

الشغل

الدرس الأول

يتضمن الدرس

✓ الشغل

✓ وحدة قياس الجول

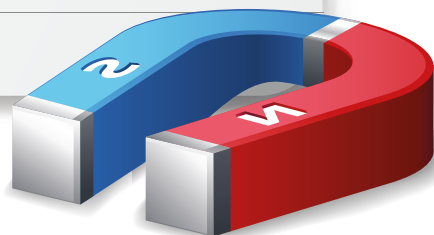
✓ قانون حساب الشغل في وجود زاوية

✓ متى يصبح الشغل موجب أو سالب أو منعدم

✓ الشغل الناتج عن قوة منتظمة على مسار منحنى

✓ حل أسئلة هامش الكتاب

✓ حل مراجعة الدرس



الشغل

تعريف الشغل

عملية تقوم فيها قوة مؤثرة بإزاحة جسم في إتجاهها.
وحدة القياس: يقاس الشغل في النظام الدولي بوحدة الجول (J).

تعريف الجول

الشغل الذي تبذله قوة مقدارها 1N لتحريك جسم في إتجاهها مسافة متر واحد.



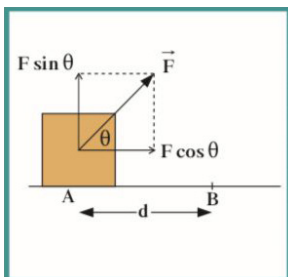
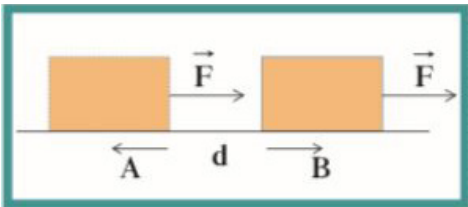
الشغل كمية عددية لأنه حاصل الشرب العددي لمتجهي القوة والإزاحة.

علا لما يأتي :

عند دفعك للحائط لا تبذل شغل.

لأن إزاحة الحائط تساوي صفر فالبالتالي الشغل يساوي صفر.

طرق حساب الشغل



الشغل الناتج عن قوة منتظمة
القوة موازية لإتجاه الحركة.

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d}$$

الشغل $W =$ الإزاحة $\times$ القوة

قوة منتظمة تصنع زاوية مع إتجاه الحركة

في حالة أن القوة تصنع زاوية مع إتجاه الحركة.

تحليل القوة إلى متجهين

$$F \sin \theta$$

عمودية على الإزاحة.
لا تصنع شغل لأن القوة العمودية لا تؤدي إلى تغيير الحركة ولكن الإتجاه
 $\cos = 1$

$$F \cos \theta$$

موازية للإزاحة.
تصنع شغل لأن الزاوية = صفر
 $\cos = 1$



قانون حساب الشغل في حالة وجود زاوية

$$w = F d \cos \theta$$

θ الزاوية بين القوة واتجاه الحركة °

m

الإزاحة تقاس بوحدة

d

v

القوة تقاس بوحدة

F

w

الشغل تقاس بوحدة

w

متى يصبح الشغل موجب أو سالب أو منعدم

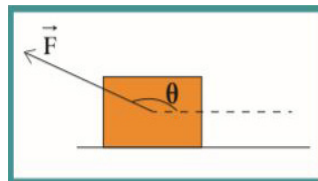
الشغل

منعدم

منعدم = صفر
 $\theta = 90^\circ$
القوة عمودية على
إتجاه الحركة
 $\cos \theta^\circ = 0$

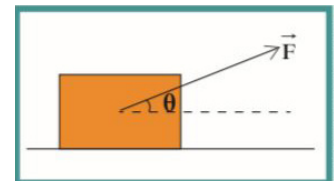
موجب

(مقاوم للحركة)
عندما تكون الزاوية
 $180^\circ \geq \theta > 90^\circ$
القوة لها مركبة
عكس إتجاه الإزاحة
 $\cos \theta^\circ < 1$



