الزبدة

2024 – 2023



12

الفيزياء

الكورس الأول

UULA.COM

الشغل

الطاقة إمكانية إنجاز شغل

الشغل عملية تقوم فيها قوة مؤثرة بإزاحة جسم في اتجاهها

علل لما يأتي :

Q إذا دفع عامل صندوق من دون تحريكه فإنه لا يبذل شغلا

لأن الإزاحة = صفر و بالتالي الشغل = صفر

Q إذا وقفت حاملا حقيبتك الثقيلة على جانب الطريق فقد تشعر بالتعب ولكنك لم تبذل شغل

لأن الإزاحة = صفر و بالتالي الشغل = صفر

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d}$$
$$W = F\, d \cos\theta$$

الشغل حاصل الضرب العددي لمتجهي القوة و الإزاحة

علل لما يأتي :

Q الشغل كمية عددية و ليس كمية متجهة

لأنه حاصل الضرب العددي لمتجهي القوة والإزاحة

Q اذكر العوامل التي يتوقف عليها مقدار الشغل

- القوة
- الإزاحة
- الزاوية بين القوة و الإزاحة

يقاس الشغل بوحدة قياس تسمى الجول J وهي تكافئ N.m

الجول هو الشغل الذي تبذله قوة مقدارها 1 N لتحريك الجسم في اتجاهها مسافة 1 m

القـوة

قوة منتظمة	قوة غير منتظمة
ثابتة المقدار والاتجاه	متغيرة المقدار أو الاتجاه أو كليهما
مثال : قوة الجاذبية الأرضية	**مثال :** قوة الشد في الزنبرك

الشغل الناتج عن قوة منتظمة

حالات تغير الزاوية بين القوة والإزاحة :

1. إذا كانت القوة و الإزاحة في نفس الاتجاه

$\theta = zero$

$\cos(0) = 1$

$W = Fd$

- تكون أكبر قيمة للشغل
- الشغل = قيمة موجبة

2. إذا كانت الزاوية بين القوة و الإزاحة

$0 < \theta < 90°$

$\cos\theta = +$

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

- تكون قيمة الشغل موجبة

3. إذا كانت القوة عمودية على اتجاه الإزاحة

$\theta = 90°$

$\cos(90) = zero$

$W = zero$

- تنعدم قيمة الشغل

4. إذا كانت الزاوية بين القوة و الإزاحة

$90° < \theta < 180°$

$\cos\theta = -$

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

- تكون قيمة الشغل سالبة

5. إذا كانت القوة اتجاهها معاكس لاتجاه الإزاحة

$\theta = 180°$

$\cos(180) = -1$

$W = -Fd$

- الشغل = قيمة سالبة

علل لما يأتي :

Q شغل قوة الاحتكاك يكون سالبا

لأن الزاوية بين القوة والإزاحة $= 180°$, $\cos 180 = -1$ ودائما تكون قوة الاحتكاك عكس اتجاه الإزاحة

الشغل الموجب و السالب

- إذا كان الشغل قيمة موجبة يسمى شغلا منتجا أو شغلا منجزا أو شغلا مفيدا أو شغلا مساعدا و ينتج عنه زيادة في سرعة الجسم
- إذا كان الشغل قيمة سالبة يسمي شغلا معيقا أو شغلا مقاوما و ينتج عنه نقصان في سرعة الجسم

Q قوة منتظمة مقدارها $10\ N$ تعمل على صندوق , وضع فوق سطح أملس لينزلق ازاحة مقدارها $2\ m$, إذا كانت القوة في نفس اتجاه الإزاحة , احسب الشغل الناتج و حدد نوعه

$W = F\,d = (10)(2) = +20\ J$

الشغل منتج - منجز - مساعد

UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة

Q قوة منتظمة مقدارها **10 N** تعمل على صندوق , وضع فوق سطح أملس لينزلق ازاحة مقدارها **2 m** إذا كانت القوة في عكس اتجاه الإزاحة , احسب الشغل الناتج و حدد نوعه

$$W = -F\,d = -(10)\,(2) = -20\ J$$

الشغل معيق - مقاوم

Q يدفع شخص عربة بقوة **45 N** تصنع زاوية **40°** مع المحور الأفقي ، احسب الشغل الناتج عن القوة إذا دفعت العربة مسافة **15 m**

$$W = F\,d\cos\theta = (45)\,(15)\cos(40) = +517\ J$$

الشغل الناتج عن قوة منتظمة على مسار منحنى

- عندما يتحرك جسم بتأثير قوة منتظمة على مسار منحني , فإن الشغل في هذه الحالة لا يتوقف على المسار الذي يسلكه الجسم

الشغل المبذول من وزن الجسم عندما يتحرك الجسم في مجال الجاذبية الأرضية (في مسار رأسي)

$$W = m\,g\,h$$

Q اذكر العوامل التي يتوقف عليها الشغل الناتج من وزن الجسم عند إزاحته رأسيا

- كتلة الجسم
- الارتفاع الرأسي

Q سقط جسم كتلته **5 Kg** من ارتفاع **10 m** , احسب الشغل الناتج عن قوة الجاذبية الأرضية

$$W = m\,g\,h = (5)\,(10)\,(10) = 500\ J$$

ملاحظات

- الشغل الناتج عن وزن الجسم لا يرتبط بالمسار بين النقطتين بل يرتبط بمقدار الإزاحة الرأسية بين النقطتين
- عندما يتحرك الجسم إلى نقطة أدنى من موضعة الابتدائي يكون الشغل الناتج عن الوزن موجبا
- عندما يتحرك الجسم إلى نقطة أعلى من موضعة الابتدائي يكون الشغل الناتج عن الوزن سالبا
- إذا تحرك الجسم بين نقطتين على المستوى الرأسي نفسه , فإن الشغل المبذول من الوزن يساوي صفرا

علل لما يأتي :

Q الشغل المبذول عند تحريك جسم بسرعة منتظمة يساوي صفر

إذا تحرك الجسم بسرعة منتظمة تكون العجلة = صفر , و بالتالي القوة = صفر , لذلك الشغل = صفر

Q الشغل الناتج عن عدة قوى متزنة مؤثرة على جسم يساوي صفر

لأن محصلة القوى المتزنة تساوي صفر و بالتالي ينعدم الشغل

Q ينعدم الشغل المبذول على جسم عندما يتحرك على مسار مغلق

لأن أزاحه الجسم في هذه الحالة تساوي صفر , وبالتالي الشغل يساوي صفر

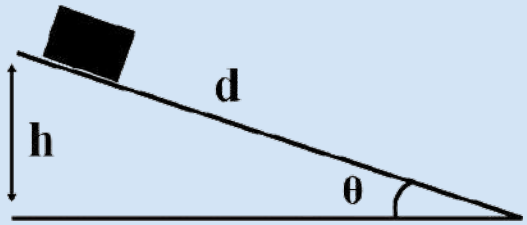
Q الشغل المبذول من وزن السيارة عندما تتحرك على طريق أفقي يساوى صفر

لأن الزاوية بين القوة و الإزاحة تساوي $90°$ و بالتالي , $\cos 90 = zero$ لذلك الشغل يساوي صفر

Q الشغل المبذول من الوزن عند حمل حقيبة ثقيلة والتحرك بها على مسار أفقي يساوي صفر

لأن الزاوية بين القوة و الإزاحة تساوي $90°$ و بالتالي , $\cos 90 = zero$ لذلك الشغل يساوي صفر

الشغل المبذول من وزن جسم عندما يتحرك على مستوى أملس يميل على المستوى الأفقي بزاوية

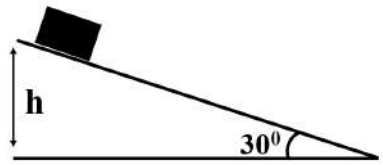


القوة الوحيدة المؤثرة علي الجسم $= mg \sin\theta$

$h = d \sin\theta$

$W = mgh$

Q وضع صندوق كتلته $100\ g$ على مستوى أملس يميل بزاوية $30°$, احسب الشغل الناتج عن وزن الصندوق إذا كان ارتفاع المستوى المائل $25\ cm$

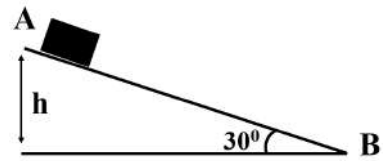


$h = \frac{25}{100} = 0.25\ m$

$W = m\,g\,h$

$W = \left(\frac{100}{1000}\right)(10)(0.25) = 0.25\ J$

Q وضع صندوق كتلته $100\ g$ على مستوى أملس يميل بزاوية $30°$, احسب الشغل الناتج عن وزن الصندوق إذا تحرك على المستوى المائل مسافة $AB = 50\ cm$



$h = d \sin\theta$

$h = \left(\frac{50}{100}\right)(\sin 30) = 0.25\ m$

$W = m\,g\,h$

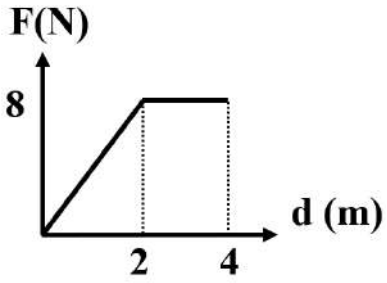
$W = \left(\frac{100}{1000}\right)(10)(0.25) = 0.25\ J$

صفوة معلمي الكويت

حساب الشغل بيانيا

يمكن حساب الشغل بيانا عن طريق حساب **المساحة** تحت منحني **القوة و الإزاحة**

Q احسب مقدار الشغل من الرسوم البيانية التالية

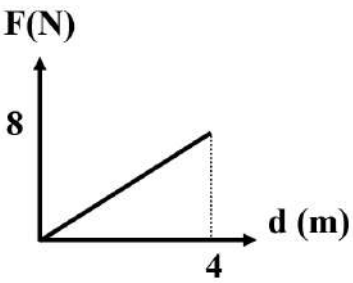


$W_1 = 8 \times 2 = 16\ J$

$W_2 = \frac{1}{2}(2)(8) = 8\ J$

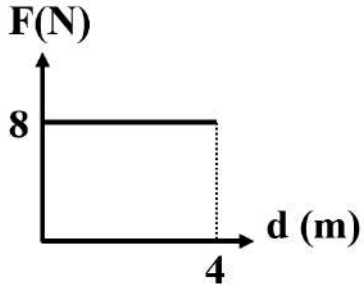
$W_t = W_1 + W_2$

$W_t = 16 + 8 = 24\ J$



المساحة = $\frac{1}{2}$ القاعدة x الارتفاع

$W = \frac{1}{2}(4)(8) = 16\ J$

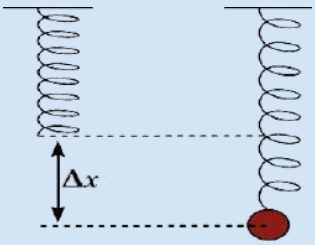


المساحة = الطول x العرض

$W = 4 \times 8 = 32\ J$

الشغل الناتج عن قوة متغيرة

حساب الشغل الناتج عن قوة الشد في نابض



$F = K\,\Delta x$

$W = \frac{1}{2} K\,\Delta x^2$

Q اذكر العوامل التي يتوقف عليها الشغل الناتج عن كتلة معلقة في نابض

- ثابت المرونة
- الاستطالة

Q زنبرك مثبت من أحد طرفيه ,أثرت عليه قوة مقدارها **0.8 N** ،فاستطال النابض بمقدار **2 cm** عن طوله الأصلي ، أحسب

- ثابت النابض (المرونة)

