

الصف الثاني عشر



العام الدراسي 2026 - 2027



التواصل على رقمنا الوحيد



51093167

①

الوحدة الأولى / الحركة

الفصل الأول / الطاقة

أكمل: من مصادر الطاقة القديمة الخشب والفحم الحجري والبترو

أكمل: من مصادر الطاقة الحديثة الطاقة الشمسية والنووية وطاقة الرياح

الدرس ١-١ الشغل

١- تعريف الشغل

اكتب المصطلح العلمي المناسب:

- عملية تقوم فيها قوة مؤثرة بإزاحة جسم في اتجاهها. (الشغل)

- أو يمكن تعريف الشغل على أنه حاصل ضرب العددي لمتجهي القوة والإزاحة

ما هي وحدة قياسه ؟

يقاس بحسب النظام الدولي للوحدات بوحدة الجول.

اكتب المصطلح العلمي المناسب:

الشغل الذي تبذله قوة مقدارها 1 N تحرك جسمًا في اتجاهها مسافة متر واحد (الجول J)

أكمل: القوى المنتظمة هي قوة ثابتة المقدار والاتجاه.

أكمل: وحدة قياس الشغل في النظام الدولي للوحدات هي ... (الجول) ... ويرمز له بالرمز ... (J) ...

علل/ يندفع الشغل المبذول الشغل يساوي صفر على جسم في مسار دائري مغلق يساوي عدد صحيح من الدورات ؟

- لأن الإزاحة تساوي صفر

اذكر العوامل التي يتوقف عليها الشغل ؟

(١) القوة.

(٢) الإزاحة.

(٣) الزاوية بين القوة والإزاحة



٢- الشغل الناتج عن قوة منتظمة

١.٢ قوة منتظمة موازية لاتجاه الحركة

أكمل: القوة المنتظمة هي القوة ثابتة المقدار والاتجاه.

أكمل: الشغل حاصل ضرب العددي لمتجه القوة المؤثرة على الجسم ومتجه الإزاحة.

اذكر العلاقة الرياضية المستخدمة لحساب الشغل ؟

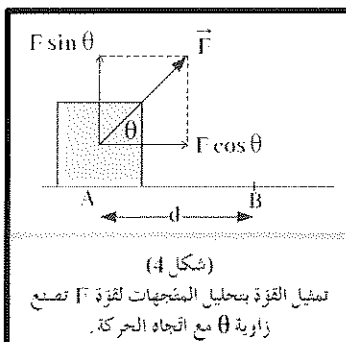
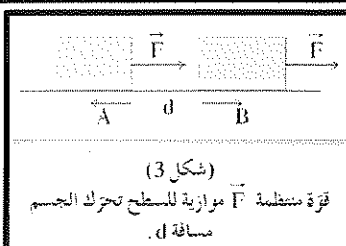
$$W = \vec{F} \cdot \vec{d}$$

حيث أن:

$\vec{F}$ هي القوة وتقاس بوحدة (N)

$\vec{d}$ هي الإزاحة وتقاس بوحدة (m)

W الشغل ويقاس بوحدة (J)



②

٢-٢ قوة منتظمة تصنع زاوية مع اتجاه الحركة

أكمل: يكون الشغل نتيجة مركبة القوة الموازية لاتجاه حركة الجسم.

أكمل: حساب الشغل يتطلب تحليل القوة إلى مركبتين مركبة أفقية في اتجاه الحركة و أخرى عمودية.

أكمل: يكون الشغل الذي تبذله قوة أكبر ما يمكن عندما تكون الزاوية بين القوة والإزاحة (بالدرجات) تساوي **صفر**

لحساب الشغل لابد من تحليل القوة إلى مركبتين فما قيمة كل منهما ؟

- حساب الشغل يتطلب تحليل القوة إلى مركبتين: مركبة أفقية في اتجاه الحركة ، وتساوي $F \cos \theta$ وأخرى عمودية $F \sin \theta$ لا تسبب أي إزاحة في اتجاه الحركة.

علل/ الشغل هو نتيجة القوة الموازية لاتجاه الحركة فقط ؟

- لأنه عند تحليل القوة إلى المركبتين المتعامدتان لا يكون للمركبة العمودية على اتجاه الحركة أي تأثير على الشغل

اذكر القانون العام لحساب مقدار الشغل ؟

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

- حيث ان θ هي الزاوية بين اتجاه القوة واتجاه الحركة.

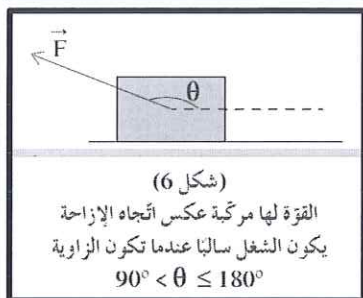
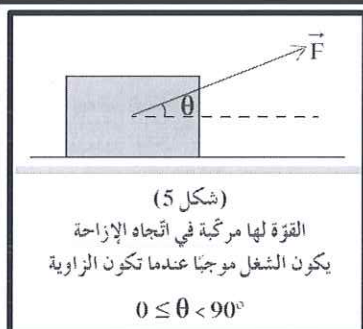
٣,٢ الشغل كمية موجبة أو سالبة

هل الشغل كمية موجبة أو سالبة ؟

الشغل هو كمية عددية وقيمة ال θ هي التي تحدد إشارة الشغل سالب أو موجب.

متي يكون الشغل سالب ومتي يكون موجب ؟

قيمة الزاوية هي التي تحدد إشارة الشغل وهي تختلف كما هو موضح في الجدول التالي:



إشارة الشغل	قيمة الزاوية θ
موجب الإزاحة في اتجاه القوة	$\theta = 0^\circ$
موجب القوة لها مركبة في اتجاه الإزاحة	$0^\circ \leq \theta < 90^\circ$
الشغل يساوي صفر	$\theta = 90^\circ$
سالب أي أن القوة لها مركبة عكس اتجاه الإزاحة	$90^\circ < \theta \leq 180^\circ$
سالب وعندما تكون القوة عكس اتجاه الإزاحة	$\theta = 180^\circ$

علل/ شغل قوة الاحتكاك يكون دائما سالب ؟

- لأن مركبة القوة تكون معاكسة لاتجاه الإزاحة.

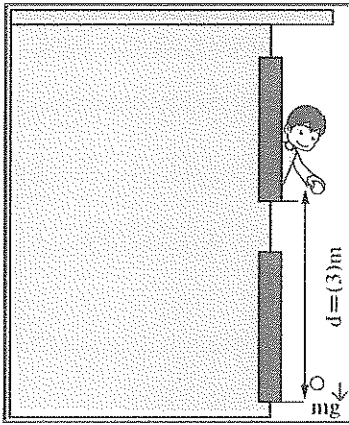
3

٤,٢ محصلة الشغل لمجموعة من القوى المنتظمة

- أكمل:** إذا كان الجسم معرضا لمجموعة من القوى المنتظمة ، فإن إيجاد مقدار محصلة الشغل على الجسم يتطلب إيجاد محصلة القوى المؤثرة في الجسم.
- أكمل:** إذا كان تأثير الشغل الكلي للجسم هو تغيير في سرعته فإن الإشارة الموجبة ... للشغل الكلي تعني زيادة في سرعة الجسم والإشارة السالبة ... تعني إنخفاضا في سرعته.
- أكمل:** إذا أثرت مجموعة من القوى المتزنة على جسم ونحرك بسرعة ثابتة في خط مستقيم فإن الشغل المبذول على الجسم يساوي صفرا
- أكمل:** القوة المنتظمة ... هي القوة ثابتة المقدار والاتجاه خلال فترة التأثير على الجسم.

حل المسائل التالية:

١- يحمل الولد في الشكل المقابل كرة كتلتها 1.5 Kg خارج نافذة غرفته في الطابق الثاني التي ترتفع عن الأرض m (6)



- (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 m (3) ؟ علما 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 m (3) علما أن مقدار قوة الاحتكاك $f = 1 \text{ N}$
- (د) احسب الشغل الكلي المبذول على الكرة نتيجة القوى المؤثرة فيها.

الحل:

(أ) بما أن الولد يمسك بالكرة فإن مقدار الإزاحة يساوي صفرا وبالتالي فإن مقدار الشغل الناتج عن قوة إمساك الولد للكرة يساوي صفرا.