موجب

(منتج للحركة)
عندما تكون الزاوية
 $90^\circ > \theta > 0^\circ$
القوة لها مركبة
باتجاه الإزاحة
 $\cos \theta^\circ > 1$



محصلة الشغل لمجموعة من القوى المنتظمة

إذا كان هناك مجموعة من القوى المنتظمة فيجب لحساب الشغل (إيجاد محصلة القوى المؤثرة في الجسم)

$$W_{Net} = \vec{F}_{net} \cdot \vec{d}$$

الإشارة الموجبة

تعني زيادة في سرعة الجسم.

الإشارة السالبة

تعني نقص في سرعة الجسم.

مثال

يحمل الولد في الشكل المقابل كرة كتلتها 1.5kg خارج نافذة غرفته في الطابق الثاني ترتفع عن الأرض 6m

(أ) ما هو مقدار الشغل المبذول على الكرة نتيجة قوة إمساك الولد لها؟

(ب) أفلت الولد الكرة لتسقط تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية. ما هو مقدار الشغل الناتج عن قوة الجاذبية الأرضية إذا تحركت الكرة مسافة 3m ؟ (علماً أنّ مقدار عجلة الجاذبية $g = 10\text{N/kg}$)

(ج) ما هو مقدار الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك مع الهواء (المفترض أنها ثابتة) خلال سقوط الكرة مسافة علماً أنّ مقدار قوة الاحتكاك $f = 1\text{N}$.

(د) أحسب الشغل الكلي المبذول على الكرة نتيجة القوى المؤثرة فيها.

الخطوة الأولى: نستخرج المعطيات.

المعطيات: كتلة الكرة : $m = 1.5\text{kg}$ مقدار الإزاحة : $d = 3\text{m}$

(أ) بما أنّ الولد يمسك بالكرة فإن مقدار الإزاحة يساوي صفراً وبالتالي

فإن مقدار الشغل الناتج عن قوة إمساك الولد للكرة يساوي صفراً

(ب) إنّ مقدار قوة الجاذبية المؤثرة في الكرة يساوي

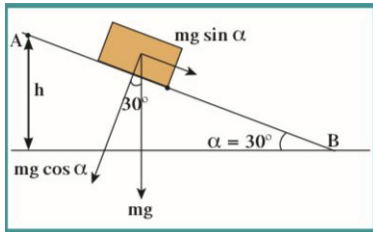
$F = m \times g = 1.5 \times 10 = 15\text{N}$ واتجاهها هو اتجاه الإزاحة. باستخدام معادلة

الشغل : $W = F \times d \times \cos \theta$

وبالتعويض نحصل على : $W = 15 \times 3 \times \cos 0 = 45J$

(ج) باستخدام المعادلة وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على :
علماً بأن اتجاه قوة الاحتكاك معاكس لاتجاه حركة الجسم.

$$W = f \times d \times \cos 180 = 1 \times 3 (-1) = (-3)J$$



الشغل الناتج عن قوة منتظمة على مسار منحنى

يمكن حساب الشغل من العلاقة.

$$w = m g h$$

h الارتفاع الرأسى يقاس بوحدة m

g عجلة الجاذبية تقاس بوحدة $10m/s^2$

m الكتلة تقاس بوحدة v

في حالة عدم وجود h ووجود مسافة الحركة على المنحنى تستطيع إيجاد عن طريق

$$h = d \sin \theta$$

حيث θ الزاوية المقابلة للارتفاع h

مثال

وضع صندوق خشبي كتلته على مستوى أملس يميل بزاوية مع المستوى الأفقي.
أحسب الشغل الناتج عن وزن الصندوق إذا تحرك على المستوى المائل مسافة $AB = 50 \text{ cm}$ ، اعتبر أن عجلة الجاذبية $g = 10 \text{ m/s}^2$.

الخطوة الأولى: نستخرج المعطيات.