$F = K\,\Delta x$

$0.8 = K\ (\frac{2}{100})$ → $K = 40\ N/m$

- الشغل

$W = \frac{1}{2} K\,\Delta x^2 = \frac{1}{2}(40)\left(\frac{2}{100}\right)^2 = 8 \times 10^{-3}\ J$

صفوة معلمي الكويت

الـشـغـل و الطاقة

الطاقة الحركية KE شغل ينجزه الجسم بسبب حركته

$$KE = \frac{1}{2} m v^2$$

Q اذكر العوامل التي يتوقف عليها الطاقة الحركية

- الكتلة
- السرعة الخطية

العلاقة بين الشغل و الطاقة الحركية

$$W = \Delta KE$$

$$W = KE_2 - KE_1$$

قانون الطاقة الحركية الشغل الناتج عن محصلة القوة الخارجية المؤثرة في جسم خلال فترة زمنية محددة يساوي التغير في الطاقة الحركية خلال تلك الفترة

علل لما يأتي :

Q الشغل المبذول عند تحريك جسم بسرعة منتظمة يساوي صفر

إذا تحرك الجسم بسرعة منتظمة تكون السرعة النهائية تساوي السرعة الابتدائية و بالتالي التغير في الطاقة الحركية يساوي صفر , لذلك تصبح قيمة الشغل تساوي صفر

Q سيارة كتلتها **(2000) Kg** تسير بسرعة **(5) m/s** زاد سائقها من سرعتها لتصبح **20 m/s** , احسب

- طاقة الحركة الابتدائية للسيارة

$$KE_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} (2000) (5)^2 = 25000 \text{ J}$$

- طاقة الحركة النهائية للسيارة

$$KE_2 = \frac{1}{2} m v_2^2 = \frac{1}{2} (2000) (20)^2 = 400000 \text{ J}$$

- التغير في طاقة الحركة للسيارة

$$\Delta KE = KE_2 - KE_1 = 400000 - 25000 = +375000 \text{ J}$$

- الشغل المبذول في تحريك السيارة

$$W = \Delta KE = +375000 \text{ J}$$

صفوة معلمي الكويت

Q كرة كتلتها **300 g** سقطت من مبنى مرتفع بسرعة ابتدائية مقدارها **5 m/s** واصطدمت بسطح الأرض بسرعة مقدارها **35 m/s** ، احسب

- طاقة الحركة الابتدائية للكرة

$$KE_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} (0.3) (5)^2 = 3.75 \text{ J}$$

- طاقة الحركة للكرة لحظة اصطدامها بالأرض

$$KE_2 = \frac{1}{2} m v_2^2 = \frac{1}{2} (0.3) (35)^2 = 183.75 \text{ J}$$

- الشغل المبذول أثناء سقوط الكرة

$$W = \Delta KE = KE_2 - KE_1 = 183.75 - 3.75 = 180 \text{ J}$$

- الارتفاع الذي سقطت منه الكرة

$$W = m g h$$
$$180 = (0.3) (10) h$$
$$h = 60 \text{ m}$$

Q باستخدام قانون الطاقة الحركية احسب سرعة كرة سقطت من **سكون** من ارتفاع **30 cm** لحظة اصطدامها بالأرض

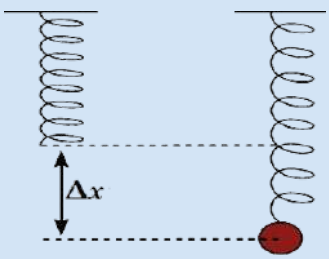
$$W = \Delta KE$$
$$W = KE_2 - KE_1$$
$$KE_1 = \text{zero}$$
$$W = KE_2$$
$$m g h = \frac{1}{2} m v_2^2$$
$$g h = \frac{1}{2} v_2^2$$
$$v_2 = \sqrt{2 g h}$$
$$v_2 = \sqrt{(2)(10)(0.3)}$$
$$v_2 = 2.44 \text{ m/s}$$

الطاقة الكامنة

طاقة يختزنها الجسم وتسمح له بإنجاز شغل للتخلص منها

توجد الطاقة الكامنة في الفحم الحجري و الغذاء و البطاريات الكهربية و المركبات الكيميائية

الطاقة الكامنة المرنة في الزنبرك (النابض)



$$PE_e = \frac{1}{2} K \Delta x^2$$

Q اذكر العوامل التي يتوقف عليها الطاقة الكامنة المرنة في زنبرك

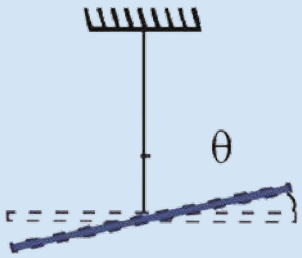
- الأبعاد الهندسية للنابض
- نوع المادة
- الاستطالة

صفوة معلمي الكويت

Q نابض مرن ثابته ($200\ N/m$) شُد بقوة فاستطال مسافة cm (4) ، احسب الطاقة الكامنة المرنة المختزنة فيه

$$PE_e = \frac{1}{2} K \Delta x^2 = \frac{1}{2} (200) \left(\frac{4}{100}\right)^2 = 0.16\ J$$

الطاقة الكامنة المرنة في الخيط المرن



$$PE_e = \frac{1}{2} C \Delta\theta^2$$

Q اذكر العوامل التي يتوقف عليها ثابت المرونة في خيط مرن

- طول الخيط
- سمك الخيط
- الخصائص الميكانيكية للجسم المرن

Q اذكر العوامل التي يتوقف عليها الطاقة الكامنة في خيط مرن

- طول الخيط
- سمك الخيط
- الخصائص الميكانيكية للجسم المرن
- الإزاحة الزاوية للخيط

Q خيط مطاطي مرن ثابت مرونته $C = 100\ N.m/rad^2$ تم ليه عن موضع سكونه $\frac{\pi}{8}\ rad$ ، احسب الطاقة الكامنة المرنة المختزنة فيه

$$PE_e = \frac{1}{2} C \Delta\theta^2 = \frac{1}{2} (100) \left(\frac{\pi}{8}\right)^2 = 7.71\ J$$

علل لما يأتي :



Q لكي ينطلق الحجر الموضح بالشكل لمسافة بعيدة يجب شد الخيط المطاطي بقوة كبيرة للخلف

لأنه كلما زادت الطاقة الكامنة المرنة للخيط تتحول إلى طاقة حركية أكبر للحجر

الطاقة الكامنة التثاقلية

الطاقة الكامنة التثاقلية (طاقة الوضع التثاقلية)

الشغل المبذول علي الجسم لرفعه إلى نقطة ما

$$PE = m g h$$

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

Q طاقة الوضع التثاقلية (الطاقة الكامنة التثاقلية)

- الكتلة
- عجلة الجاذبية الأرضية
- الارتفاع الرأسي

صفوة علمي الكويت

المستوى المرجعي

- المستوى الذي نبدأ من عنده قياس الطاقة الكامنة
- المستوى الذي تكون عنده طاقة الوضع التثاقلية تساوي صفر

- اختيار المستوى المرجعي هو اختياري بحت , من الممكن اختيار أرضية مختبر في الدور الثاني مستوى مرجعي
- الطاقة الكامنة التثاقلية لا ترتبط بكيفية الوصول إلى ارتفاع معين ولكن بالمسافة الرأسية بين النقطة والمستوى المرجعي

ماذا يحدث في كل من الحالات التالية :

Q للطاقة الكامنة التثاقلية لجسم إذا ارتفع عن المستوى المرجعي

تزداد و تصبح قيمة موجبة

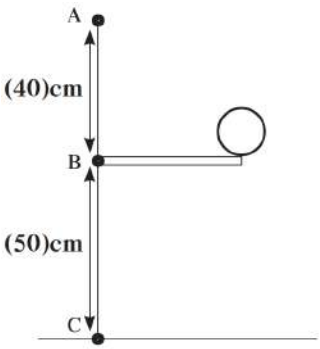
Q للطاقة الكامنة التثاقلية لجسم إذا انخفض عن المستوى المرجعي

تقل و تصبح قيمة سالبة

Q للطاقة الكامنة التثاقلية لجسم وهو عند المستوى المرجعي

تنعدم و تساوي صفر

Q كرة كتلتها **0.1 Kg** , موضوعة علي المستوى الأفقي المار بالنقطة **B** , احسب الطاقة الكامنة التثاقلية للكرة بالنسبة للمستوي المرجعي **B** في الحالات التالية :



- عند المستوى الأفقي المار بالنقطة **B**

$PE_B = Zero$

- عند المستوى الأفقي المار بالنقطة **A** الذي يرتفع **40 cm** عن المستوى المرجعي

$PE_A = m\,g\,h_A = (0.1)\,(10)\,(0.4) = +0.4\ J$

- عند المستوى الأفقي المار بالنقطة **C** الذي ينخفض **50 cm** عن المستوى المرجعي

$PE_C = m\,g\,h_C = -(0.1)\,(10)\,(0.5) = -0.5\ J$

علل لما يأتي :

Q عند طرق مسمار بمطرقة , بزيادة ارتفاع المطرقة أثناء الطرق يزداد انغراس المسمار

بزيادة ارتفاع المطرقة تزداد الطاقة الكامنة التثاقلية المختزنة و بالتالي يزداد انغراس المسمار

Q المياه الساقطة من الشلالات يمكنها توليد الطاقة الكهربية

لأن بزيادة الارتفاع تزداد طاقة وضع المياه و التي تتحول إلى طاقة حركية عظمى عند الوصول إلى التوربينات التي تولد الطاقة الكهربية

UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة

Q لا يتغير مقدار الشغل للجسم عند رفع الجسم إلى مستوى معين بصورة أفقية أو على مستوى مائل

لأن مقدار الشغل يتوقف على الإزاحة الرأسية للجسم

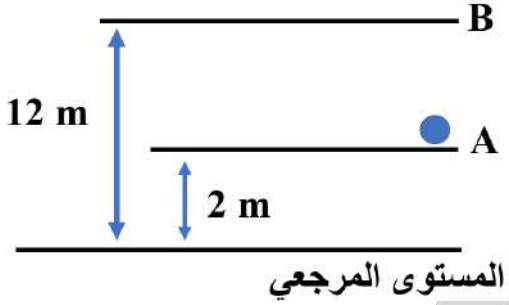
العلاقة بين الشغل و الطاقة الكامنة التثاقلية

الشغل المبذول من وزن الجسم هو معكوس التغير في الطاقة الكامنة التثاقلية

$$W_w = -\Delta PE$$

$$\Delta PE = -W_w$$

Q كتلة مقدارها **5 Kg** تم رفعها رأسيا من النقطة **A** إلى النقطة **B** ، احسب



- الطاقة الكامنة عند النقطة **A** و النقطة **B**

$$PE_A = m\,g\,h_A = (5)(10)(2) = 100\ J$$
$$PE_B = m\,g\,h_B = (5)\,(10)\,(12) = +600\ J$$

- التغير في طاقة الوضع التثاقلية خلال الإزاحة من **A** إلى **B**

$$\Delta PE = PE_B - PE_A = 600 - 100 = +500\ J$$

- الشغل المبذول من وزن الجسم خلال الإزاحة من **A** إلى **B**

$$W = -\Delta PE = -500\ J$$

الطاقة الميكانيكية ME

- الطاقة اللازمة لتغير موضع الجسم أو تعديله
- مجموع الطاقة الحركية و الطاقة الكامنة للجسم

$$ME = KE + PE$$

Q سيارة كتلتها **(600) Kg** تسير بسرعة **(20) m/s** فوق جبل يرتفع عن سطح الأرض **(100) m** ,احسب