(ب) إن مقدار قوة الجاذبية المؤثرة في الكرة يساوي $F = m \times g = 1.5 \times 10 = 15 \text{ N}$ مع اتجاه الحركة.

$$W = F \times d \times \cos \theta = 15 \times 3 \times \cos 0 = 45 \text{ J}$$

(ج) باستخدام المعادلة وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على:

$$W = 1 \times 3 \times \cos 180 = -3 \text{ J}$$

إتجاه قوة الاحتكاك معاكس لاتجاه حركة الجسم.

(د) محصلة القوى المؤثرة على الكرة تساوي $F_{NET} = 15 - 1 = 14 \text{ N}$ واتجاهها هو اتجاه السقوط.

$$W_{NET} = 14 \times 3 \times \cos 0 = 42 \text{ J} \quad \text{نجد باستخدام معادلة الشغل أن:}$$

أو أن:

$$W_{NET} = 45 - 3 = 42 \text{ J}$$

٥,٢ الشغل الناتج عن قوة منتظمة على مسار منحنى

- أكمل:** الشغل لا يرتبط بشكل المسار الذي سلكته نقطة تأثير القوة.
- أكمل:** يتوقف الشغل الناتج عن وزن الجسم علي مقدار الإزاحة الرأسية للجسم
- أكمل:** الشغل الناتج عن وزن الجسم يرتبط بمقدار الإزاحة الرأسية بين النقطتين.
- أكمل:** عندما يتحرك الجسم إلى نقطة أدنى من موقعه الابتدائي يكون الشغل الناتج عن الوزن موجبا

4

أكمل: عندما يتحرك الجسم إلى نقطة أعلى من موقعه الابتدائي يكون الشغل الناتج عن الوزن سالباً

أكمل: أما إذا تحرك الجسم من نقطة إلى نقطة على المستوى نفسه يكون الشغل الناتج عن الوزن يساوي صفرًا

اذكر العوامل التي يتوقف عليها الشغل الناتج عن وزن الجسم ؟

(١) وزن الجسم (٢) الإزاحة الرأسية

علل/ يندعم الشغل المبذول على جسم عندما يتحرك بسرعة ثابتة المقدار والاتجاه ؟

- لأن العجلة تساوي صفرو بالتالي القوة المؤثرة تساوي صفرفيكون الشغل المبذول يساوي صفر.

اكتب العلاقة الرياضية التي يمكن من خلالها حساب الشغل الناتج عن الوزن ؟

$$W = \vec{w} \cdot \vec{d} = mg \cdot d \cdot \cos \theta = mg (h_A - h_B)$$

حل المسائل التالية:

١- وضع صندوق خشبي كتلته g (100) على مستوى أملس يميل بزاوية 30° مع المستوى الأفقي احسب الشغل الناتج عن

وزن الصندوق إذا تحرك على المستوى المائل مسافة AB = (50)cm اعتبر أن عجلة الجاذبية g=(10)m/s²

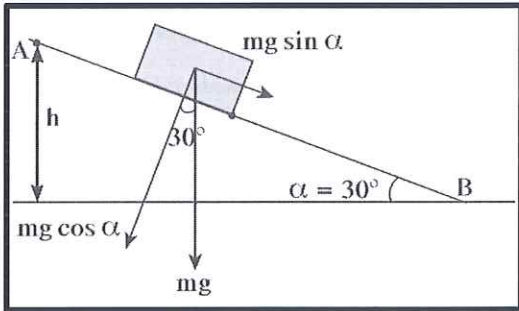
الحل: لا يرتبط الشغل الناتج عن وزن الصندوق بالمسار بين النقطتين بل بالإرتفاع بين النقطتين:

$$h = d \cdot \sin 30 = 0.5 (1/2) = (0.25) \text{ m}$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة يساوي الشغل الناتج عن وزن الصندوق

$$W = m \cdot g \cdot h = 0.1 \times 10 \times 0.25 = (0.25)J$$

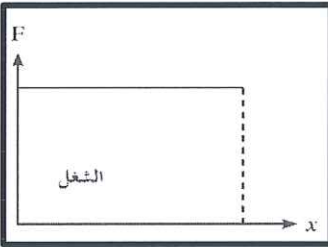
كمية الشغل موجب لأن الصندوق يتحرك إلى أسفل.



التمثيل البياني للشغل الناتج عن قوة منتظمة

كيف يمكن حساب الشغل بياني ؟

الشغل يساوي المساحة تحت الخط المرسوم الذي يمثل القوة $\vec{F}$ بدالة الإزاحة X. فالشغل يساوي مساحة المستطيل الذي يمثل ضلعه الرأسى مقدار القوة وضلعه الأفقى مقدار الإزاحة.



الشغل الناتج عن قوة متغيرة

اكتب المصطلح العلمي المناسب:

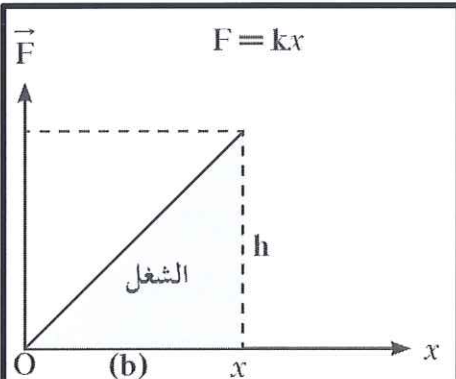
القوة التي يتغير مقدارها أو اتجاهها ، أو يتغير مقدارها واتجاهها معا أثناء تأثيرها في الجسم. (القوة المتغيرة)

ما مقدار قوة الشد في الزنبرك ؟

قوة الشد على الزنبرك التي يساوي مقدارها $\vec{F} = K \Delta \vec{x}$ وفقا لقانون هوك حيث أن:

K ثابت هوك ووحدته $\frac{N}{m}$

Δx إستطالة أو إنضغاط الزنبرك ووحدته m



5

كيف يمكن حساب الشغل الناتج عن قوة متغيرة ؟

يمكن حساب الشغل الناتج عن القوة المتغيرة $F = K\Delta x$ باستخدام الرسم البياني لتغيرات الاستطالة بتغير القوة المؤثرة ، فنرسم مقدار القوة $\vec{F}$ بدالة الاستطالة x بما أن الشغل يساوي المساحة تحت المنحنى F بدالة x ، فإن الشغل الكلي يساوي مساحة المثلث تحت المنحنى.

$$W = \frac{1}{2} (K\Delta x)(\Delta x) = \frac{1}{2} k(\Delta x)^2$$

اذكر العوامل التي يتوقف عليها الناتج من وزن الكتلة معلقة في نابض مرن ؟

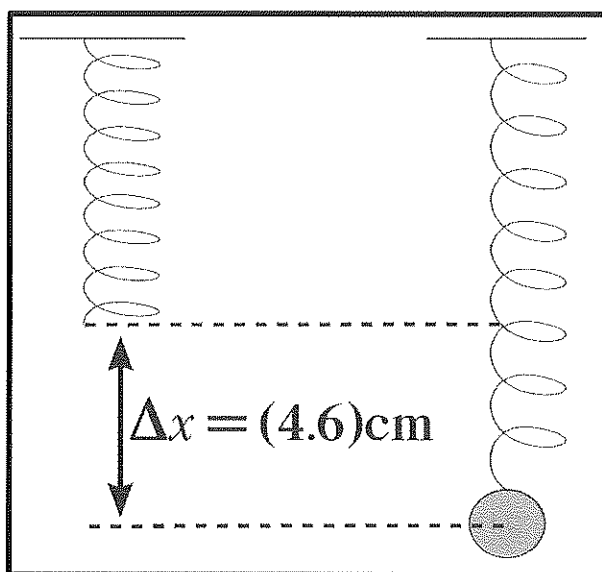
(١) ثابت هوك

(٢) مقدار الاستطالة

ماذا يحدث في الحالات التالية: مقدار الشغل المبذول لاستطالة زنبرك ثابت مرونته K عند زيادة الاستطالة إلى مثلي ما كانت عليه ؟
- يزداد الشغل المبذول إلى أربعة أمثال.

حل المسائل التالية:

١- علقت كتلة مقدارها $M = (0.15) \text{ Kg}$ بالطرف الثاني الهر للزنبرك المعلق رأسياً احسب مقدار الشغل المبذول لاستطالة الزنبرك مسافة مقدارها $(4.6) \text{ cm}$.