المعطيات: كتلة الصندوق : $m = 0.1 \text{ kg}$ مقدار الإزاحة : $d = 0.5 \text{ m}$
لا يرتبط الشغل الناتج عن وزن الصندوق بالمسار بين النقطتين بل بالارتفاع بين النقطتين:

محصلة الشغل لمجموعة من القوى المنتظمة

إذا كان هناك مجموعة من القوى المنتظمة فيجب لحساب الشغل (إيجاد محصلة القوى المؤثرة في الجسم)

$$W_{Net} = \vec{F}_{net} \cdot \vec{d}$$

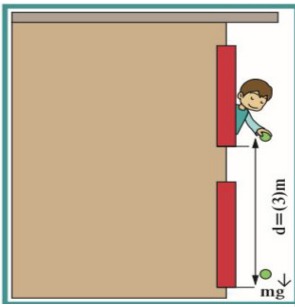
الإشارة الموجبة

تعني زيادة في سرعة الجسم.

الإشارة السالبة

تعني نقص في سرعة الجسم.

مثال



يحمل الولد في الشكل المقابل كرة كتلتها 1.5kg خارج نافذة غرفته في الطابق الثاني ترتفع عن الأرض 6m

(أ) ما هو مقدار الشغل المبذول على الكرة نتيجة قوة إمساك الولد لها؟

(ب) أفلت الولد الكرة لتسقط تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية. ما هو مقدار الشغل الناتج عن قوة الجاذبية الأرضية إذا تحركت الكرة مسافة 3m؟ (علماً أن مقدار عجلة الجاذبية $g = 10 \text{ N/kg}$)

(ج) ما هو مقدار الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك مع الهواء (المفترض أنها ثابتة) خلال سقوط الكرة مسافة علماً أن مقدار قوة الاحتكاك $f = 1 \text{ N}$.

(د) أحسب الشغل الكلي المبذول على الكرة نتيجة القوى المؤثرة فيها.

الخطوة الأولى: نستخرج المعطيات.

المعطيات: كتلة الكرة : $m = 1.5 \text{ kg}$ مقدار الإزاحة : $d = 3 \text{ m}$

(أ) بما أن الولد يمسك بالكرة فإن مقدار الإزاحة يساوي صفراً وبالتالي

فإن مقدار الشغل الناتج عن قوة إمساك الولد للكرة يساوي صفراً

(ب) إن مقدار قوة الجاذبية المؤثرة في الكرة يساوي

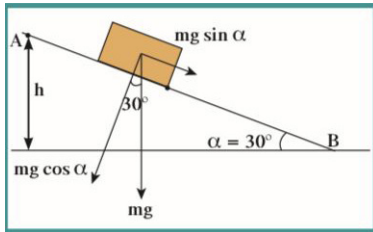
$F = m \times g = 1.5 \times 10 = 15 \text{ N}$ واتجاهها هو اتجاه الإزاحة. باستخدام معادلة

الشغل : $W = F \times d \times \cos \theta$

وبالتعويض نحصل على : $W = 15 \times 3 \times \cos 0 = 45J$

(ج) باستخدام المعادلة وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على :
علماً بأن اتجاه قوة الاحتكاك معاكس لاتجاه حركة الجسم.

$$W = f \times d \times \cos 180 = 1 \times 3 (-1) = (-3)J$$



الشغل الناتج عن قوة منتظمة على مسار منحنى

يمكن حساب الشغل من العلاقة.

$$w = m g h$$

h الارتفاع الرأسى يقاس بوحدة m

g عجلة الجاذبية تقاس بوحدة $10m/s^2$

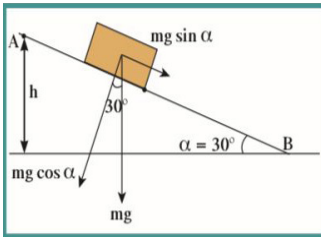
m الكتلة تقاس بوحدة v

في حالة عدم وجود h ووجود مسافة الحركة على المنحنى تستطيع إيجاد عن طريق

$$h = d \sin \theta$$

حيث θ الزاوية المقابلة للارتفاع h

مثال



وضع صندوق خشبي كتلته على مستوى أملس يميل بزاوية مع
المستوى الأفقي

أحسب الشغل الناتج عن وزن الصندوق إذا تحرك على المستوى
المائل مسافة $AB = 50 \text{ cm}$ ، اعتبر أن عجلة الجاذبية $g = 10 \text{ m/s}^2$.