- طاقة حركة السيارة

$$KE = \frac{1}{2}\,m\,v^2 = \frac{1}{2}\,(600)\,(20)^2 = 120000\ J$$

- طاقة وضع السيارة

$$PE = m\,g\,h = (600)\,(10)\,(100) = 600000\ J$$

- الطاقة الميكانيكية للسيارة

$$ME = KE + PE = 120000 + 600000 = 720000\ J$$

UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة

Q تفاحة كتلتها **g** (**150**) موجودة على غصن ارتفاعه **m** (**3**) عن سطح الأرض الذي يعتبر السطح المرجعي للطاقة الكامنة التثاقلية , احسب

- الطاقة الحركية للتفاحة أثناء وجودها على الغصن

$$\mathbf{KE} = \frac{1}{2}\,\mathbf{m}\,\mathbf{v^2} = \text{zero}$$

- الطاقة الكامنة التثاقلية للتفاحة وهي معلقة على الغصن

$$\mathbf{PE} = \mathbf{m\,g\,h} = (0.15)\,(10)\,(3) = 4.5\ \text{J}$$

- استخدم قانون الطاقة الحركية لتجد سرعة التفاحة بعد سقوطها مسافة **m** (**2**) أسفل موضعها الابتدائي

$$\mathbf{W} = \mathbf{\Delta\,KE} = \mathbf{KE_2 - KE_1}$$

$$\mathbf{v} = \sqrt{\mathbf{2\,g\,h}} = \sqrt{(2)(10)(2)} = \sqrt{40}\ \text{m/s} = 6.32\ \text{m/s}$$

- الطاقة الميكانيكية للتفاحة عند وجودها على بعد **m** (**2**) أسفل موضعها الابتدائي

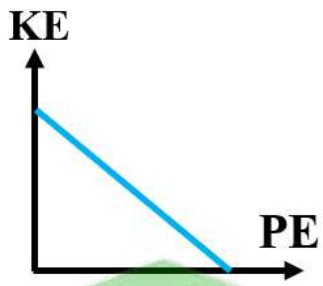
$$\mathbf{ME} = \mathbf{KE} + \mathbf{PE}$$

$$\mathbf{ME} = \frac{1}{2}\,\mathbf{m\,v^2} + \mathbf{m\,g\,h}$$

$$\text{ME} = \left[\frac{1}{2}\,(0.15)\left(\sqrt{40}\right)^2\right] + [\,(0.15)\,(10)\,(\mathbf{1})\,] = 4.5\ \text{J}$$

ارسم العلاقات البيانية بين كل مما يلي :

Q طاقة الحركة - الطاقة الكامنة التثاقلية



UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة
صفوة معلمي الكويت

حفظ (بقاء) الطاقة

الجسم الماكروسكوبي الجسم الذي يملك أبعادا يمكن رؤيتها بالعين

الأجسام الميكروسكوبية الأجسام التي لا ترى بالعين المجردة

الطاقة الميكانيكية الماكروسكوبية مجموع الطاقة الحركية و الطاقة الكامنة للجسم الماكروسكوبي

وهي لا تختلف عن الطاقة الميكانيكية التي درسناها من قبل , لذلك سنطلق عليها الطاقة الميكانيكية

الطاقة الميكانيكية الميكروسكوبية U هي مجموع طاقة الوضع و طاقة الحركة لجسيمات النظام

وسنطلق عليها لفظ **الطاقة الداخلية** لمنع الخلط بين ماكرو وميكرو

الطاقة الكامنة الميكروسكوبية

الطاقة التي تتبادلها جسيمات النظام و تؤدي إلى تغير حالته بتغيير طاقة الربط بين أجزائه

علل لما يأتي :

- تزداد الطاقة الحركية الميكروسكوبية للنظام برفع درجة حرارته

  بسبب زيادة سرعة الجزيئات , مما يعمل على زيادة طاقة الحركة الميكروسكوبية للنظام

- تزداد الطاقة الميكانيكية الميكروسكوبية للنظام عند تغير حالة المادة من صلب إلى سائل

  بسبب تغير طاقة الوضع الميكروسكوبية للنظام بسبب تغير الحالة

الطاقة الكلية E هي مجموع الطاقة الداخلية **U** والطاقة الميكانيكية **ME**

$$E = ME + U$$

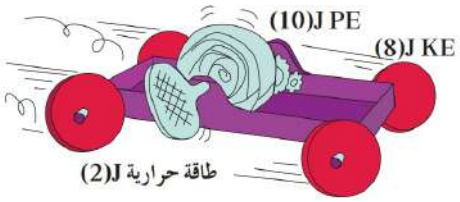
حفظ (بقاء) الطاقة الكلية

قانون بقاء الطاقة الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من عدم , ويمكن داخل أي نظام معزول أن تتحول من شكل إلى آخر , فالطاقة الكلية للنظام ثابتة لا تتغير

صفوة معلمي الكويت

أمثلة على بقاء الطاقة :

1. في الشكل المقابل عند لف الزنبرك للعبة السيارة نجد أن جزءا من الطاقة الكامنة المرنة يتحول إلى طاقة حركية والجزء الباقي إلى طاقة حرارية نتيجة الاحتكاك وبالتالي فإن الطاقة الكلية للنظام (السيارة و الأرض و الهواء المحيط) لم تتغير

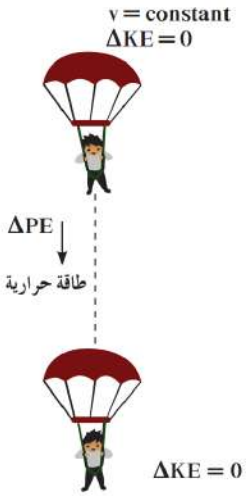


علل لما يأتي :

Q الطاقة الكلية لنظام معزول مؤلف من الأرض و السيارة و الهواء المحيط لم تتغير

بسبب تحول الطاقة الكامنة المرنة إلى طاقة حركية و طاقة حرارية نتيجة الاحتكاك مع الأرض

2. إذا اخذنا نظام معزول مؤلف من مظلي و الأرض والهواء المحيط ، المظلي الذي يهبط باستخدام المظلة يصل إلى سرعة حدية ثابتة وبالتالي لا تتغير طاقة حركته بينما تتناقص الطاقة الكامنة التثاقلية وتتحول إلى طاقة حرارية تسبب ارتفاع درجة حرارة الهواء المحيط و المظلة



علل لما يأتي :

Q عند القفز بالمظلة يحدث ارتفاع في درجة حرارة المظلة و الهواء المحيط بها

لأنه عند سقوط المظلة تصل إلى سرعة حدية ثابته و بالتالي تظل طاقة الحركة ثابته بينما تقل طاقة وضعها و يتحول الفقد في الطاقة الكامنة التثاقلية إلى طاقة حرارية نتيجة للاحتكاك مع الهواء

حفظ الطاقة الميكانيكية في نظام معزول

- الطاقة الكلية محفوظة وبالتالي $\Delta E = zero$, وبإهمال الاحتكاك دائما فإن الطاقة الداخلية للنظام لا تتغير $\Delta U = zero$ و هذا يعني أن الطاقة الميكانيكية للنظام ثابتة لا تتغير $\Delta ME = zero$ بإهمال قوى الاحتكاك مع الهواء

$$\Delta E = \Delta ME + \Delta U$$

$$\Delta E = zero \quad , \quad \Delta U = zero$$

$$\Delta ME = zero$$

- في الأنظمة المعزولة تكون الطاقة الميكانيكية محفوظة (ثابتة) عند جميع النقاط ولا تتغير بتغير موضع الجسم
- في الأنظمة المعزولة عندما تكون الطاقة الميكانيكية محفوظة يكون التغير في الطاقة الكامنة (طاقة الوضع) مساويا لمعكوس التغير في الطاقة الحركية

$$\Delta PE = -\Delta KE$$

صفوة معلمي الكويت

Q جسم كتلته **(30) Kg** موجود على سطح مبنى ارتفاعه **(20) m** فإذا سقط سقوطاً حراً اذا اعتبرنا سطح الأرض هو المستوى المرجعي ، احسب

- طاقة الوضع التثاقلية للجسم قبل سقوطه

$$\mathbf{PE_1 = mgh_1} = (30)\,(10)\,(20) = 6000\ \text{J}$$

- الطاقة الميكانيكية للجسم قبل سقوطه

$$\mathbf{ME_1 = PE_1 + KE_1}$$
$$KE_1 = \text{zero}$$
$$ME_1 = PE_1 = 6000\ \text{J}$$

- طاقة حركة الجسم عندما يصل لسطح الأرض

$$\mathbf{ME_2 = PE_2 + KE_2}$$
$$PE_2 = \text{zero}$$
$$\mathbf{ME_1 = ME_2 = KE_2} = 6000\ \text{J}$$

- سرعة الجسم عند لحظة وصوله لسطح الأرض

$$\mathbf{KE_2} = \frac{1}{2}\,\mathbf{m\,v_2^2}$$
$$6000 = \frac{1}{2}\,(30)\,v_2^2$$
$$v_2 = 20\ \text{m/s}$$

Q قذف حجر كتلته **(2) Kg** بسرعة **(16) m/s** رأسيا إلى أعلى أعتبر أن نقطة القذف هي المستوى المرجعي ثم ، احسب

- طاقة حركة الحجر لحظة قذفه

$$\mathbf{KE_1} = \frac{1}{2}\,\mathbf{m\,v_1^2} = \frac{1}{2}\,(2)\,(16)^2 = 256\ \text{J}$$

- الطاقة الميكانيكية للنظام

$$\mathbf{ME_1 = PE_1 + KE_1}$$
$$PE_1 = \text{zero}$$
$$ME_1 = KE_1 = 256\ \text{J}$$

- طاقة وضع الحجر عند أقصى ارتفاع يصل إليه

$$ME_2 = ME_1 = 256\ \text{J}$$
$$\mathbf{ME_2 = PE_2 + KE_2}$$
$$KE_2 = \text{zero}$$
$$ME_2 = PE_2 = 256\ \text{J}$$

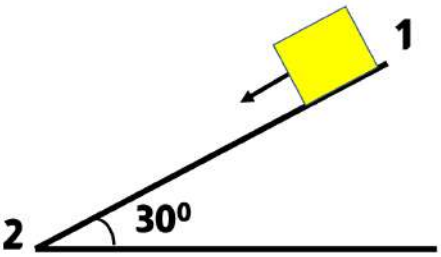
- أقصى ارتفاع وصل إليه الحجر

$$\mathbf{PE_2 = mgh_2}$$
$$256 = (2)\,(10)\,h_2$$
$$h_2 = 12.8\ \text{m}$$

صفوة معلمي الكويت

Q صندوق خشبي كتلته **10 Kg** انزلق من **سكون** من النقطة **(1)** على مستوى أملس طوله **5 m** يميل على المستوى المرجعي بزاوية مقدارها **30°** حتى وصل إلى المستوى المرجعي عن النقطة **(2)** ، احسب

- الطاقة الميكانيكية للنظام



$\mathbf{h_1 = d \sin\theta = 5 \sin 30 = 2.5\ m}$
$\mathbf{ME_1 = PE_1 + KE_1}$
$KE_1 = zero$
$\mathbf{ME_1 = PE_1 = m\,g\,h_1}$
$ME_1 = (10)\,(10)\,(2.5) = 250\ J$

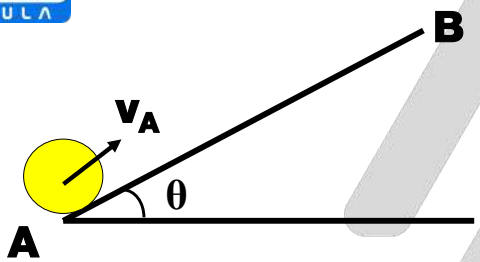
- طاقة حركة الصندوق أسفل المستوى المائل

$\mathbf{ME_2 = PE_2 + KE_2}$
$PE_2 = zero$
$ME_2 = KE_2 = 250\ J$

Q جسم كتلته **100 g** موضوع أسفل مستوى مائل كما بالشكل ، إذا اعتبرنا سطح المستوى المائل هو المستوى المرجعي ، إذا اطلق الجسم لأعلى من النقطة **A** بسرعة ابتدائية **10 m/s** , احسب