الحل:

بما أن الزنبرك في وضع إتران فإن وزن الكتلة المعلقة في الزنبرك يساوي قوة الشد ، أي أن:

$$mg = k\Delta x \rightarrow k = \frac{mg}{\Delta x} = \frac{0.15 \times 10}{0.046} = \frac{(32.6)N}{m}$$

وباستخدام المعادلة وبالتعويض عن المقادير المعروفة نجد

$$W = \frac{1}{2} k(\Delta x)^2 = \frac{1}{2} (32.6)(0.046)^2 = (0.034)J$$

١- تعريف الطاقة

ما الذي يحدث في الصندوق في حالة دفعك له ؟

- عند إزاحة الصندوق فأنت تعطيه جزء من طاقتك الكيميائية التي إكتسبتها من الطعام ، أي تنتقل الطاقة منك إلي الصندوق من أجل القيام بشغل.

أكتب المصطلح العلمي المناسب: إمكانية أنجاز شغل. (الطاقة)

أكمل: وحدة قياس الطاقة هي الجول.

أكمل: يتوقف مقدار المنجز علي مقدار الطاقة التي يصرفها الجسم

٢- الطاقة الحركية

أكتب المصطلح العلمي المناسب: شغل ينجزه الجسم بسبب حركته. (الطاقة الحركية)

ما العوامل التي تتوقف عليها الطاقة الحركية لجسم ؟

(١) كتلة الجسم. (٢) مقدار سرعت الجسم الخطية.

أكتب المعادلة الرياضية التي نحسب بها الطاقة الحركية الخطية لجسم نقطي ؟

- نحسب الطاقة الحركية الخطية لجسم نقطي باستخدام المعادلة التالية: $KE = \frac{1}{2}mv^2$

m كتلة الجسم المتحرك V سرعة الجسم الخطية

أكمل: الطاقة الحركية كمية عددية دائما موجبة بينما التغير في الطاقة الحركية قد يكون ... موجب أو سالب ...

أكمل: عندما تزيد سرعة الجسم للمثلي فإن الطاقة الحركية تزداد لأربعة أمثال

٣- العلاقة بين الطاقة الحركية و الشغل

أكتب العلاقة الرياضية بين الشغل والطاقة الحركية ؟

$$w = \frac{1}{2}m \cdot v_f^2 - \frac{1}{2}m \cdot v_i^2$$

$$w = \Delta KE$$

أكتب المصطلح العلمي: الشغل الناتج عن محصلة القوة الخارجية المؤثرة في الجسم في فترة زمنية محددة يساوي التغير في طاقته الحركية في الفترة نفسها (قانون الطاقة الحركية)

علل/ تقطع الكرة المنطلقة بسرعة كبيرة علي مستوى أفقي مسافة أكبر من كرة أخرى انطلقت بسرعة أقل ؟

- لأن الكرة في الحالة الأولى تمتلك طاقة حركية أكبر.

حل المسائل التالية:

١- استخدم قانون الطاقة الحركية لإيجاد سرعة كرة سقطت من سكون من ارتفاع 50m عن سطح الأرض لحظة ارتطامها

بالسطح، أهمل الاحتكاك مع الهواء واستخدم عجلة الجاذبية $g=10\text{m/s}^2$

الحل: من قانون الطاقة الحركية:

$$w = \Delta KE$$

وبما أن القوة الوحيدة المؤثرة في الجسم أثناء سقوطه في غياب الاحتكاك هي وزنه ، نكتب:

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2}m \cdot v_f^2 - \frac{1}{2}m \cdot v_i^2$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة ، نحصل على:

$$v_f^2 = 2gh \rightarrow v_f = \sqrt{0.5 \times 10 \times 2} = \frac{(3.162)m}{s}$$

أكتب المصطلح العلمي المناسب: طاقة يخزنها الجسم وتسمح له بإنجاز شغل للتخلص منها. (الطاقة الكامنة)
أكمل: من أمثلة الطاقة الكامنة داخل المركبات الكيميائية الغذاء والبطاريات الكهربائية والفحم

١,٤ - الطاقة الكامنة المرنة

أكمل: عند سحب طرفي الزنبرك المثبت من أحد طرفيه فإن الشغل المبذول يتحول إلى طاقة كامنة مرنة.

أكمل: الطاقة الكامنة المرنة تساوي الشغل الذي بذل لتغيير وضعها من وضع مستقر إلى وضع الاستطالة أو الإنكماش

أكمل: مقدار الطاقة الكامنة المرنة المخزنة في جسم نتيجة شدة أو ضغط أولية تتوقف على ثابت هوك والاستطالة

علل/ عودة الزنبرك إلى وضعه الأصلي عند افلاته ؟

لأن الزنبرك قد احتفظ بالشغل المبذول لسحب طرفيه على شكل طاقة كامنة مرنة لتعيده لوضعه الأصلي بعد افلات طرفه المشدود.

اكتب العلاقة الرياضية المستخدمة لحساب مقدار الطاقة الكامنة المرنة في زنبرك تم شده أو ضغطه والطاقة الكامنة المرنة عند لي

خيط مطاطي ؟

(١) في حالة الزنبرك المثبت تحسب الطاقة الكامنة المرنة من العلاقة التالية:

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

(٢) في حالة الخيط المثبت والذي تم ليه يتم حساب الطاقة الكامنة المرنة من العلاقة التالية:

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

حيث أن $\Delta \theta$ هي الازاحة الزاوية

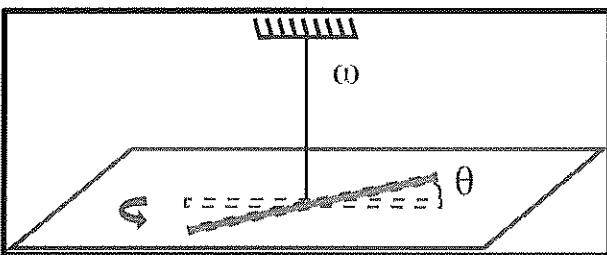
C تساوي ثابت مرونة الجسم المرن وتقاس بوحدة $N.m/rad^2$

ما هي العوامل التي يعتمد عليها ثابت مرونة الجسم ؟

(١) طول الخيط.

(٢) سماكته الخيط.

(٣) الخصائص الميكانيكية للجسم المرن.



٢,٤ الطاقة الكامنة (الوضع) الثقالية

ماذا يحدث للجسم إذا تم رفعه إلى ارتفاع معين ؟

يكتسب الجسم ما إذا رفع إلى ارتفاع عن سطح الأرض ، طاقة كامنة ثقالية في موقعه الجديد وبالتالي يستطيع بذل شغل إذا سمح له بالسقوط.

أكمل: الشغل المبذول على الجسم لرفعه إلى نقطة ما يساوي الطاقة الكامنة له عند هذه النقطة.

أكمل: يطلق على المستوي الذي نبدأ منه قياس الطاقة الكامنة بالمستوي المرجعي

أكمل: الطاقة الكامنة لأي جسم عند المستوي المرجعي تساوي صفراً

أكمل: الطاقة الكامنة الثقالية ترتبط بالمسافة الرأسية بين المكان والمستوي المرجعي.

$$PE = m \cdot g \cdot h$$

علل / الطاقة الكامنة لجسم وهو على سطح الأرض تساوي صفر ؟

- لأن عند سطح الأرض $H=0$ وبالتالي $PE=0$ حيث $PE = mgh$

علل / إذا أسقطت مطرقة علي مسمار من مكان مرتفع ينغرز المسمار مسافة أكبر مقارنة بإسقاطها من مكان أقل ارتفاعا ؟

- لأن المطرقة في الحالة الأولى تمتلك طاقة كامنة ثقالية أكبر فتبدل شغل أكبر علي المسار

وجه المقارنة	الطاقة الكامنة الثقالية	الطاقة الكامنة المرنة
التعريف	الشغل المبذول علي الجسم عند رفعه لنقطة ما	الشغل المبذول لتغيير وضع الجسم المرن من وضع مستقر إلي وضع الاستطالة أو الإنكماش أو اللي
القانون	$PE = m \cdot g \cdot h$	$PE_e = \frac{1}{2} k \Delta x^2$
العوامل	- وزن الجسم - الارتفاع عن المستوي المرجعي	- ثابت هوك للنابض أو ثابت المرونة للخيط - الاستطالة الحادثة أو الإزاحة الزاوية

حل المسائل التالية:

١ - كرة كتلتها $m = (0.1) \text{ Kg}$ موضوعة على المستوى الأفقي المار بالنقطة B كما في الشكل استخدم عجلة الجاذبية الأرضية

$g = (10) \text{ N/kg}$ احسب الطاقة الكامنة الثقالية للكرة بالنسبة إلى المستوى المرجعي B في كل من الحالات التالية:

- عند المستوى الأفقي المار بالنقطة A الذي يرتفع عن المستوى الأفقي المار بالنقطة B مسافة $(40)\text{cm}$

- عند المستوى الأفقي المار بالنقطة B.

