضع فان الطاقة الطارئة يمكن أن تظهر فقط كطاقة حركة .

لكن ، طالما كان الجسم غير مصمت (أو غير جامد) فان الطاقة يمكن أن تنتقل الى أجزاءه ولن يكون الشغل المبذول عليه مساويا تماما للتغير فى طاقة الحركة.

طاقة الحركة و طاقة الوضع

بقاء الطاقة : Conservation of Energy

طاقة نظام ما مغلق لا تفنى ولا تستحدث ، ولكن يمكن فقط أن تتحول من صورة الى أخرى .

فمثلا إذا سقط جسم من حالة السكون في مجال الجاذبية الأرضية فإنه يكتسب طاقة حركة تساوي تماما ما يفقده من طاقة وضع.

طاقة الوضع وطاقة الحركة

وعليه فإنه يمكن أن نعرف:

الكمية W هي الشغل الذي بذلته القوة ويساوي طاقة حركة الجسم النهائية مطروحا منها طاقة حركته الابتدائية.

$$K_f - K_i = \Delta K = W$$

طاقة الحركة و طاقة الوضع

يمكن استنتاج قانون بقاء الطاقة من العلاقة السابقة حيث أن:

$$K_f - K_i = W = -\Delta U = -(U_f - U_i) = -U_f + U_i$$

أو أن

$$K_f + U_f = K_i + U_i$$

$$E_f = E_i \quad \text{وبصورة أخرى}$$

$$E = K + U$$

حيث أن الكمية

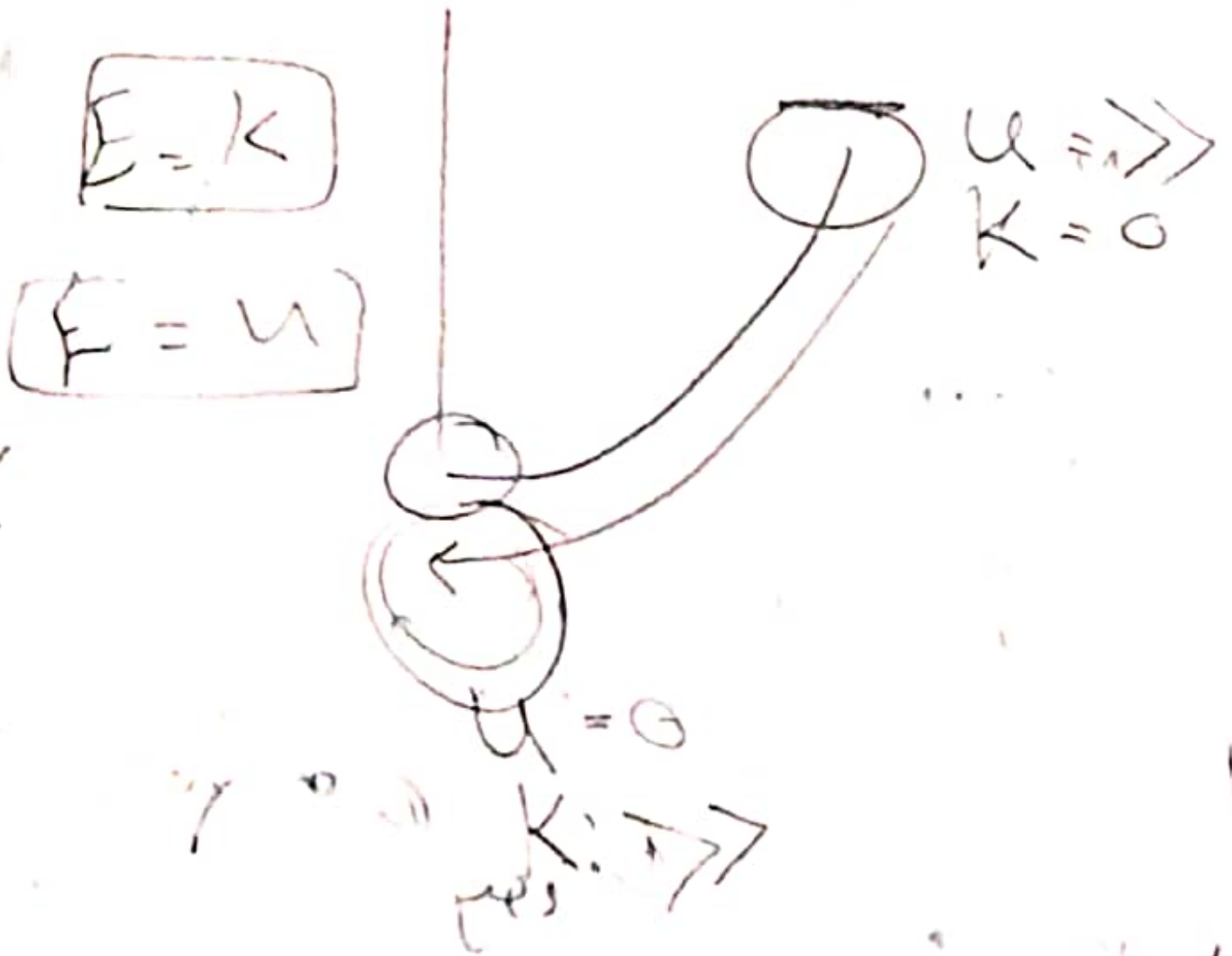
تسمى بالطاقة الميكانيكية وهي عبارة عن حاصل جمع طاقة الحركة وطاقة الوضع.