- الطاقة الميكانيكية للجسم

عند النقطة A



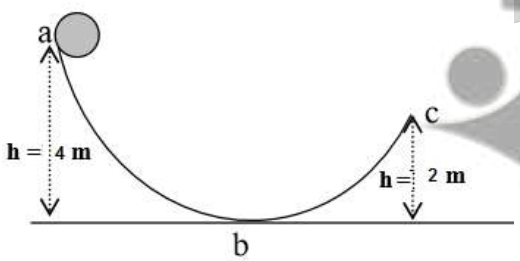
$\mathbf{ME_A = KE_A + PE_A}$
$PE_A = zero$
$ME_A = KE_A = \frac{1}{2}\,m\,v_A^2$
$ME_A = KE_A = \frac{1}{2}\,(0.1)\,(10)^2 = 5\ J$

- أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم

$\mathbf{ME_B = KE_B + PE_B}$
$KE_B = zero$
$ME_B = PE_B$
$ME_B = m\,g\,h_B$
$5 = (0.1)(10)h_B \quad \Rightarrow \quad h_B = 5\ m$

Q كرة وزنها **200 N** تنزلق من النقطة **a** على المسار الأملس **abc** الموضح بالشكل , إذا علمت أن النقطة **b** تمثل المستوى المرجعي ، احسب

- طاقة وضع الكرة عند النقطة **a**



$\mathbf{W = m\,g = 200\ N}$
$m = \frac{200}{10} = 20\ Kg$
$\mathbf{PE_a = m\,g\,h_a = (200)\,(4) = 800\ J}$

- الطاقة الميكانيكية للكرة عند النقطة **a**

$\mathbf{ME_a = KE_a + PE_a}$
$KE_a = zero$
$ME_a = PE_a = 800\ J$

UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة

- سرعة الكرة عند النقطة **b**

$KE_b = ME_b = 800\ J$

$\mathbf{KE_b = \frac{1}{2} m v_b^2} \rightarrow 800 = \frac{1}{2}(20) v_b^2 \rightarrow v_b = 8.94\ m/s$

- سرعة الكرة عند النقطة **c**

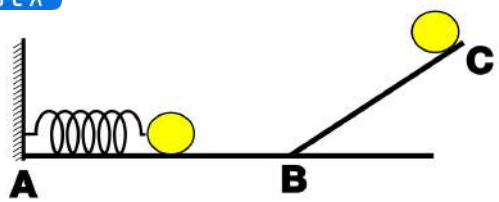
$\mathbf{ME_c = KE_c + PE_c}$

$\mathbf{ME_c = m g h_c + \frac{1}{2} m v_c^2}$

$800 = [(20)(10)(2)] + \left[\frac{1}{2}(20) v_c^2\right]$

$v_c = 6.32\ m/s$

Q نابض طوله **100 cm** ضغط حتى أصبح طوله **50 cm** عند النقطة **A** ووضع أمامه جسم كتلته **2 Kg** , إذا كان ثابت مرونة النابض يساوي **200 N/m** , وتحرك الجسم على المسار الأملس **ABC** اعتبر الخط **AB** هو المستوى المرجعي ، احسب



- سرعة الجسم عند النقطة **B**

$\Delta x = 100 - 50 = 50\ cm$

$\mathbf{ME_A = ME_B}$

$\mathbf{[KE_A + PE_A] = [KE_B + PE_B]}$

$KE_A = zero \quad , \quad PE_B = zero$

$PE_A = KE_B$

$\frac{1}{2} K \Delta x^2 = \frac{1}{2} m v_B^2$

$\left(\frac{1}{2}\right)(200)\left(\frac{50}{100}\right)^2 = \frac{1}{2}(2) v_B^2$

$v_B = 5\ m/s$

- أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم عند النقطة **C**

$\mathbf{ME_B = ME_C}$

$\mathbf{[KE_B + PE_B] = [KE_C + PE_C]}$

$KE_C = zero \quad , \quad PE_B = zero$

$KE_B = PE_C$

$\frac{1}{2} m v_B^2 = m g h_c$

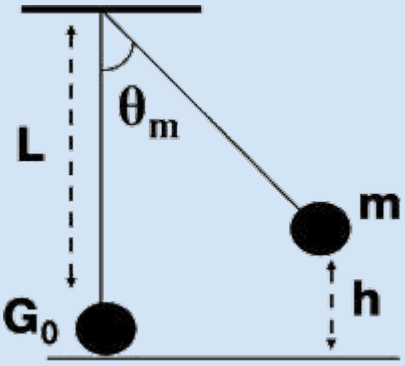
$\left(\frac{1}{2}\right)(2)(5)^2 = (2)(10) h_c$

$h_c = 1.25\ m$

صفوة معلمي الكويت

حركة البندول

- تعتبر حركة البندول البسيط في غياب الاحتكاك مثالا على حفظ الطاقة الميكانيكية في نظام معزول
- يمكن حساب طاقة الوضع التثاقلية بالمعادلة التالية :



$$PE_g = m\,g\,h$$

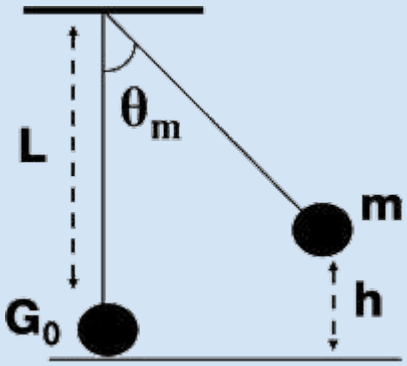
$$h = L\,(1 - \cos\theta)$$

$$PE_g = m\,g\,L\,(1 - \cos\theta)$$

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

Q طاقة الوضع التثاقلية لبندول

- الكتلة
- الإزاحة الزاوية
- طول البندول
- عجلة الجاذبية الأرضية



- عند حساب الطاقة الميكانيكية عند أي موضع

$$ME = KE + PE$$

$$ME = \frac{1}{2}\,m\,v^2 + m\,g\,L\,(1 - \cos\theta)$$

- عند أقصى ارتفاع

$$KE = zero$$

$$ME = m\,g\,L\,(1 - \cos\theta_m)$$

- عند نقطة الاتزان G_0

$$PE = zero$$

$$ME = \frac{1}{2}\,m\,v^2$$

علل لما يأتي :

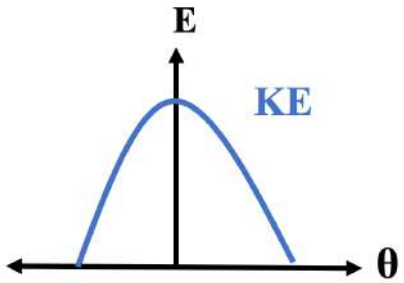
Q عندما يمر ثقل البندول المهتز بموضع اتزانه فإنه لا يسكن

لأن عند موضع الاتزان تكون الطاقة الحركية للبندول أكبر قيمة و بالتالي يستمر في حركته بسبب القصور الذاتي

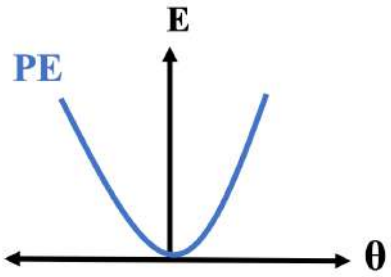
صفوة معلمي الكويت

ارسم العلاقات البيانية بين كل مما يلي :

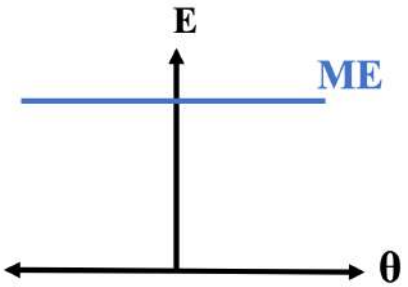
Q طاقة الحركة - الزاوية التي يتحرك بها البندول



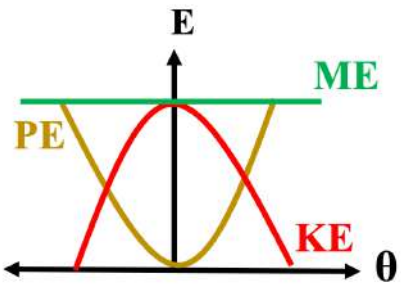
Q طاقة الوضع - الزاوية التي يتحرك بها البندول



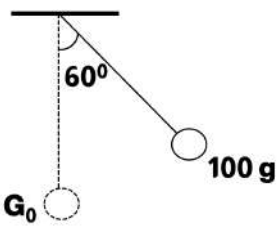
Q الطاقة الميكانيكية - الزاوية التي يتحرك بها البندول



Q الطاقة الحركية و طاقة الوضع والطاقة الميكانيكية للبندول مع الزاوية



Q بندول بسيط مكون من كتلة **100 g** مربوط بخيط عديم الوزن لا يتمدد طوله **40 cm** , سحبت الكتلة مع إبقاء الخيط مشدودا بزاوية **60°** وأفلتت من دون سرعة ابتدائية , لتهتز في غياب الاحتكاك , احسب



- الطاقة الميكانيكية للنظام

عند أقصى ارتفاع

$KE = zero$

$\mathbf{ME = PE = m\,g\,L\,(1 - \cos\theta_m)}$

$ME = (0.1)(10)(0.4)(1 - \cos 60) = 0.2\ J$

- سرعة الكتلة عند النقطة $\mathbf{G_0}$

عند نقطة الاتزان $\mathbf{G_0}$

$PE = zero$

$\mathbf{ME = KE = \frac{1}{2}\,m\,v^2}$

$0.2 = \frac{1}{2}\,(0.1)\,v^2$

$v = 2\ m/s$

صفوة معلمي الكويت

من قانون حفظ الطاقة :

$$\Delta E = \Delta ME + \Delta U$$

و حيث أن $\Delta E = zero$

$$\Delta ME = -\Delta U$$

- التغير في الطاقة الميكانيكية يساوي معكوس التغير في الطاقة الداخلية

وبما أن الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك يتحول إلى طاقة داخلية , تعمل على تغير درجة حرراته أو تغير حالته الفيزيائية أو الاثنين معا

$$\Delta ME = W_f$$

$$\Delta ME = -f\ d$$

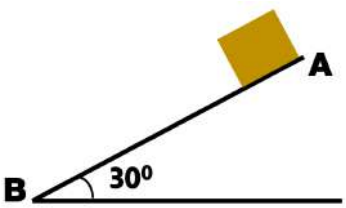
- التغير في الطاقة الميكانيكية يساوي الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك

علل لما يأتي :

Q عندما يتحرك جسم على مستوى خشن فإن الطاقة الميكانيكية للنظام تصبح غير محفوظة

بسبب تحول جزء من الطاقة الميكانيكية للجسم إلى طاقة حرارية نتيجة الاحتكاك مع المستوى الخشن

Q صندوق صغير كتلته $m = 100\ g$, أفلت من سكون من النقطة **A** , على المستوى المائل الخشن , إذا كان طول المسار **AB** يساوي $4\ m$, و يصنع زاوية مقدارها $30°$ مع المستوى الأفقي , إذا وصل الصندوق إلى النقطة **B** بسرعة $v_B = 6\ m/s$ و كان الخط الأفقي المار بالنقطة **B** يمثل المستوى المرجعي , احسب