- عند المستوى الأفقي المار بالنقطة C الذي ينخفض عن المستوى الأفقي المار بالنقطة B مسافة $(50)\text{cm}$

الحل:

(أ) باستخدام معادلة حساب الطاقة الكامنة الثقالية بالنسبة إلى مستوى أفقي

وبالتعويض عن المقادير المعروفة في المعادلة ، نحصل على:

$$PE_g = mgh$$

حيث تساوي h المسافة العمودية بين موقع الكرة والمستوى المرجعي المار بالنقطة B

$$PE_g = +0.1 \times 10 \times 0.4 = (+0.4)J$$

مقدار الطاقة الكامنة موجب لأن الكرة أعلى المستوى المرجعي B

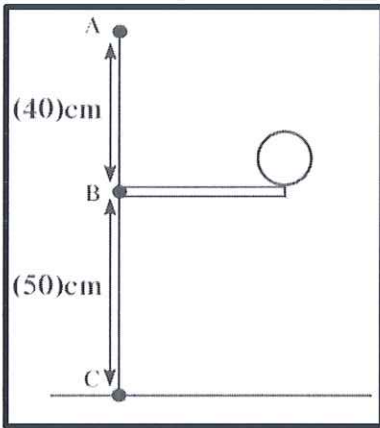
(ب) $h = (0)m$ لأن الكرة موجودة على المستوى المرجعي B وبالتالي $PE_g = (0)J$

(ج) بما أن الكرة موجودة أسفل المستوى المرجعي B المار بالنقطة C وعلى بعد $h_2 = (50)\text{cm}$ فإن طاقة الوضع

تساوي:

$$PE_g = -0.1 \times 10 \times 0.5 = (-0.5)J$$

مقدار الطاقة الكامنة سالب لأن الكرة أسفل المستوى المرجعي.



متي تتغير طاقة الوضع الثقالية لجسم ؟

- تغير في طاقة الوضع الثقالية لجسم ΔPE_g هي نتيجة تغير موضع مركز ثقل الجسم رأسيا بين نقطتين بالنسبة إلى المستوى المرجعي الأفقي.

اكتب المعادلة الرياضية التي تحكم مقدار التغير في طاقة الوضع الثقالية لجسم ؟

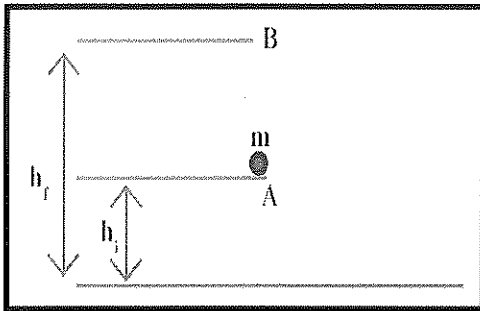
$$\Delta PE_g = PE_f - PE_i = mg(h_f - h_i) = m \cdot g \cdot \Delta h$$

أكمل: إذا تحرك جسم إلى أعلى تكون طاقة الوضع موجب والشغل المبذول سالب وإذا تحرك إلى أسفل تكون سالبة والشغل موجب.

أكمل: التغير في مقدار طاقة الوضع الثقالية يساوي **معكوس** الشغل المبذول من وزن الجسم خلال الإزاحة العمودية **قارن بين تحرك الجسم رأسيا إلى أعلى وتحركه رأسيا إلى أسفل ؟**

وجه المقارنة	تحرك الجسم رأسيا إلى أسفل	تحرك الجسم رأسيا إلى أعلى
$h_f - h_i$	سالب	موجب
ΔPE_g	سالب	موجب
مقدار الشغل	$W_w = mgh$	$W_w = -mgh$

حل المسائل التالية:



١- الشكل المقابل يوضح كتلة مقدارها 5 kg (5) تم رفعها رأسيا من النقطة A التي ترتفع 2m (2) عن سطح الأرض إلى نقطة B التي ترتفع 12m (12) عن سطح الأرض استخدم $g = 10 \text{ m/s}^2$

- (أ) أحسب الشغل المبذول من وزن الجسم خلال الإزاحة من A إلى B.
 (ب) أحسب التغير في طاقة الوضع الثقالية للجسم خلال تحريكه من A إلى B.
 (ج) قارن بين الشغل المبذول للوزن والتغير في طاقة الوضع الثقالية.

الحل:

(أ) باستخدام معادلة الشغل وبالتعويض عن المقادير المعروفة، نحصل على:

$$w = f \cdot d \cdot \cos\theta = m \cdot g \cdot h \cos(180) = 5 \times 10 \times (10)(-1) = (-500)J$$

(ب) باستخدام معادلة التغير في مقدار الطاقة الكامنة الثقالية بالنسبة إلى مستوى أفقي وبالتعويض عن المقادير المعروفة في المعادلة، نحصل على:

$$\Delta PE_g = m \cdot g \cdot (h_f - h_i) = 5 \times 10 \times (12 - 2) = (+500)J$$

(ج) بالمقارنة بين الإجابات في كل من الجزئين السابقين نستنتج أن

$$\Delta PE_g = -w$$

٥- الطاقة الميكانيكية

أكتب المصطلح العلمي المناسب: الطاقة اللازمة لتغيير موضعه أو تعديله وهي تساوي مجموع طاقة الجسم الحركية وطاقته الكامنة (الطاقة الميكانيكية لجسم أو نظام ما)
 ما هي العلاقة الرياضية التي تمثل الطاقة الميكانيكية ؟

$$ME = KE + PE$$

أكمل: الطاقة الميكانيكية للجسم تظل **ثابتة** مهما أختلف الارتفاع بإهمال الاحتكاك مع الهواء

أكمل: عند المستوي المرجعي تكون الطاقة الكامنة الثقالية للجسم **صفر** بينما تكون الطاقة الحركية أكبر ما يمكن

١- الطاقة الميكانيكية الماكروسكوبية

أكتب المصطلح العلمي المناسب: الجسم الذي له أبعادا يمكن قياسها ورؤيتها بالعين (الجسم الماكروسكوبي)

أكتب المصطلح العلمي المناسب: الاجسام الصغيرة جدا التي لا تري بالعين المجردة (الأجسام الميكروسكوبية)

أكتب المصطلح العلمي المناسب: مجموع الطاقة الحركية والطاقة الكامنة للجسم الماكروسكوبي (الطاقة

$$KE_{macro} + PE_{macro} = ME_{macro} \text{ (الميكانيكية الماكروسكوبية)}$$

٢- الطاقة الميكانيكية الميكروسكوبية (الطاقة الداخلية) U

أكمل: تتألف الأجسام الصلبة أو السائلة أو الغازية من جزيئات تتحرك عشوائيا وبشكل دائم.

أكمل: ... تزداد سرعة ... تحرك هذه الجزيئات بارتفاع درجة حرارة الجسم الذي تسببه الطاقة الحركية الميكروسكوبية

علل/ تغير حالة المادة من حالة الي حالة اخري ؟

- بسبب الطاقة التي تتبادلها جسيمات النظام وتؤدي الى تغيير حالته بتغيير طاقة الربط بين أجزائه والتي تسمى بالطاقة الكامنة الميكروسكوبية.