$$K_f - K_i = \textcircled{W} = -\Delta u = -(u_f - u_i)$$

$$K_f - K_i = -(u_f - u_i)$$

$$\textcircled{K_f} + \textcircled{u_f} = \textcircled{K_i + u_i}$$

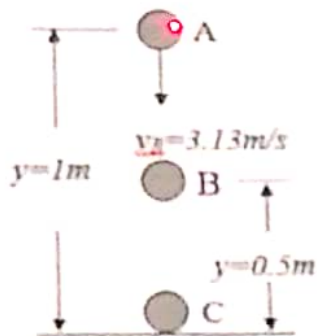
القوة الحركية الطاقة الكامنة



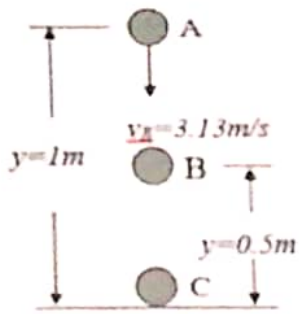
طاقة الوضع وطاقة الحركة

مثال 1:

سقطت كرة كتلتها 1 Kg من السكون من ارتفاع 1 m عند النقطة A فوصلت النقطة B والتي تقع على ارتفاع 0.5 m من سطح الأرض - بسرعة مقدارها 3.13 m/s كما بالشكل:



طاقة الوضع وطاقة الحركة



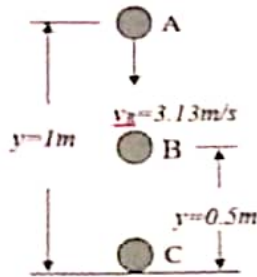
احسب كل من:

- طاقة الوضع وطاقة الحركة عند النقطة A.
- طاقة الوضع وطاقة الحركة عند النقطة B.
- طاقة الوضع وطاقة الحركة عند وصول الكرة إلى سطح الأرض.

طاقة الوضع وطاقة الحركة

الحل:

. عند النقطة A تكون الكرة على ارتفاع $y=1m$ لذلك فإن طاقة وضعها تساوي: $U_A = mgy = (1) (9.8) (1) = 9.8 J$
 أما طاقة حركتها عند A فتساوي صفراً ($K_A=0$) لأنها بدأت حركتها من السكون ($v_A=0$).