- مقدار قوة الاحتكاك على المستوى المائل

$$h_A = d \sin\theta = (4)\sin 30 = 2\ m$$

$$\Delta ME = -f\ d_{AB}$$

$$ME_B - ME_A = -f\ d_{AB}$$

$$[KE_B + PE_B] - [KE_A + PE_A] = -f\ d_{AB}$$

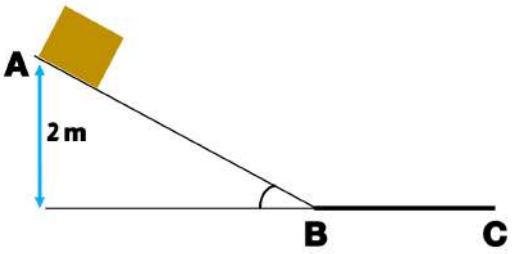
$$PE_B = zero \quad , \quad KE_A = zero$$

$$KE_B - PE_A = -f\ d_{AB}$$

$$\frac{1}{2} m v_B^2 - m g h_A = -f\ d_{AB}$$

$$\left[\frac{1}{2} (0.1) (6)^2\right] - [(0.1)(10)(2)] = -f(4)$$

$$f = 0.05\ N$$



Q الشكل المقابل يوضح جسما كتلته **5 Kg** موضوع أعلى مستوى مائل **أملس** , تحرك الجسم من السكون من النقطة **A** التي ترتفع عن الأرض بمقدار **2 m** لتصل إلى النقطة رقم **B** , ثم تحركت على المستوي **الخشن** لتتوقف عن الحركة عند النقطة **C** ، إذا كان الخط الأفقي المار بالنقطتين **BC** يمثل المستوى المرجعي والمطلوب ، احسب

- الطاقة الميكانيكية للجسم عند النقطة **A**

$$\mathbf{ME_A = PE_A + KE_A}$$

$$KE_A = \text{zero}$$

$$ME_A = PE_A = m\,g\,h_A$$

$$ME_A = (5)\,(10)\,(2) = 100\ J$$

- سرعة الجسم عند النقطة **B**

$$\mathbf{ME_B = KE_B + PE_B}$$

$$PE_B = \text{zero}$$

$$ME_B = KE_B = 100\ J$$

$$KE_B = \frac{1}{2}\,m\,v_B^2$$

$$100 = \frac{1}{2}\,(5)\,v_B^2$$

$$v_B = 6.32\ m/s$$

- إذا كان طول المسار (**BC**) يساوي **1 m** احسب مقدار قوة الاحتكاك

$$\mathbf{\Delta ME = -\,f\,d_{BC}}$$

$$ME_C - ME_B = -\,f\,d_{BC}$$

$$[\,KE_C + PE_C\,] - [\,KE_B + PE_B\,] = -\,f\,d_{BC}$$

$$PE_B = \text{zero}\,, \quad PE_C = \text{zero}\,, \quad KE_C = \text{zero}$$

$$-\,KE_B = -\,f\,d_{BC}$$

$$100 = f\,(1)$$

$$f = 100\ N$$

صفوة معلمي الكويت
UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة

عزم القوة

عزم القوة (عزم الدوران) τ

كمية فيزيائية تعبر عن مقدرة القوة على إحداث حركة دورانية للجسم حول محور الدوران

- القوة تكسب الجسم تسارعا اما عزم القوة فيكسب الجسم دورانا

$$\vec{\tau} = \overrightarrow{F_{\perp}} \, X \, \vec{d}$$
$$\vec{\tau} = \vec{F} \, \vec{d} \sin\theta$$

ذراع القوة (ذراع الرافعة)

المسافة من محور الدوران إلى نقطة تأثير القوة

- يقاس عزم القوة بوحدة **N.m** وهي **لا** تكافئ وحدة **الجول**

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

Q عزم القوة

- مقدار القوة
- ذراع العزم
- الزاوية بين القوة و ذراع العزم

- يزداد مقدار عزم القوة بزيادة مقدار القوة المؤثرة أو بزيادة ذراع العزم (ذراع القوة)

علل لما يأتي :

Q يمكن الحصول علي قيم متعددة لعزم القوة رغم ثبات مقدار القوة

بسبب اختلاف ذراع العزم او بسبب اختلاف مقدار الزاوية

Q استخدام مطرقة مخلبية طويلة لسحب مسمار من قطعة خشبية

لأنه بزيادة ذراع العزم يزداد العزم الناتج و بالتالي يسهل فك المسمار

Q استخدام سكين طويل لفتح علبة دهان

لأنه بزيادة ذراع العزم يزداد العزم الناتج و بالتالي يسهل فتح العلبة

Q يوضع مقبض الباب بعيدا عن محور دوران الباب (مفصلات الباب)

لأنه بزيادة ذراع العزم يزداد العزم الناتج و بالتالي يسهل فتح الباب

UULA
صفوة طلبة الكويت

Q استخدام مفاتيح ذات اذرع طويلة لفك الصواميل

لأنه بزيادة ذراع العزم يزداد العزم الناتج و بالتالي يسهل فك الصواميل

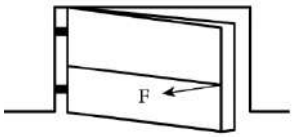
Q يصعب فك صامولة باستخدام مفتاح ذات ذراع قصير

لأنه بزيادة ذراع العزم يزداد العزم الناتج و بالتالي عند استخدام أذرع قصيرة نحتاج لقوة كبيرة لفتح الصامولة

Q يلزم عصا طويلة لتحريك صخرة كبيرة من علي سطح الأرض

لأنه بزيادة ذراع العزم يزداد العزم الناتج و بالتالي يسهل تحريك الصخرة

Q عند فتح الباب فأنك تدفعه بقوة عمودية



لأن القوة العمودية تولد أكبر قيمة للعزم $\sin 90 = 1$ و بالتالي يبذل جهد أقل لفتح الباب

تحديد اتجاه عزم القوة

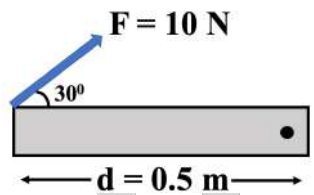
علل لما يأتي :

Q عزم القوة كمية متجهة

لأنه ناتج عن حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهي القوة والإزاحة (القوة وذراع القوة)

- يحدد اتجاه عزم القوة بقاعدة اليد اليمني
- إذا كان اتجاه عزم القوة عكس عقارب الساعة فإن اتجاه العزم عمودي على الصفحة للخارج ويعتبر العزم موجبا
- إذا كان اتجاه عزم القوة مع عقارب الساعة فإن اتجاه العزم عمودي على الصفحة للداخل ويعتبر العزم سالبا

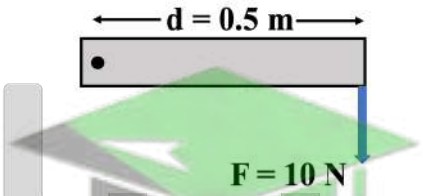
Q احسب **مقدار** عزم القوة في الحالات التالية (مع تحديد **اتجاه** العزم)



$\vec{\tau} = \vec{F}\ \vec{d} \sin\theta$

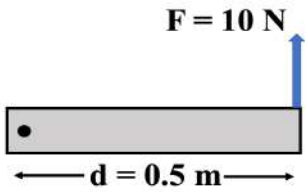
$\tau = (10)\ (0.5)\ \sin(30)$

$\tau = -2.5\ \text{N.m}$



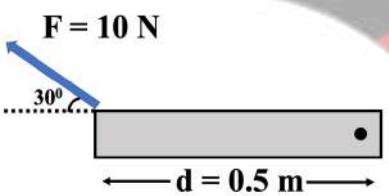
$\vec{\tau} = \vec{F}\ \vec{d}$

$\tau = (10)\ (0.5) = -5\ \text{N.m}$



$\vec{\tau} = \vec{F}\ \vec{d}$

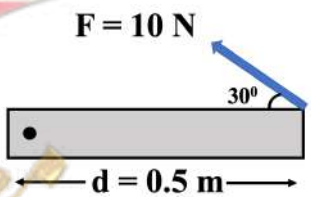
$\tau = (10)\ (0.5) = +5\ \text{N.m}$



$\vec{\tau} = \vec{F}\ \vec{d} \sin\theta$

$\tau = (10)\ (0.5)\ \sin(30)$

$\tau = -2.5\ \text{N.m}$



$\vec{\tau} = \vec{F}\ \vec{d} \sin\theta$

$\tau = (10)\ (0.5)\ \sin(30)$

$\tau = +2.5\ \text{N.m}$

علل لما يأتي :

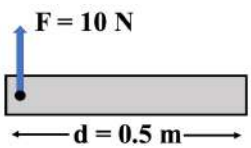
لا يدور الجسم الصلب القابل للدوران عند التأثير عليه بقوة **توازي** محور الدوران

$$\theta = zero \quad \Rightarrow \quad \sin(0) = zero \quad \Rightarrow \quad \tau = F\,d\sin\theta = zero$$

لا يدور الجسم الصلب القابل للدوران عند التأثير عليه بقوة **يمر** خط عملها بمحور الدوران

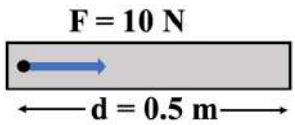
$$d = zero \quad \Rightarrow \quad \tau = Fd\sin\theta = zero$$

احسب **مقدار** عزم القوة في الحالات التالية



$\vec{\tau} = \vec{F}\ \vec{d}$

$\tau = zero$



$\vec{\tau} = \vec{F}\ \vec{d}$

$\tau = zero$

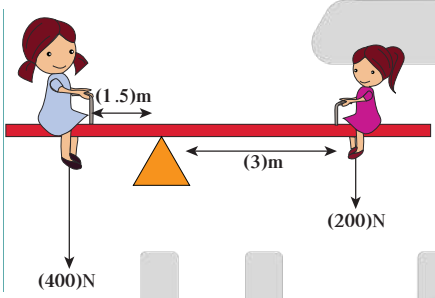
العزوم المتزنة

لتحقيق الاتزان الدوراني يجب أن يكون محصلة جمع العزوم تساوي صفرا

$$\Sigma\,\tau = zero$$

أي أن المجموع الجبري للعزوم مع عقارب الساعة = المجموع الجبري للعزوم عكس اتجاه عقارب الساعة

$$\Sigma\,\tau_{a.c.w} = \Sigma\,\tau_{c.w}$$



مع عقارب الساعة $\tau_{c.w}$	عكس عقارب الساعة $\tau_{a.c.w}$
$F \times d$	$F \times d$
200×3	400×1.5
$-\ 600\ N.m$	$+\ 600\ N.m$

$\Sigma\,\tau = zero$

ينتج نفس عزم القوة بتأثير قوة كبيرة مع ذراع قصير أو بتأثير قوة صغيرة مع ذراع كبير

علل لما يأتي :

يتوازن الأطفال علي الأرجوحة حتى ولو اوزانهم غير متكافئة

لأن الاتزان يعتمد على اتزان العزوم و ليس اتزان الأوزان

- يعتمد اتزان الميزان الذي يعمل بالأوزان المنزلقة على اتزان العزوم وليس اتزان الأوزان