ماذا تساوي الطاقة الميكانيكية الميكروسكوبية ؟

تساوي مجموع الطاقة الحركية الميكروسكوبية المكونة لجسيمات النظام والطاقة الكامنة الميكروسكوبية

$$ME_{micro} = KE_{micro} + PE_{micro} + U \text{ الناتجة عن مختلف التأثيرات بين جسيمات النظام.}$$

أكتب المصطلح العلمي المناسب: مجموع طاقات الوضع والحركة لجسيمات النظام (الطاقة الداخلية)

قارن بين الطاقة الميكانيكية الماكروسكوبية والطاقة الميكانيكية الميكروسكوبية ؟

وجه المقارنة	الطاقة الميكانيكية الماكروسكوبية	الطاقة الميكانيكية الميكروسكوبية
التعريف	مجموع طاقة الوضع وطاقة الحركة للجسم	مجموع طاقة الوضع وطاقة الحركة لجسيمات النظام
العلاقة الرياضية	$ME_{macro} = KE_{macro} + PE_{macro}$	$U = KE_{micro} + PE_{micro}$
العوامل	- الطاقة الحركية الماكروسكوبية - الطاقة الكامنة الماكروسكوبية	- الطاقة الحركية الميكروسكوبية - الطاقة الكامنة الميكروسكوبية

٣- حفظ (بقاء) الطاقة الكلية

أكتب المصطلح العلمي المناسب: مجموع الطاقة الداخلية U والطاقة الميكانيكية ME وتتمثل

$$E = ME + U \text{ (الطاقة الكلية لنظام)}$$

ملحوظة: كان العالم هلمهولتز هو أول من تناول موضوع حفظ (بقاء) الطاقة الكلية.

أكمل: في الأنظمة ... المعزولة ... المغلقة التي لا تتبادل طاقة مع محيطها تكون الطاقة الكلية محفوظة.

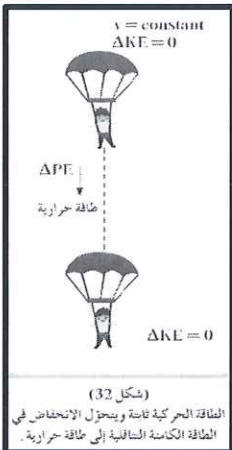
أكتب المصطلح العلمي: الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من عدم ، ويمكن داخل أي نظام معزول أن

تتحول من شكل إلى آخر ، فالطاقة الكلية للنظام ثابتة لا تتغير (قانون حفظ الطاقة)

علل/ ارتفاع درجة حرارة المظلة والهواء المحيط اثناء هبوط المظلي باستخدام المظلة ؟

عندما يصل المظلي الي السرعة الحدية تكون طاقة حركته ثابتة لا تتغير فيما تتناقص طاقة الوضع

التثاقلية ويتحول الجزء المفقود منها لطاقة حرارية تؤدي لارتفاع درجة حرارة المظلة والهواء المحيط.



أكتب المصطلح العلمي المناسب: نظام لا تتبادل في الطاقة مع محيطها وتكون الطاقة الكلية محفوظة. (النظام المعزول)

أكمل: التغير في الطاقة الكلية يساوي مجموع التغير في الطاقة الميكانيكية والتغير في الطاقة الداخلية.

أكمل: في حالة سقوط جسم فإن الطاقة الميكانيكية للنظام ثابتة لا تتغير بإهمال قوى الاحتكاك مع الهواء.

أكمل: في الأنظمة المعزولة يكون التغير في الطاقة الكامنة (الوضع) يساوي معكوس التغير في الطاقة الحركية.

أكمل: الشرط الذي ينبغي توفره لتكون الطاقة الميكانيكية لنظام معزول محفوظة هو إهمال قوة الاحتكاك.

ما معني $\Delta E = \Delta ME + \Delta U$ ؟

- معني ذلك أن التغير في الطاقة الكلية يساوي مجموع التغير في الطاقة

الميكانيكية والتغير في الطاقة الداخلية.

علل/ في الأنظمة المعزولة المخلقة تكون الطاقة الكلية محفوظة ؟

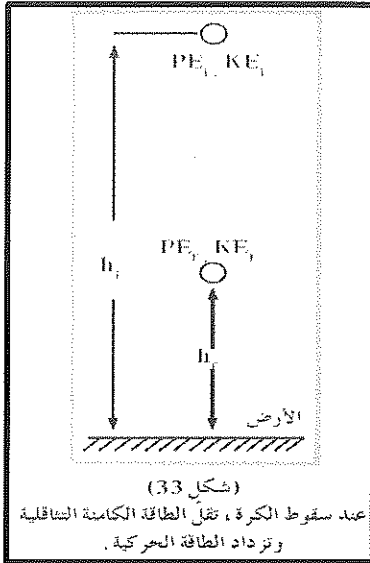
- لان النظام المعزول لا يتبادل الطاقة مع الوسط المحيط.

ماذا يحدث عند إهمال الاحتكاك ؟

(١) الطاقة الميكانيكية تظل محفوظة

(٢) الطاقة الداخلية تظل محفوظة

(٣) الطاقة الكلية تظل محفوظة



حل المسائل التالية:

١- كرة موجودة على ارتفاع $m(2)$ من سطح الأرض الذي يعتبر مستوى مرجعياً

سقطت من سكون في غياب الاحتكاك لتصل إلى الأرض استخدم قانون حفظ (بقاء)

الطاقة الميكانيكية لحساب سرعة الكرة لحظة الاصطدام علماً أن عجلة الجاذبية

الأرضية $g = (10) \text{N/Kg}$

الحل:

في غياب الاحتكاك مع الهواء، الطاقة الميكانيكية للنظام (الكرة - الأرض)

محفوظة، أي أن: (الطاقة الكامنة الثقالية تقل والطاقة الحركية تزداد)

$$\Delta ME = 0$$

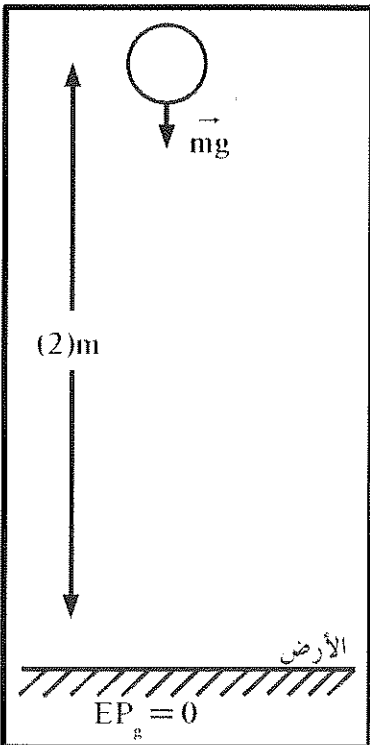
$$ME_i = ME_f \rightarrow KE_i + PE_i = KE_f + PE_f$$

وبما أن السرعة الابتدائية تساوي صفراً، فإن $KE_i = 0$

وعند وصول الكرة إلى الأرض يكون الارتفاع يساوي صفراً، أي $PE_f = 0$

وبالتعويض عن المقادير المعروفة، نحصل على $0 + m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m \cdot V_f^2 + 0$

$$V_f = \sqrt{2gh} = \sqrt{40} = (6.32) \text{ m/s}$$



التغير في مقدار الطاقة الميكانيكية يتمثل بالمعادلة:

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

حيث تمثل f مقدار قوة الاحتكاك وتمثل d مقدار الإزاحة

أكمل: التغير في الطاقة الميكانيكية يساوي معكوس التغير في الطاقة الداخلية.

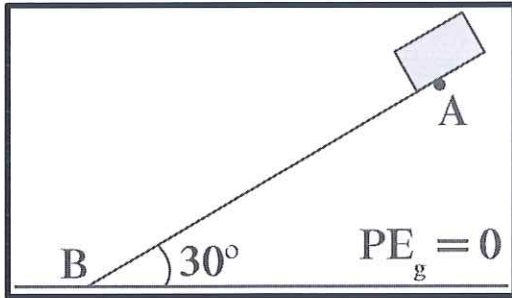
أكمل: الشغل الناتج عن قوى الاحتكاك المؤثرة على أجزاء النظام تتحول إلى طاقة داخلية في النظام.

أكمل: التغير في الطاقة الميكانيكية في نظام معزول يساوي الشغل الناتج عن مجموع قوى الاحتكاك $\sum f$ المؤثرة في النظام

أكمل: الشغل الناتج عن قوى الاحتكاك المؤثرة على أجزاء النظام يؤدي إلى تغير ... درجة الحرارة أو درجة النظام ... بالتتابع

حل المسائل التالية:

١ - صندوق صغير كتلته $m = (100) \text{ g}$ أفلت من سكون من النقطة A على المستوى المائل الخشن $AB(4)\text{m}$ الذي يصنع



زاوية ميل α مع المستوى الأفقي مقدارها 30° كما في الشكل.