الخطوة الأولى: نستخرج المعطيات.

المعطيات: كتلة الصندوق : $m = 0.1 \text{ kg}$ مقدار الإزاحة : $d = 0.5 \text{ m}$
لا يرتبط الشغل الناتج عن وزن الصندوق بالمسار بين النقطتين بل بالارتفاع
بين النقطتين:

وبالتعويض نحصل على : $h = 0.5 \left(\frac{1}{2} \right) = 0.25$ $h = d \cdot \sin 30$
وبالتعويض عن المقادير المعلومة يساوي الشغل الناتج عن وزن الصندوق.
 $W = m \times g \times h = 0.1 \times 10 \times 0.25 (-1) = (0.25)J$
كمية الشغل موجبة لأن الصندوق يتحرك إلى أسفل.

لاحظ أن من الشكل

الشغل يساوي مساحة الجزء المظلل تحت المنحنى (القوة والإزاحة).

القوة المتغيرة

هي قوة متغيرة في مقدارها أو إتجاهها أو الإثنين معاً.

مثال

قوة الشد في النابض.

يمكن حساب الشغل من العلاقة.

$$w = k \Delta x^2$$

m

الإستطالة تقاس بوحدة

Δx

ثابت هوك يقاس بوحدة

k

N/ m

كما يمكن حساب ثابت هوك عن طريق

$$k = \frac{F}{\Delta x} \quad \text{أو} \quad \frac{mg}{\Delta x}$$

مثال

علقت كتلة مقدارها بالطرف الثاني (الحرّ) للزنبرك المعلق رأسياً.

أحسب مقدار الشغل المبذول لاستطالة الزنبرك مسافة مقدارها 4.6cm.

الخطوة الأولى: نستخرج المعطيات.

المعطيات: الكتلة : $m=0.15kg$ مقدار الإزاحة : $\Delta x=4.6cm$

حل أمثلة الهامش بالكتاب

مثال

قوتان تعملان على صندوق خشبي وضع فوق سطح أفقي أملس لينزلق مسافة بالاتجاه الموجب للمحور الأفقي $\vec{F}_1$ قوة منتظمة مقدارها 10N وتصنع زاوية 30° مع المحور الأفقي $x'x$ و $\vec{F}_2$ قوة منتظمة مقدارها وتصنع زاوية مع المحور الأفقي أحسب الشغل الناتج عن كلٍّ من هذه القوى وحدد إذا كان الشغل مساعداً أو مقاوماً.

الخطوة الأولى: نستخرج المعطيات.

$$F_1=10N \quad F_2=7N \quad \theta_1=30^\circ \quad \theta_2=150^\circ \quad d=2.5m \quad \text{المعطيات:}$$

$$w_1 = F_1 d_1 \cos \theta_1 = 10 \times 2.5 \times \cos 30 = 21.65 \text{ J} \quad \text{مساعدة للحركة}$$

$$w_2 = F_2 d_2 \cos \theta_2 = 7 \times 2.5 \times \cos 150 = -15 \text{ J} \quad \text{مقاوم للحركة}$$

مثال

يدفع شخص عربة حديقة بقوة تصنع زاوية مع المحور الأفقي. أحسب الشغل الناتج عن هذه القوة إذا دفع العربة مسافة 15m ؟

الخطوة الأولى: نستخرج المعطيات.