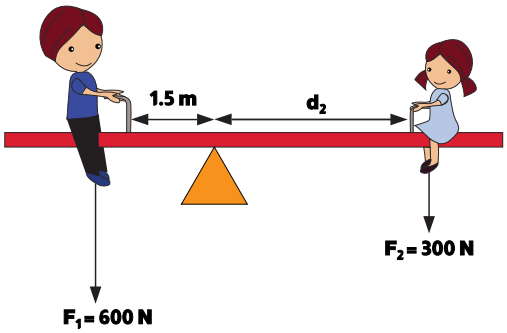
صفوة معلمي الكويت

Q الشكل المقابل يمثل نظام في حالة اتزان دوراني ، أحسب

- مقدار عزم القوة للولد

$$\tau_1 = F_1 d_1 = (600)\,(1.5) = +900\ \text{N.m}$$

- المسافة التي تفصل الفتاة عن محور ارتكاز اللوح



$$\Sigma \tau = \text{zero}$$
$$\tau_1 = \tau_2$$
$$(600)\,(1.5) = 300\ d_2$$
$$d_2 = 3\ \text{m}$$

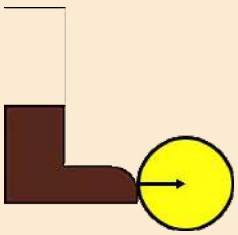
عزم القوة ومركز الثقل

مركز ثقل الجسم الصلب

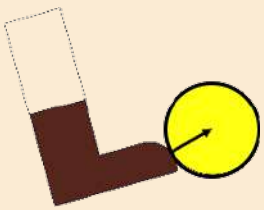
هو موقع محور الدوران الذي تكون محصلة عزوم قوى الجاذبية المؤثرة في الجسم الصلب حوله تساوي صفر

عند ركل كرة يحدث احتمال من اثنين :

- إذا كان خط عمل القوة يمر بمركز ثقل الكرة فإن الكرة تتحرك دون أن تدور حول مركز ثقلها



- إذا كان خط عمل القوة لا يمر بمركز الثقل فإن الكرة ستتحرك و كذلك ستدور حول مركز ثقلها بفعل عزم القوة الناتج



ماذا يحدث مع ذكر السبب في الحالات التالية :

Q عند ركل كرة بقوة تمر بمركز ثقلها

لا تدور ← لأن محصلة العزم تساوي صفر

Q عند ركل كرة بقوة لا تمر بمركز ثقلها

تدور ← لأن محصلة العزم لا تساوي صفر

علل لما يأتي :

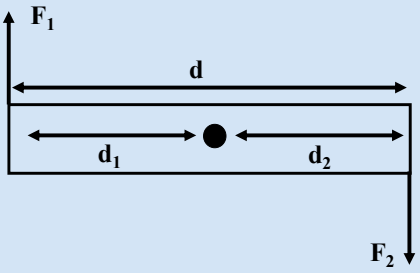
Q إذا حاولت أن تلمس أصابع قدميك وأنت واقف و ظهرك ملامس للحائط فأنك تنقلب

لأن مركز الثقل يصبح خارج المساحة الحاملة للجسم و بالتالي أصبح محصلة العزوم المؤثرة على الجسم لا تساوي صفر و ينقلب

صفوة معلمي الكويت

الازدواج

قوتان متساويتان في المقدار و متوازيتان و تعملان في اتجاهين متضادين و ليس لهما خط عمل واحد



$$C = F\ d$$

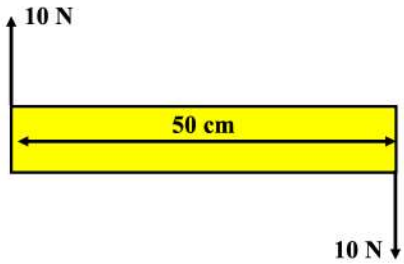
عزم الازدواج حاصل ضرب مقدار إحدى القوتيين بالمسافة العمودية بينهما

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

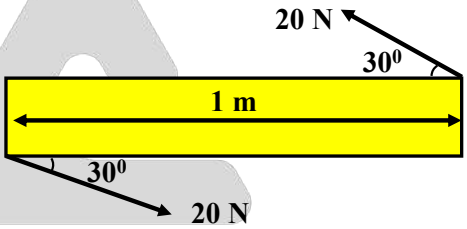
Q عزم الازدواج

- مقدار القوة
- ذراع الازدواج (المسافة العمودية بين القوتين)

Q احسب **مقدار** عزم الازدواج في الحالات التالية :



$$C = F\ d$$
$$C = (10)\ \frac{50}{100}$$
$$C = 5\ N.m$$



$$C = F\ d \sin\theta$$
$$C = (20)\ (1)\ \sin(30)$$
$$C = 10\ N.m$$

علل لما يأتي :

Q عندما نريد فتح صنبور نؤثر عليه بأصبعينا فيدور الصنبور ولا يتزن رغم تساوي القوتين

لأنه يتعرض إلى ازدواج و بالتالي يدور

Q عندما تقود دراجتك فأنك تؤثر بيديك الاثنتين على المقود

لأنه يتعرض إلى ازدواج و بالتالي يدور أسهل

Q استخدام المفتاح الرباعي لنزع إطارات السيارة

لأنه يتشكل ازدواج و بالتالي يدور أسهل

صفوة معلمي الكويت

- يستخدم المفك لتثبيت البراغي أو نزعها بدلا من استخدام اليد مباشرة

لأن الازدواج الناتج على المقبض ينتقل بالكامل إلى البرغي , وحيث أن ذراع الازدواج يكون أقل عند البرغي فيكون القوة الناتجة أكبر

- تزداد سهولة فك البراغي كلما زاد نصف قطر مقبض المفك المستخدم

لأن بزيادة نصف قطر المقبض يزداد ذراع الازدواج و بالتالي يزداد مقدار العزم الناتج و يزداد سهولة فك البراغي

ماذا يحدث مع ذكر السبب في الحالات التالية :

- عند التأثير علي جسم قابل للدوران **بقوتين** متساويتين مقدارا ومتعاكستين اتجاها وليس لهما خط عمل واحد

يدور الجسم ← لأنه يتأثر بازدواج

- عند التأثير علي الجسم **بازدواجين** متساوين في المقدار و متعاكسين في الاتجاه

يتزن الجسم و لا يدور ← لأن محصلة عزم الازدواج تساوي صفرا

UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة

القصور الذاتي الدوراني

القصور الذاتي الدوراني (I) مقاومة الجسم للتغير في حركته الدورانية

- تميل الأجسام التي تدور إلى الاستمرار في الدوران و تميل الأجسام الساكنة إلى البقاء ساكنة

العوامل التي تؤثر في القصور الذاتي الدوراني :

1. **موضع محور الدوران بالنسبة للجسم**
   - كلما زادت المسافة بين كتلة الجسم و محور الدوران يزداد القصور الذاتي الدوراني
2. **شكل الجسم و توزيع كتلته**
   - يختلف مقدار القصور الذاتي الدوراني إذا كان الجسم أجوف أو مصمتا
   - يختلف مقدار القصور الذاتي الدوراني باختلاف طريقة توزيع كتلة الجسم حول محور الدوران
3. **مقدار كتلة الجسم**
   - بزيادة كتلة الجسم يزداد القصور الذاتي الدوراني


من السهل أن يدور


من الصعب أن يدور

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

Q القصور الذاتي الدوراني

- موضع محور الدوران بالنسبة للجسم
- شكل الجسم و توزيع كتلته
- كتلة الجسم

علل لما يأتي :

Q يسهل استخدام عصا البيسبول القصيرة عن العصا الطويلة

لأن لها قصور ذاتي دوراني أقل و بالتالي يسهل التحكم فيها

Q البندول القصير يتحرك إلى الأمام و الخلف أكثر من تحرك البندول الطويل

لأن له قصور ذاتي دوراني أقل , وبالتالي يسهل تأرجحه

Q الكلب ذو القوائم القصيرة يتحرك بسرعة أكبر من الغزال ذو القوائم الكبيرة

لأن الحيوانات ذات القوائم القصيرة لها قصور ذاتي دوراني أقل

Q يفضل ثني القدميين عند الجري

لأن القصور الذاتي الدوراني يصبح أقل بسبب اختلاف توزيع الكتل حول محور الدوران و بالتالي يسهل الجري

Q يمسك البهلوان عصا طويلة في يديه وهو يتحرك

لزيادة قصوره الذاتي الدوراني لمقاومة الانقلاب

UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة

Q يسهل أرجحه القلم (المسطرة) وأنت تمسكه من المنتصف عن الطرف

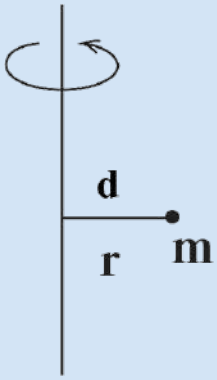
لأن القصور الذاتي الدوراني يصبح أقل بسبب اختلاف موضع محور الدوران و توزيع الكتل حول محور الدوران

Q اختلاف القصور الذاتي الدوراني لكرة مصمتة عن كرة مجوفة تسقط من منحدر

بسبب اختلاف توزيع الكتل حول محور الدوران

قوانين القصور الذاتي الدوراني

القصور الذاتي الدوراني للكتلة النقطية



- إذا كانت الكتلة النقطية تدور حول محور دوران

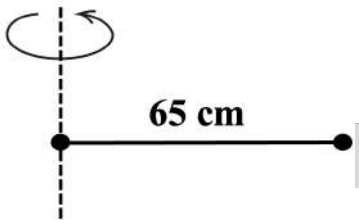
$$I = m\,d^2 = m\,r^2$$

- إذا كانت الكتلة النقطية منطبقة على محور الدوران

$$I = zero$$

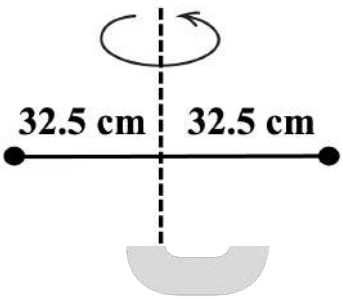
لأن $d = zero$

Q احسب القصور الذاتي الدوراني لعصا طولها **65 cm** وكتلتها مهملة تنتهي بكتلتين نقطيتين متساويتين مقدار كل منهما **0.3 Kg** وتدور حول أحد طرفيها كما بالشكل , علما أن $I = mr^2$



$$I_{\text{كتلة}} = mr^2 = (0.3)\left(\frac{65}{100}\right)^2 = 0.126\ Kg.m^2$$

- احسب القصور الذاتي الدوراني للعصا عندما تدور حول مركز كتلتها



$$I_{system} = 2\,[\,mr^2\,]$$

$$I_{system} = 2\,[\,(0.3)\left(\frac{32.5}{100}\right)^2\,] = 0.063\ Kg.m^2$$

القصور الذاتي الدوراني للأجسام

- القصور الذاتي الدوراني ليس بالضرورة أن يكون كمية محددة للجسم نفسه
- القصور الذاتي الدوراني للجسم يكون أقل عندما تتوزع الكتلة نفسها داخل الجسم بتقارب عن محور الدوران
- القصور الذاتي الدوراني للجسم يكون أكبر عندما تتوزع الكتلة نفسها داخل الجسم بتباعد عن محور الدوران

- الجسم مهمل الكتلة ليس له قصور ذاتي دوراني

$$I = zero$$

صفوة معلمي الكويت

Q احسب القصور الذاتي الدوراني لإسطوانة مصمته كتلتها **3 Kg** و قطرها **20 cm** و تتدحرج علي منحدر , علما بأن $\mathbf{I = \frac{1}{2}mr^2}$

$$\mathbf{I = \frac{1}{2}mr^2} = \frac{1}{2}(3)\left(\frac{10}{100}\right)^2 = 0.015\ \text{Kg.m}^2$$

نظرية المحور الموازي

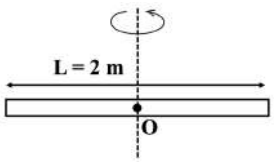
- عندما يمر محور الدوران بمركز ثقل الجسم يكون $\mathbf{I = I_0}$ و يختلف قانون حساب $\mathbf{I_0}$ حسب شكل الجسم
- لكن إذا كان محور الدوران يبعد عن مركز ثقل الجسم بمقدار **d** يستخدم نظرية المحور الموازي لحساب القصور الذاتي الدوراني