احسب مقدار قوة الاحتكاك على المستوى المائل إذا ما وصل الصندوق

إلى النقطة B عند نهاية المستوى المائل بسرعة مقدارها $V_B = (6) \text{ m/s}$

اعتبر أن قوة الاحتكاك قوة ثابتة وأن $(g = (10) \text{ N/Kg})$

الحل:

في وجود قوة الاحتكاك بين الصندوق والمستوى المائل، نقول إن الطاقة

الميكانيكية للنظام المعزول (الصندوق - الأرض) غير محفوظة $\Delta ME \neq 0$

وبالتالي $\Delta Me = -\Delta U$

وبما أن الطاقة الداخلية هي نتيجة الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك فإن مقدارها

يساوي مقدار الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك ،

$$\text{أي } \Delta U = W_f \text{ ومنها } ME_f - ME_i = -W_f$$

نفترض أن قوة الاحتكاك قوة منتظمة معاكسة لاتجاه الحركة نحصل على:

$$\left(\frac{1}{2} m \cdot V_f^2 + m \cdot g \cdot h_f \right) - \left(\frac{1}{2} m \cdot V_i^2 + m \cdot g \cdot h_i \right) = (f \times AB \times \cos 180)$$

بالتعويض عن $V_i = 0$ لأن الصندوق انطلق من سكون وعن $H_f = 0$ ولأن الصندوق عند النقطة B يكون على المستوى المرجعي نكتب:

$$\left(\frac{1}{2} m \cdot V_f^2 + 0 \right) - (0 + m \cdot g \cdot h_i) = (f \times AB \times \cos 180)$$

بالتعويض عن المقادير المعلومة الأخرى وحيث $h_i = AB \sin 30 = (2) \text{ m}$ نحصل على:

$$\left(\frac{1}{2} \times 0.1 \times 36 \right) - (0.1 \times 10 \times 2) = -f \times 4 \rightarrow f = \frac{0.2}{4} = (0.05) \text{ N}$$



١- تعريف عزم الدوران (عزم القوة)

أكتب المصطلح العلمي المناسب:

- كمية فيزيائية تعبر عن مقدرة القوة على إحداث حركة دورانية للجسم حول محور الدوران. (عزم القوة)
- كمية متجهه تساوي حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهي القوة في طول ذراعها. (عزم القوة)
- أكمل: القوة هي المسبب لتسارع الأجسام بينما عزم القوة مسبب الدوران.

٢- حساب مقدار عزم القوة

أكمل: يعتبر سحب المسمار بواسطة مطرقة مثال علي فعل الرافعة.أكمل: ينتج عزم القوة عن استخدام القوة وما يعرف بفعل الرافعة.أكمل: استخدام مفتاح ربط ذي مقبض طويل يؤدي الي بذل جهد أقل.

أكتب المصطلح العلمي المناسب: المسافة العمودية من محور الدوران إلى نقطة تأثير القوة. (ذراع الرافعة)

ماذا يحدث في الحالات التالية: إذا كانت القوة تصنع زاوية (θ) مع ذراع الرافعة ؟- فإن مركبة القوة العمودية $\vec{F}$ هي التي تسهم في عمل عزم القوة فحسب.

كيف يتم حساب عزم القوة ؟

يحسب عزم القوة باستخدام المعادلة التالية:

عزم القوة - مركبة القوة العمودية على الرافعة $\times$ ذراع القوة $\vec{\tau} = \vec{F} \perp \times \vec{d}$

اذكر العوامل التي يتوقف عليها عزم القوة ؟

(١) القوة (٢) ذراع العزم (٣) الزاوية بينهما

أكتب المعادلة الرياضية التي تستخدم لحساب عزم القوة في حالة ان القوة تصنع زاوية (θ) مع المحور الأفقي ؟

$$\tau = F \times d \times \sin\theta$$

أكمل: وحدة قياس عزم القوة N.mأكمل: يمكن أن ينتج نفس العزم

للقوة بتأثير قوة كبيرة مع ذراع عزم قصير أو قوة صغيرة مع ذراع عزم طويل.

٣- اتجاه عزم القوة

أكمل: يعتبر عزم القوة كمية متجهة.

علل/ يصعب فك صامولة باستخدام مفتاح صغير ؟

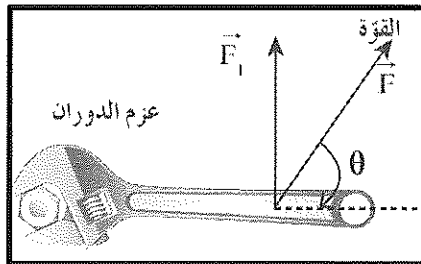
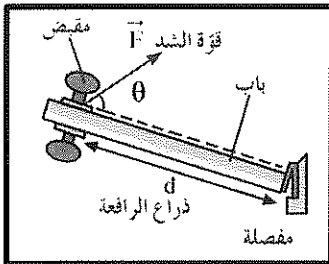
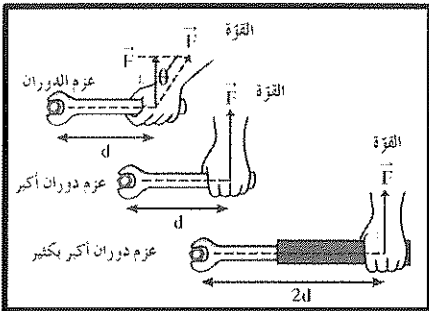
لأن ذراع العزم صغير وكلما قل الذراع قل عزم القوة فتقل الفائدة الميكانيكية فتحتاج جهد أكبر.

كيف يمكن تحديد اتجاه عزم القوة ؟

- يمكن تحديد اتجاهها باستخدام قاعدة اليد اليمنى ، بحيث يشير الإبهام إلى اتجاه عزم القوة بعد تدوير الأصابع باتجاه دوران الجسم

ما هي قاعدة الإشارة التي تستخدم مع عزم القوة ؟

- إن اتجاه عزم القوة يكون موجبا عندما يؤدي إلى الدوران عكس اتجاه حركة عقارب الساعة ، وسالبا إذا أدى إلى الدوران مع اتجاه عقارب الساعة.

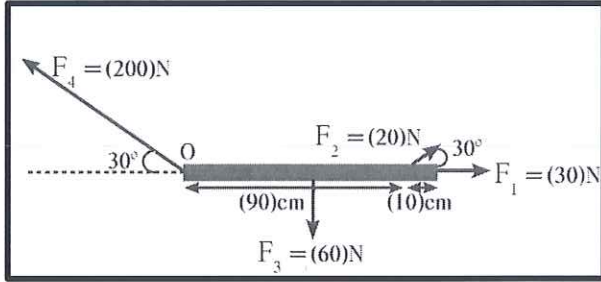


يوضح الشكل المقابل ساق متجانسة طولها (100) cm وزنها (60) N تؤثر فيها ثلاث قوى.

(أ) أحسب مقدار عزم القوة لكل من القوى الأربع حول محور الدوران (0) وحدد اتجاهها.

(ب) أحسب محصلة العزوم على الساق الناتج عن تأثير القوى الأربع.

(ج) استنتج اتجاه دوران الساق.



الحل:

(أ) باستخدام المعادلة الرياضية $\tau = F \times d \times \sin\theta$ وبالتعويض عن المقادير المعروفة، نجد

عزم القوة $\vec{F}_1$ حول 0 يساوي: $\tau_1 = F_1 \times d_1 \times \sin\theta = (0) N.m$

عزم القوة $\vec{F}_2$ حول 0 يساوي: $\tau_2 = F_2 \times d_2 \times \sin 30 = 20 \times 0.9 \times \sin 30 = (+9) N.m$ واتجاهها موجب لأن القوة تعمل على تدوير الجسم عكس عقارب الساعة.

عزم القوة $\vec{F}_3$ حول 0 يساوي: $\tau_3 = F_3 \times d_3 \times \sin 90 = 60 \times 0.5 \times \sin 90 = (-30) N.m$ واتجاهها سالب لأن القوة تعمل على تدوير الجسم مع اتجاه عقارب الساعة.