. طاقة الوضع عند النقطة B : $U_B = mgy = (1) (9.8) (0.5) = 4.9 J$

طاقة الحركة عند النقطة B تساوي $K_B = (1/2) m v^2$

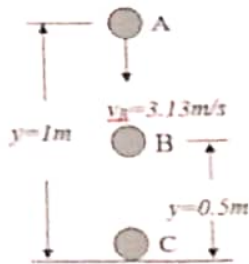
$$K_B = (1/2) (1) (3.13)^2 = 4.9 J$$

طاقة الوضع وطاقة الحركة

الحل:

طاقة الوضع عند سطح الأرض تساوي صفراً ($U = 0$) لأن $y = 0$.

لحساب طاقة حركتها عند سطح الأرض يجب حساب سرعتها أولاً لحظة وصولها للأرض وذلك باستخدام معادلات الحركة في



$$v^2 = v_0^2 + 2ay$$

خط مستقيم.

$$v^2 = (0)^2 + 2(9.8)(1) = 19.6\text{ m}^2/\text{s}^2$$

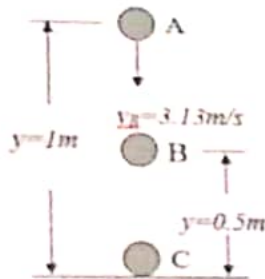
$$K = (1/2) m v^2 = (1/2) (1) (19.6) = 9.8\text{ J}$$

طاقة الوضع وطاقة الحركة

الحل:

■ طاقة الوضع عند سطح الأرض تساوي صفراً ($U = 0$) لأن $y = 0$.

لحساب طاقة حركتها عند سطح الأرض يجب حساب سرعتها أولاً لحظة وصولها للأرض وذلك باستخدام معادلات الحركة في خط مستقيم.



$$v^2 = v_0^2 + 2ay$$

$$v^2 = (0)^2 + 2(9.8)(1) = 19.6 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$K = (1/2) m v^2 = (1/2) (1) (19.6) = 9.8 \text{ J}$$

الدفع وكمية التحرك

الدفع وكمية التحرك: Impulse and Momentum

الدفع: Impulse

الدفع هو حاصل ضرب القوة (F) والفترة الزمنية (Δt) التي تؤثر خلالها القوة:
الدفع = (القوة) (الزمن الذي تؤثر خلاله القوة)
الدفع كمية متجهة تأخذ اتجاه القوة . وحدات الدفع فى النظام العالمى للوحدات هى . N.s

إذا أثرت قوة ثابتة (F) لفترة زمنية (Δt) على جسم كتلته (m) وغيّرت سرعته من قيمة ابتدائية (V_i) الى قيمة نهائية (V_f) ، فإن :

الدفع = التغير فى كمية التحرك

$$F \cdot \Delta t = m (V_f - V_i)$$

الدفع وكمية التحرك: Impulse and Momentum

كمية التحرك الخطية: Linear Momentum

كمية التحرك الخطي (P) لجسم ما هي حاصل ضرب كتلته (m) وسرعته (v).

$$\vec{P} = m \vec{V}$$

وحدات كمية التحرك في النظام العالمي للوحدات هي : Kg.m/s

الدفع وكمية التحرك: Impulse and Momentum

حفظ كمية التحرك الخطية:

إذا كانت القوة الخارجية المحصلة المؤثرة على مجموعة أجسام تساوي صفراً، فإن المجموع المتجهي لكميات تحرك الأجسام سوف يظل ثابتاً .

$$\vec{F} = \Delta \vec{P} / \Delta t$$

قانون نيوتن الثاني، كما وضعه، هو:

الدفع وكمية التحرك: Impulse and Momentum

حفظ كمية التحرك الخطية:

$$\vec{F} = \Delta \vec{P} / \Delta t$$

و منه ينتج أن :

$$\vec{F} \Delta t = \Delta \vec{P}$$

$$\vec{F} \Delta t = \Delta(m\vec{V})$$

و إذا كانت m ثابتة فإن :

$$\vec{F} \Delta t = m(\vec{V}_f - \vec{V}_i)$$

التصادمات و الانفجارات Collisions and Explosions

التصادمات و الانفجارات Collisions and Explosions

التصادمات و الانفجارات:

في حالة التصادمات و الانفجارات يكون المجموع المتجهي لكميات التحرك قبل الحدث مباشرة مساويا للمجموع المتجهي لكميات التحرك بعد الحدث مباشرة . و علي ذلك، فإذا تصادم جسمان كتلتاهما: m_1 و m_2 فإن :

كمية التحرك الكلية قبل التصادم = كمية التحرك الكلية بعد التصادم.

$$m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

حيث \vec{u}_1 و \vec{u}_2 هما سرعتا الجسمين قبل التصادم، و \vec{v}_1 و \vec{v}_2 هما سرعتا الجسمين بعد التصادم. و في بعد واحد تكون المركبات في المعادلة علي الصورة:

$$m_1 u_{1x} + m_2 u_{2x} = m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x}$$

و بالمثل نحصل علي المعادلة في حالة مركبات y, z

التصادمات و الانفجارات Collisions and Explosions

التصادمات و الانفجارات:

التصادم المرن تماما Perfectly Elastic Collision:

هو ذلك التصادم الذي لا يتغير خلاله مجموع طاقات الحركة الإنتقالية للأجسام.

و في حالة جسمين يكون:

$$\frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

التصادمات و الانفجارات Collisions and Explosions

معامل الارتداد Coefficient of Restitution:

يعرف معامل الارتداد (e) في أي تصادم بين جسمين يتحركان فقط على طول خط مستقيم على سبيل المثال المحور x برقم يعطي من المعادلة:

$$e = \frac{v_{2x} - v_{1x}}{u_{1x} - u_{2x}}$$

حيث \vec{u}_1 و \vec{u}_2 هما قيمتا السرعة قبل التصادم، و \vec{v}_1 و \vec{v}_2 هما قيمتا السرعة بعد التصادم.

التصادمات و الانفجارات Collisions and Explosions

معامل الارتداد Coefficient of Restitution:

لاحظ أن $|u_{1x} - u_{2x}|$ يعطي مقدار السرعة النسبية للإقتراب، و $|v_{1x} - v_{2x}|$ هو مقدار السرعة النسبية للترجع.

في حالة التصادم المرن تماماً يكون المعامل $e = 1$ ، و بالنسبة للتصادمات الغير مرنة يكون $e = 0$. و إذا التصق الجسمان معا بعد التصادم فإن .

التصادمات و الانفجارات Collisions and Explosions

مثال ()

رصاصه كتلتها 2 جرام وتسير بسرعة 2820 متر/ ث تصدم كتلة خشبية معلقة بخيط خفيف،
أوجد السرعة التي تكتسبها كتلة الخشب , علماً بأن كتلتها 280 جراماً، وأن الرصاصه أمتقرت بداخلها.

التصادمات و الانفجارات Collisions and Explosions

الحل:

كمية الحركة قبل التصادم = كمية الحركة بعد التصادم

السرعة الابتدائية لكتلة الخشب v_1 تساوي صفرأ، كما أن السرعة النهائية للرصاصية u_2 تصير نفس السرعة النهائية لكتلة الخشب حيث إنهما أصبحا جسماً واحداً.

كتلة الرصاصية m_1 وكتلة الخشب m_2 . إذاً

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

$$v_2 = 0,$$

$$u_1 = u_2$$

$$u_2 = \left(\frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} \right) \times v_1$$

$$u_2 = \frac{2kg}{2kg + 280g} \times 2820 = 20 \text{ m/s}$$

H.W

1. جسم كتلته 2Kg يتحرك تحت تأثير قوة $F = 20\text{ N}$ تصنع زاوية مقدارها 37° كما بالشكل. فإذا تحرك الجسم مسافة مقدارها $d = 4\text{m}$ على سطح أملس، احسب الشغل المبذول بواسطة القوة F .