نظرية المحور الموازي

تسمح لنا النظرية بحساب القصور الذاتي الدوراني للجسم عندما يدور حول أي محور مواز للمحور المار بمركز ثقله ويبعد عنه مسافة **d**

$$\mathbf{I = I_0 + md^2}$$

Q ساق منتظمة المقطع كتلتها **3 Kg** وطولها **2 m** تدور حول نقطة **O** في منتصفها , إذا علمت أن القصور الذاتي الدوراني يحسب بالعلاقة $\mathbf{I = \frac{1}{12}mL^2}$, احسب



- القصور الذاتي الدوراني للساق

$$\mathbf{I = \frac{1}{12}mL^2} = \frac{1}{12}(3)(2)^2 = 1\ \text{Kg.m}^2$$

- احسب القصور الذاتي الدوراني عندما يكون محور الدوران يبعد عن النقطة **O** مسافة **0.3 m**

$$\mathbf{I = I_0 + md^2}$$
$$I = 1 + (3)(0.3)^2 = 1.27\ \text{Kg.m}^2$$

- احسب القصور الذاتي الدوراني عندما يكون محور الدوران عند طرف الساق

$$\mathbf{I = I_0 + md^2}$$
$$I = 1 + [(3)(1)^2] = 4\ \text{Kg.m}^2$$

صفوة معلمي الكويت

كمية الحركة و الدفع

كمية الحركة

- القصور الذاتي للجسم المتحرك
- حاصل ضرب الكتلة ومتجه السرعة

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

علل لما يأتي :

Q كمية الحركة كمية متجهة

لأنها حاصل ضرب كمية عددية (الكتلة) في كمية متجهة (السرعة)

Q إيقاف شاحنة كبيرة أصعب من ايقاف سيارة صغيرة تسير بنفس السرعة

لأن كمية الحركة للشاحنة أكبر من كمية الحركة للسيارة

Q إذا تحركت سيارتان لهما نفس الكتلة بسرعتين مختلفتين , فإن السيارة الابطأ يسهل إيقافها

لأن كمية الحركة للسيارة السريعة أكبر من كمية الحركة للسيارة البطيئة

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

Q كمية الحركة

- الكتلة
- السرعة الخطية

حساب التغير في كمية الحركة الخطية لجسم

$$\Delta\vec{P} = \overrightarrow{P_2} - \overrightarrow{P_1}$$

$$\Delta\vec{P} = m\,(\overrightarrow{v_2} - \overrightarrow{v_1})$$

$$\Delta\vec{P} = m\,\Delta\vec{v}$$

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

Q التغير في كمية الحركة

- الكتلة
- التغير في السرعة

صفوة معلمي الكويت

Q يتحرك جسم كتلته **(10) Kg** بسرعة **(4) m/s** في الاتجاه الموجب لمحور **x** أثرت فيه قوة فزادت سرعته إلى **(8)m/s** ، احسب

- كمية الحركة الخطية الابتدائية

$$P_1 = m\,v_1 = (10)\,(4) = 40\ Kg.m/s$$

- كمية الحركة الخطية النهائية

$$P_2 = m\,v_2 = (10)\,(8) = 80\ Kg.m/s$$

- مقدار التغير في كمية الحركة

$$\Delta P = P_2 - P_1 = 80 - 40 = 40\ Kg.m/s$$

الدفع حاصل ضرب مقدار القوة في زمن تأثيرها علي الجسم

$$\vec{I} = \vec{F}\,\Delta t$$

علل لما يأتي :

Q الدفع كمية متجهة

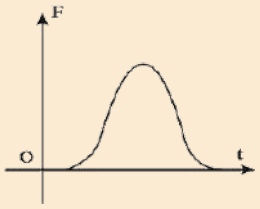
لأنها حاصل ضرب كمية عددية (الزمن) في كمية متجهة (القوة)

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

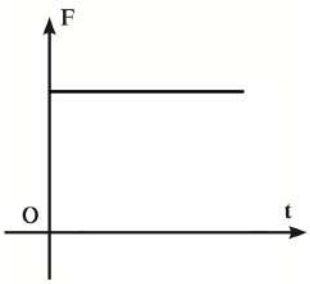
Q الدفع

- القوة
- زمن التأثير

- القوة المؤثرة تكون دائما قوة متغيرة مثل الدفع الذي تتلقاه كرة من قدم لاعب حيث تتغير قيمة القوة من صفر في لحظة تماس الكرة حتي تصل إلى قيمة عظمي ثم تتناقص إلى أن تتلاشى كما بالشكل المقابل



متوسط القوة القوة الثابتة التي لو أثرت في الجسم للفترة الزمنية نفسها لأحدثت الدفع نفسه الذي تحدثه القوة المتغيرة

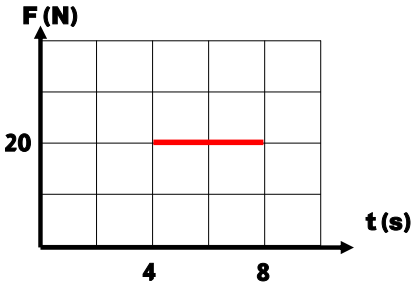


وبالتالي سنتعامل مع القوة في المسائل على أنها متوسط القوة لتصبح قوة منتظمة

صفوة معلمي الكويت

حساب الدفع بيانيا

يمكن حساب الدفع بيانيا عن طريق حساب المساحة تحت منحنى القوة - الزمن



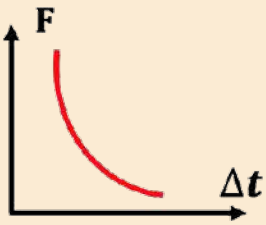
احسب بيانيا الدفع من الشكل البياني التالي

$$I = (4)\,(20)$$
$$I = 80\ N.s$$

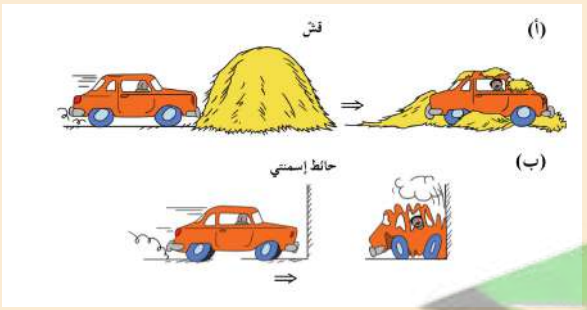
العلاقة بين الدفع و كمية الحركة الخطية

الدفع يساوي مقدار التغير في كمية الحركة الخطية

$$\vec{I} = \Delta\vec{P}$$
$$\vec{I} = \vec{F}\Delta t = \Delta\vec{P} = m\,\Delta\vec{v}$$



عند ثبات قيمة التغير في كمية الحركة (الدفع الذي يتلقاه الجسم) فإنه عندما يزداد زمن التأثير يقل تأثير قوة الدفع , و عندما يقل زمن التأثير يزداد تأثير قوة الدفع



إن حدث التغير لكمية الحركة في فترة زمنية أطول يكون تأثير قوة الدفع أقل (حالة **أ**) بينما إذا حدث التغير في كمية الحركة الخطية في فترة زمنية قصيرة يكون تأثير القوة أكبر (حالة **ب**) , وذلك عند ثبات قيمة التغير في كمية الحركة الخطية

علل لكل مما يلي :

عند اصطدام سيارة في حائط اسمنتي فإنها تتهشم بينما عند اصطدامها بجبل من القش لا تصاب بأذى

لأن زمن تلامس بين السيارة و الحائط قليلة مما يجعل تأثير القوة أكبر , أما زمن التلامس بين السيارة و القش كبير مما يجعل تأثير القوة قليلا

استخدام الوسادة الهوائية في السيارات لحماية الركاب

لأن الوسادة الهوائية عند الحوادث تجعل زمن التلامس بين الرأس و الوسادة كبير مما يقلل من تأثير القوة

صفوة علمي الكويت

Q جسم **ساكن** كتلته **100 g** تعرض لقوة مقدارها **100 N** لفترة زمنية مقدارها **0.01 s** ، احسب

- التغير في كمية الحركة

$$\Delta\vec{P} = \vec{F}\Delta t = (100)\,(0.01) = 1\ \text{Kg.m/s}$$

- الدفع

$$I = \Delta\vec{P} = 1\ \text{N.s}$$

- التغير في سرعة الجسم

$$\Delta\vec{P} = m\,\Delta\vec{v}$$
$$1 = (0.1)\Delta\vec{v}$$
$$\Delta\vec{v} = 10\ \text{m/s}$$

- سرعة الجسم النهائية

$$\Delta v = v_2 - v_1$$
$$10 = v_2 - \text{zero}$$
$$v_2 = 10\ \text{m/s}$$

Q جسم كتلته **Kg (3)** أثرت فيه قوة مقدارها **N (12)** فزادت سرعته من **m/s (10)** إلى **18 m/s** ، احسب

- الدفع المعطى للجسم

$$\vec{I} = m\,\Delta\vec{v}$$
$$\vec{I} = (3)\,(18 - 10) = 24\ \text{N.s}$$

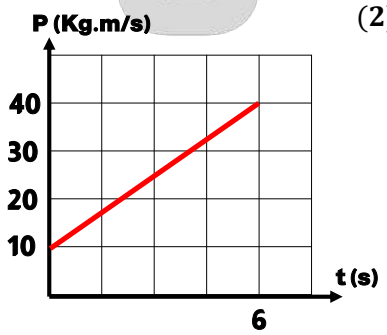
- التغير في كمية الحركة للجسم

$$\vec{I} = \Delta\vec{P} = 24\ \text{Kg.m/s}$$

- زمن تأثير القوة

$$\vec{I} = \vec{F}\Delta t$$
$$24 = (12)\,\Delta t$$
$$\Delta t = 2\ \text{s}$$

Q يبين الخط البياني الموضح بالشكل التغير في كمية الحركة لجسم كتلته **Kg (2)** يتحرك في خط مستقيم على سطح أفقي أملس ، احسب



- التغير في كمية حركته

$$\Delta\vec{P} = P_2 - P_1 = 40 - 10 = 30\ \text{Kg.m/s}$$

- الدفع الذي تلقاه الجسم

$$\vec{I} = \Delta\vec{P} = 30\ \text{Kg.m/s} = 30\ \text{N.s}$$

- مقدار متوسط القوة المؤثرة عليه

$$\vec{I} = \vec{F}\Delta t$$
$$30 = F\,(6) \Rightarrow F = 5\ \text{N}$$

UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة

Q سقطت كرة مطاطية كتلتها **420 g** من مكان مرتفع فوصلت سطح الأرض بسرعة **20 m/s** ثم ارتدت رأسيا إلى أعلى بسرعة **15 m/s** إذا كان زمن تلامسها بالأرض **0.1 s** ، احسب

- مقدار التغير في كمية الحركة

$$\Delta\vec{P} = m\,\Delta\vec{v}$$
$$\Delta\vec{P} = 0.42\ [\,15 - (-2)\,] = +14.7\ \text{Kg.m/s}$$