عزم القوة $\vec{F}_4$ حول 0 يساوي: $\tau_4 = F_4 \times d_4 \times \sin\theta = (0) N.m$

لأن المسافة بين نقطة تأثير القوة والمحور تساوي صفراً
(ب) تساوي محصلة العزوم

$$\sum \vec{\tau} = \vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2 + \vec{\tau}_3 + \vec{\tau}_4 = 0 + 9 - 30 + 0 = (-21) N.m$$

(ج) اتجاه محصلة العزوم سالب كما تظهر النتيجة لذا سيدور الساق حول محور الدوران باتجاه عقارب الساعة.

العزوم المتزنة

ما المقصود بالعزوم المتزنة ؟

- هي العزوم التي تكون محصلتها تساوي صفر

أكمل: في لعبة الأرجوحة وزن الأطفال لا يسبب الدوران بل يسبب العزم.

أكمل: يتحقق الاتزان إذا كان عزم القوة الذي يسبب دورانا مع اتجاه عقارب

الساعة يتساوى مع عزم القوة الذي يسبب دورانا عكس اتجاه عقارب الساعة.

أكمل: الشرط الضروري لتحقيق الاتزان الدوراني هو أن محصلة جمع العزوم تساوي صفراً.

أكمل: يعتمد اتزان الميزان الذي يعمل بالأوزان المنزلة علي اتزان العزوم

متي نقول النظام به إتزان دوراني ؟

- عندما يكون المجموع الجبري للعزوم مع اتجاه عقارب الساعة - المجموع الجبري للعزوم عكس اتجاه عقارب الساعة

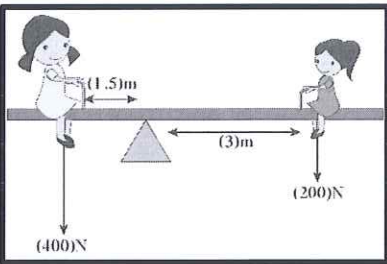
$$\Sigma \tau_{c.w} = \Sigma \tau_{A.c.w}$$
 ويمكن صياغة ذلك رياضياً

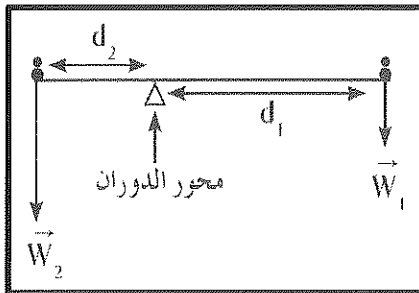
ما هي شروط الاتزان الدوراني ؟

لابد من توفر الشروط التالية:

$$\Sigma \vec{F} = 0$$

$$\Sigma \vec{\tau} = 0$$





١- يجلس طفلان وزن أحدهما (300)N ووزن الآخر (450)N على طرفي أرجوحة طولها (3) m مهملة الكتلة كما في الشكل حدد موقع محور الدوران بالنسبة إلى أحدهما والذي يجعل النظام في حالة اتزان دوراني.

الحل:

ينص شرط الإلتزان الدوراني على أن محصلة جمع العزوم تساوي صفراً: $\Sigma \vec{\tau} = 0$

أي أن المجموع الجبري للعزوم مع اتجاه عقارب الساعة - المجموع الجبري للعزوم عكس اتجاه عقارب الساعة.

$$\Sigma \tau_{C.W} = \Sigma \tau_{A.C.W}$$

إن عزم دوران الطفل الأول بالنسبة إلى محور الدوران الذي يبعد عن نقطة تأثير القوة مسافة d_1 يساوي:

$$\tau_1 = W_1 \times d_1 \times \sin 90 = (300d_1)$$

أما عزم دوران وزن الطفل الثاني بالنسبة إلى المحور الذي يبعد عن نقطة تأثير القوة مسافة d_2 يساوي:

$$\tau_2 = W_2 \times d_2 \times \sin 90 = (400d_2)$$

بالتعويض عن شرط الإلتزان وباستخدام العلاقة: $d_1 + d_2 = (3)m$ نجد أن:

$$300d_1 = 450(3 - d_1)$$

$$d_1 = \frac{1350}{750} (1.8)m$$

أي أن محور الدوران يبعد عن الطفل الأول $d_1 = (1.8)m$ ويبعد عن الطفل الثاني $d_2 = 3 - 1.8 = (1.2)m$

عزم القوة ومركز الثقل

ما المقصود بمركز ثقل الجسم ؟

- الموضع الذي تكون عنده محصلة عزوم قوة الجاذبية المؤثرة في الجسم تساوي صفر

أكمل: نقطة تأثير قوة الجاذبية يكون في نقطة مركز الثقل.

أكمل: مركز الثقل هو الموضع الذي يكون عنده محصلة عزوم قوة الجاذبية المؤثرة في الجسم الصلب ... تساوي صفراً

أكمل: في حالة ركل الكرة بخط مركز ثقلها فإن الكرة سوف تتحرك بدون دوران.

أكمل: إذا كان خط عمل القوة المؤثرة لا يمر بمركز الثقل، فالكرة بالإضافة إلى حركة مركز ثقلها، ستدور

حول هذا المركز

أكمل: مركز ثقل الجسم الصلب هو موقع محور الدوران الذي تكون محصلة عزوم قوى الجاذبية المؤثرة في الجسم الصلب حوله تساوي صفراً.

اذكر العوامل التي يتوقف عليها عزم القوة ؟

(١) مقدار القوة (٢) ذراع العزم (٣) الزاوية بين القوة و المحور الأفقي

علل/ وجود موقع مركز الثقل خارج المساحة الحاملة للجسم سيجعله ينقلب ؟

- عندما يصبح مركز ثقلك خارج المساحة الحاملة لجسمك يصبح هنالك عزم للقوة، وعندئذ ستعلم أن سبب انقلابك هو عزم القوة.

ماذا يحدث عندما يكون موقع مركز الثقل خارج المساحة الحاملة للجسم ؟

- يحدث عزم دوران وبالتالي ينقلب الجسم

ماذا يحدث عند تغير الزاوية بين متجهي القوة وذراع القوة ؟

- نحصل على قيم متعددة لعزم القوة



مما يتكون عزم الازدواج ؟

- عزم الازدواج يتكون من قوتين متساويتين في المقدار ومتوازيتين وتعملان في اتجاهين متضادين وليس لهما خط عمل واحد.

اذكر العوامل التي يتوقف عليها عزم الازدواج ؟

(١) إحدى القوتين

(٢) المسافة العمودية بين القوتين.

أكمل: من الأمثلة على عزم الازدواج مقبض الصنبور و مقود الدراجة و المفتاح الرباعي.

أكمل: يساوي عزم الازدواج حاصل ضرب مقدار إحدى القوتين بالمسافة العمودية بينهما.

أكمل: عزم الازدواج الذي يخضع له جسم قابل للدوران حول محور يمر بمنتصفه يساوي مثلي عزم إحدى القوتين

اكتب العلاقة الرياضية التي تمثل عزم الازدواج ؟

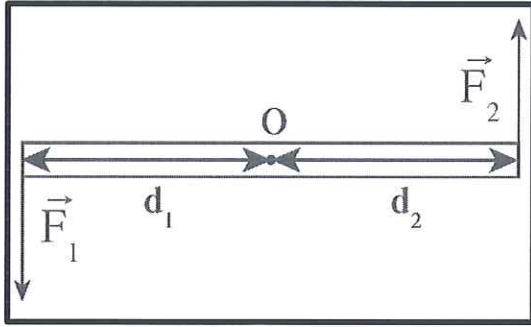
$$\vec{C} = \vec{F} \times d$$

حيث ان $\vec{C}$ هو عزم الازدواج

علل/ مفتاح فك الصواميل يكون خاضعا لازدواج يعمل على إدارته بالرغم

من إننا نشاهد قوة وحيدته تؤثر عليه ؟

- لوجود قوة رد فعل للصواميل معاكسة للقوة الأصلية



حل المسائل التالية:

مفك قطر مقبضه 3cm وعرض رأسه الذي يدخل في شق البرغي 7mm استخدم لتثبيت

البرغي في لوح خشبي وذلك بالتأثير في مقبضه بواسطة اليد بقوتين متساويتين في المقدار

$F_1 = F_2 = (49)N$ ومتعاكستين في الاتجاه كما في الشكل.