$$F=45N \quad \theta=40^\circ \quad d=15m \quad \text{المعطيات:}$$

$$w = F d \cos \theta = 45 \times 15 \times \cos 40 = 517 \text{ J}$$

لاحظ

شغل الإحتكاك تكون $\theta = 180$ ويكون سالب لأنه معاكس تماماً للحركة. ($\cos 180 = -1$)

مراجعة الدرس ١-١

١) عندما تقف وأنت تحمل حقيبة التخييم على ظهرك ، ما هو مقدار الشغل الناتج عن قوة الحمل؟ فسر إجابتك

مقدار الشغل يساوي صفر، لأن مقدار الإزاحة تساوي صفر، $w = f d \cos \theta$

٢) أحسب مقدار الشغل الذي يجب بذله على حجر وزنه 100N لرفعه 1m عن سطح الأرض.

$$w = f d \cos \theta = 100 \times 1 \cos 0 = 100 \text{ J}$$

الزاوية $\theta = 0$ لأن القوة نفس اتجاه الإزاحة.

٣) زنبرك مثبت من أحد طرفيه ثابت مرونته يساوي 40N/m. ما هو مقدار الشغل الذي يجب بذله على الطرف الآخر لجعله يستطيل 2cm عن طوله الأصلي؟

الخطوة الأولى: نستخرج المعطيات.

المعطيات: $k = 40 \text{ n/m}$ $x = 42\text{cm}/100 = 0.02\text{m}$

$$w = \frac{1}{2} k \Delta x^2 = \frac{1}{2} \times 40 \times 0.02^2 = 0.008 \text{ J} = 8 \times 10^{-3} \text{ J}$$

٤) إذا كان مقدار الشغل اللازم لجعل زنبرك يستطيل عن طوله الأصلي يساوي، أحسب مقدار ثابت مرونة هذا الزنبرك

الخطوة الأولى: نستخرج المعطيات.

المعطيات: $k = ?$ $w = 400 \text{ J}$ $\Delta x = 8\text{cm}/100 = 0.08\text{m}$

$$w = \frac{1}{2} k \Delta x^2 \quad 400 = \frac{1}{2} \times k \times 0.08^2 = 125000 \text{ N/M}$$

0) ضغط زنبركاً عن طوله الأصلي في مرحلة أولى ومن ثم ضغط إضافية في مرحلة ثانية. ما هو مقدار الشغل الإضافي المبذول في خلال عملية الضغط الثانية مقارنة بالعملية الأولى؟ علماً بأن ثابت المرونة $k = 100 \text{ N/m}$.

هنا نحسب فرق الشغل اللازم لضغط النابض من إلى أي الضغط الإجمالي

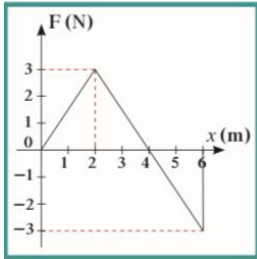
النهائي على النابض. $k=100\text{N/M}$ $w = ?$ $\Delta x_1 = 2\text{cm}$

$\Delta x_2 = 6\text{cm} = 0.06\text{m}$

$$\Delta w = w_2 - w_1 = \frac{1}{2} k \Delta x_2^2 - \frac{1}{2} k \Delta x_1^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 100 \times 0.06^2 - \frac{1}{2} \times 100 \times 0.02^2 = 0.3 \text{ J}$$

٦) أحسب مقدار الشغل الناتج عن القوة المتغيرة حين تتغير وفقاً للرسم البياني المُعطى في الشكل المقابل



هنا نحسب الشغل عن طريق حساب مساحة الجزيء المظلل تحت

المنحنى.

مساحة المثلث $\Delta w_1 = \frac{1}{2} \times \text{القاعدة} \times \text{الارتفاع}$

$$= \frac{1}{2} \times 4 \times 3 = 6 \text{ J} \quad = \frac{1}{2} \times 2 \times -3 = -3 \text{ J}$$

$$w_t = 6 - 3 = 3 \text{ J}$$