- القوة المؤثرة في الكرة لحظة اصطدامها بالأرض

$$\vec{I} = \vec{F}\,\Delta t$$
$$14.7 = F\,(0.1)$$
$$\vec{F} = 147\ \text{N}$$

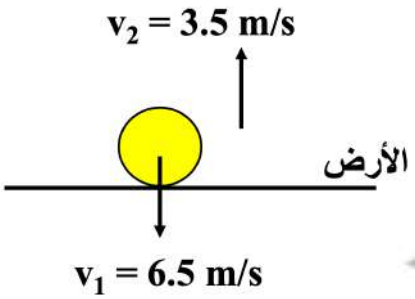
القانون الثاني لنيوتن

مشتق كمية الحركة بالنسبة للزمن يساوي محصلة القوي الخارجية المؤثرة في النظام

- ويمكن إيجاد صيغة جديدة للقانون الثاني لنيوتن كما يلي :

$$\Sigma\vec{F} = m\,\vec{a}$$
$$\vec{F}\,\Delta t = \Delta\vec{P}$$
$$\Sigma\vec{F} = \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} = \frac{d\,\vec{P}}{d\,t}$$

Q كرة كتلتها **0.15 Kg** إذا كانت سرعتها لحظة اصطدامها بالأرض تساوي **6.5 m/s** و سرعة ارتدادها **3.5 m/s** ، احسب



- التغير في كمية الحركة

$$\Delta\vec{P} = m\,\Delta\vec{v}$$
$$\Delta\vec{P} = 0.15\ [\,3.5 - (-6.5)\,] = +1.5\ \text{Kg.m/s}$$

- مقدار القوة المؤثرة في الأرض نتيجة الاصطدام إذا استمر لمدة **0.025 s**

$$\vec{F} = \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} = \frac{1.5}{0.025} = 60\ \text{N}$$

صفوة معلمي الكويت

حفظ كمية الحركة الخطية (التصادمات)

تنقسم القوة إلى نوعين :
- قوة داخلية : لا تحدث شغل و لا تغير من كمية حركته
- قوة خارجية : تحدث شغلا و تؤدي إلى تغير في كمية حركته

حفظ (بقاء) كمية الحركة في غياب القوى الخارجية المؤثرة , تبقى كمية الحركة للنظام ثابتة ومنتظمة و لا تتغير

أي كمية فيزيائية لا تتغير مع الزمن تعتبر كمية محفوظة

أمثلة محفوظ فيها كمية الحركة :

- النشاط الاشعاعي للذرات
- تصادم السيارات
- انفجار النجوم
- التفاعل بين جزيئات الغاز

علل لما يأتي :

Q إذا دفعت مقعد السيارة بينما أنت جالس في المقعد الخلفي لا يحدث ذلك تغيرا في كمية الحركة للسيارة

لأنها تعتبر قوة داخلية , وبالتالي لا تحدث شغلا لأنها تتواجد على صورة زوج من القوة المتزنة (محصلتها تساوي صفر)

Q قوى التفاعل بين جزيئات الغاز داخل كرة قدم لا تغير من كمية الحركة للكرة

لأنها تعتبر قوة داخلية , وبالتالي لا تحدث شغلا لأنها تتواجد على صورة زوج من القوى المتزنة (محصلتها تساوي صفر)

Q قوى الاحتكاك المؤثرة علي اطار السيارة تغير من كمية الحركة للسيارة

لأنها قوة خارجية تؤثر على النظام و بالتالي تحدث شغلا و تغير من كمية الحركة

Q في الحركة الدائرية تعتبر كمية الحركة غير محفوظة

بسبب تغير اتجاه السرعة الخطية من نقطة إلى أخرى

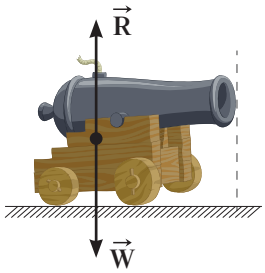
سرعة ارتداد المدفع

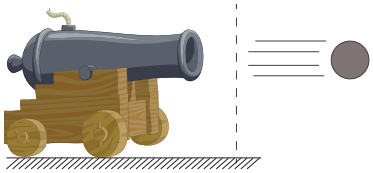
علل لما يأتي :

Q في النظام المكون من مدفع و قذيفة تكون كمية الحركة للنظام محفوظة

لأن قوة الانفجار تعتبر قوة داخلية و بالتالي لاتحدث شغلا و تظل كمية الحركة محفوظة

صفوة معلمي الكويت





$$m_1 \vec{v}_1' = - m_2 \vec{v}_2'$$

الإشارة السالبة تعني أن السرعتين متعاكستين نتيجة الارتداد وبالمثل يمكن حساب سرعة ارتداد أي جسم

Q طلقة مسدس كتلتها **50 g** انطلقت بسرعة **120 m/s** من مسدس كتلته **600 g** ، احسب سرعة ارتداد المسدس

$$(m\,v)_{\text{مسدس}} = -(m\,v)_{\text{طلقة}}$$

$$(0.6)\, v_{\text{مسدس}} = -(0.05)(120) \rightarrow v_{\text{مسدس}} = -10\ m/s$$

علل لما يأتي :

Q يصنع المسدس (المدفع) بحيث تكون كتلته كبيرة

لكي تكون سرعة ارتداد المدفع صغيرة , وذلك طبقا لقانون حفظ كمية الحركة

Q سرعة ارتداد المدفع أقل من سرعة انطلاق القذيفة

لأن كتلة المدفع أكبر من كتلة القذيفة , وطبقا لقانون حفظ كمية الحركة تكون كمية الحركة الخطية للمدفع مساوية لكمية الحركة الخطية للقذيفة

Q ترتد البندقية للخلف عند خروج القذيفة منها

طبقا لقانون حفظ كمية الحركة الخطية فإن الدفع الذي تكسبه البندقية مساوي للدفع الذي تكتسبه القذيفة و لكن في عكس الاتجاه

Q انفجر جسم كتلته **200 g** و انقسم إلى نصفين متساوين , احسب سرعة الجزء الثاني منه إذا كانت سرعة الجسم الأول **0.1 m/s** – على المحور الأفقي بالاتجاه السالب

$$m_1 = m_2 = \frac{0.2}{2} = 0.1\ Kg$$

$$m_1 \vec{v}_1' = - m_2 \vec{v}_2'$$

$$(0.1)(-0.1) = -(0.1)\, v_2 \rightarrow v_2 = +0.1\ m/s$$

التصادمات

عملية تتم بين جسمين لفترة زمنية قصيرة و تكون القوة الخارجية المؤثرة مهملة بالنسبة للقوة الداخلية المسببة للتصادم

علل لما يأتي :

Q يعتبر التصادم نظاما معزولا

لأنه يحدث في فترة زمنية قصيرة , لذلك تعتبر القوة الخارجية مهملة بالنسبة للقوة الداخلية

UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة

Q يعتبر الانفجار نظام معزولا

لأنه يحدث في فترة زمنية قصيرة , لذلك تعتبر القوة الخارجية مهملة بالنسبة للقوة الداخلية

أنواع التصادمات

وجه المقارنة	تصادمات مرنة كليا	تصادمات لا مرنة
كمية الحركة	محفوظة	محفوظة
طاقة الحركة	محفوظة	غير محفوظة

التصادم المرن كليا (تام المرونة)

- لا ينتج تشوهات أو يتولد حرارة بين الأجسام المتصادمة لأنه لا يحدث فقد في الطاقة نتيجة التصادم
- من أمثلة التصادم المرن كليا تصادم الجزيئات الصغيرة و الذرات

- يمكن حساب سرعة كلا من الجسمين بعد التصادم من العلاقات التالية

$$\vec{v}_1' = \frac{2\,m_2\vec{v}_2 + (m_1 - m_2)\vec{v}_1}{(m_1 + m_2)}$$

$$\vec{v}_2' = \frac{2\,m_1\vec{v}_1 - (m_1 - m_2)\vec{v}_2}{(m_1 + m_2)}$$

Q يتحرك جسم كتلته **5 Kg** بسرعة مقدارها **2 m/s** في الاتجاه الموجب **x+** تصادم مع جسم آخر كتلته **3 Kg** يتحرك بسرعة **2 m/s** عكس اتجاه حركة الجسم الأول , احسب سرعة كل من الجسمين بعد التصادم وحدد اتجاه كل منهما (بفرض أن التصادم تام المرونة)

$$\vec{v}_1' = \frac{2\,m_2\vec{v}_2 - (m_1 - m_2)\vec{v}_1}{(m_1 + m_2)} = \frac{[2\,(3)(-2)] + [(5-3)(2)]}{(5+3)} = -1\ m/s$$

$$\vec{v}_2' = \frac{2\,m_1\vec{v}_1 - (m_1 - m_2)\vec{v}_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{[2\,(5)(2)] - [(5-3)(-2)]}{(5+3)} = +3\ m/s$$

ماذا يحدث في الحالات التالية :

Q إذا تصادم جسمان m_2 , m_1 و كانت الكتلة m_2 ساكنة قبل التصادم ماذا يحدث في الحالات التالية :

- إذا كانت الكتلة m_1 أكبر من الكتلة m_2

يتحرك الجسمان في نفس الاتجاه أي في نفس اتجاه حركة الكتلة m_1

- إذا كانت الكتلة m_1 أصغر من الكتلة m_2

ترتد الكرة m_1 في عكس الاتجاه , و تتحرك الكتلة m_2 في اتجاه m_1

- إذا كانت $m_1 = m_2$

تتوقف الكتلة m_1 عن الحركة (تسكن) , و تتحرك الكتلة m_2 في نفس اتجاه الكتلة m_1 و بنفس سرعتها , لأن كمية الحركة تنتقل بالكامل من الكتلة 1 إلى الكتلة 2

تصادم لا مرن	تصادم لا مرن كليا
ترتد الجزيئات بعيدا عن بعضها البعض بسرعات مختلفة عن سرعتها قبل التصادم	يؤدي التصادم إلى التحام الأجسام المتصادمة لتصبح جسما واحدا ولها سرعة مشتركة بعد التصادم

التصادم اللامرن كليا

- ينتج تشوهات أو يتولد حرارة بين الأجسام المتصادمة لأنه يحدث فقد في الطاقة الحركية نتيجة التصادم
- من أمثلة التصادم اللامرن كليا البندول القذفي

- يمكن حساب سرعة جملة الجسمين (النظام) بعد التصادم من العلاقات التالية :

$$\vec{v}' = \frac{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2}{(m_1 + m_2)}$$

يتحرك جسم كتلته **5 Kg** بسرعة **3 m/s** شمالا (الاتجاه الموجب لمحور **y**) تصادم مع جسم آخر كتلته **3 Kg** يتحرك بسرعة **6 m/s** جنوبا (الاتجاه السالب لمحور **y**) إذا **التحم** الجسمان و تحركا كجسم واحد ، احسب

- السرعة المشتركة للنظام بعد التصادم

$$\vec{v}' = \frac{m_1\vec{v}_1+m_2\vec{v}_2}{(m_1+m_2)} = \frac{[(5)(+3)]+[(3)(-6)]}{(5+3)} = -0.375\ m/s$$

- الفقد في الطاقة الحركية (أين تذهب الطاقة المفقودة)

$$KE_{\text{قبل}} = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$$

$$KE_{\text{قبل}} = \frac{1}{2}(5)(3)^2 + \frac{1}{2}(3)(-6)^2 = 76.5\ J$$

$$KE_{\text{بعد}} = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)\vec{v}'^2$$

$$KE_{\text{بعد}} = \frac{1}{2}(5 + 3)(-0.375)^2 = 0.562\ J$$

$$\Delta KE = KE_{\text{بعد}} - KE_{\text{قبل}}$$

$$\Delta KE = 0.562 - 76.5 = -75.93\ J$$

تتحول الطاقة المفقودة إلى تشوه في الجسمين و حرارة

البندول القذفي

هو جهاز يستخدم في قياس سرعة القذائف

يقوم مبدأ عمل البندول القذفي على حفظ كمية الحركة و حفظ الطاقة الميكانيكية

UULA.COM
© جميع الحقوق محفوظة