(أ) أحسب مقدار عزم الازدواج المؤثر في مقبض المفك.

(ب) احسب مقدار القوة التي تؤدي إلى دوران البرغي المراد تثبيته.

الحل:

(أ) باستخدام معادلة عزم الازدواج وبالتعويض عن المقادير المعروفة ، نحصل على:

$$C = F \times d = 49 \times 0.03 = (1.47)N.m$$

(ب) عزم الازدواج الذي يؤثر في البرغي هو نفسه الذي يؤثر في المقبض ، وبالتالي يساوي عزم

الازدواج على البرغي

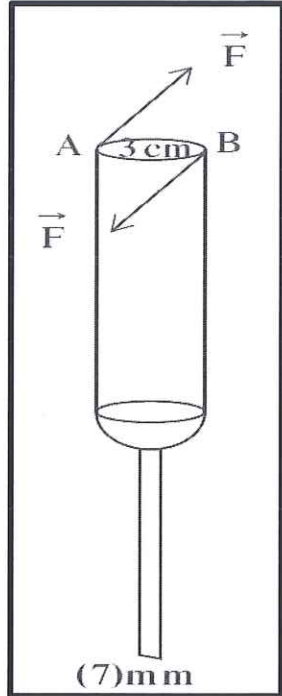
$$C = (1.47)N.m$$

بالمقابل ، يساوي عزم الازدواج على البرغي حاصل ضرب مقدار إحدى القوى المؤثرة والمسافة

العمودية بين القوتين والتي تتمثل بعرض المفك $d = (7)mm$

وباستخدام معادلة الازدواج $C = f' . d$ نجد $F' = \frac{C}{d}$ وبالتعويض عن المقادير المعروفة ، نحصل على

$$F' = \frac{1.47}{7 \times 10^{-3}} = (210)N$$



١- القصور الذاتي الدوراني (١)

أكتب المصطلح العلمي المناسب: مقاومة الجسم لتغير حركته الدورانية. (القصور الذاتي الدوراني)

أكمل: تميل الأجسام التي تدور إلى الاستمرار في الدوران ، في حين تميل الأجسام الساكنة إلى البقاء ساكنة.

أكمل: في حالة غياب محصلة القوة فإن الأجسام التي تدور تحتفظ بدورانها.

٢- العوامل المؤثرة في القصور الذاتي الدوراني

أكمل: كلما زادت المسافة بين كتلة الجسم والمحور الذي يحدث عنده الدوران زاد القصور الذاتي الدوراني.

أكمل: يعتمد القصور الذاتي الدوراني على توزيع الكتلة

أكمل: عند الإمساك بمضرب كرة البيسبول ذي الذراع الطويلة قرب طرفه يكون له قصورا ذاتيا دورانيا أكبر من قصور المضرب ذي الذراع القصيرة.

أكمل: يتحرك المضرب الطويل يكون له ميل كبير للبقاء متحركا.

أكمل: يملك المضرب القصير قصورا ذاتيا دورانيا أقل من المضرب الطويل.

أكمل: يقلل إيقاف المضرب قصوره الذاتي الدوراني.

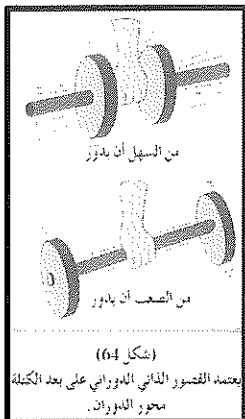
أكمل: تتحرك الحيوانات ذات القوائم الطويلة بسرعة أقل من الحيوانات ذات القوائم القصيرة.

اذكر العوامل التي يتوقف عليها القصور الذاتي الدوراني ؟

(أ) موضع محور الدوران بالنسبة لمركز الكتلة.

(ب) شكل الجسم وتوزيع الكتلة.

(ج) مقدار كتلة الجسم.

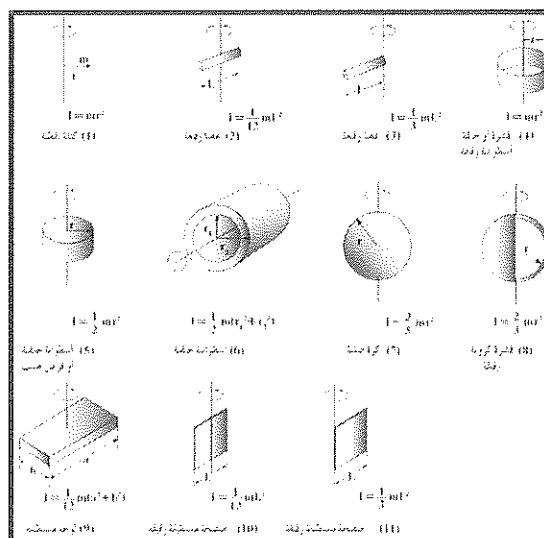


٣- قوانين القصور الذاتي الدوراني

أكمل: عندما تكون الكتلة أكثر توزيعا يكون القصور الذاتي أقل وتختلف صيغته الرياضية.

أكمل: يقاس القصور الذاتي الدوراني بحسب النظام الدولي للوحدات بوحدة kg.m^2

بعض قوانين القصور الذاتي الدوراني لأشكال مختلفة:



علل/ يختلف القصور الذاتي الدوراني لكرتين متماثلتين تدوران حول محور يمر بمركز كتليهما أحدهما مصمته والأخرى مجوفة ؟

.. بسبب اختلاف توزيع الكتلة لكل منهما حول مركز الدوران

علل/ البندول القصير يتحرك إلى الأمام والخلف أكثر من تحرك البندول الطويل ؟

.. لأن البندول القصير له قصور ذاتي دوراني أقل من البندول الطويل.

ما هي نظرية المحور الموازي ؟

- نظرية تقوم بحساب القصور الذاتي الدوراني حول محور مواز للمحور المار بمركز الثقل.

أكمل: يختلف القصور الذاتي الدوراني للجسم الذي يدور حول محور محدد مع اختلاف محور الدوران.

اكتب الصيغة الرياضية لنظرية هونغنس ؟

$$I = I_0 + m \cdot d^2$$

حيث

m كتلة الجسم

d هي المسافة الفاصلة بين موضع المحور المار بمركز الثقل

I_0 المحور الجديد الموازي له

أكمل: جسم كتلته مهملة فإن $I=0$

حل المسائل التالية:

أحسب القصور الذاتي الدوراني للنظام المؤلف من كرتين من الحديد متماثلتين كتلة الواحدة منهما $m = (5) \text{kg}$ ونصف

قطرها $r = (5) \text{cm}$ مثبتتين على طرفي عصا كتلتها $m = (2) \text{kg}$ وطولها L المسافة بين مركزي كتلة الكرتين تساوي

$m = (2) \text{kg}$ يدور النظام حول محور عمودي يمر بنقطة الوسط للعصا كما هو موضح في الشكل علما أن مقدار القصور الذاتي

الدوراني لكل من الأجسام الثلاثة حول محور يمر بمركز ثقل كل منهما يساوي:

$$I_{o \text{ sphere}} = \frac{2}{5} mr^2 \quad \text{للكرة بالنسبة إلى محور يمر بمركز ثقلها}$$

$$I_{o \text{ rod}} = \frac{1}{12} mL^2 \quad \text{للعصا بالنسبة إلى محور يمر بمركز ثقلها}$$

الحل:

القصور الذاتي الدوراني للنظام حول محور الدوران 0 يساوي

مجموع القصور الذاتي الدوراني لجميع مكوناته حول المحور

$$I_{\text{system}} = I_{\text{sphere}} + I_{\text{sphere}} + I_{\text{rod}}$$

وبما أن الكتلتين متماثلتان:

$$I_{\text{system}} = 2I_{\text{sphere}} + I_{\text{rod}}$$

باستخدام معادلة المحور الموازي ، نجد القصور الذاتي الدوراني لكل من مكونات النظام حول المحور 0 كما يلي:

$$I_{\text{sphere}} = I_0 + md^2$$

$$I_{\text{sphere}} = \frac{2}{5} mr^2 + m \left(\frac{d}{2} \right)^2$$

$$I_{\text{sphere}} = \frac{2}{5} \times 5 \times (5 \times 10^{-2})^2 + 5 \times (1)^2 = 0.005 + 5 = (5.005) \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

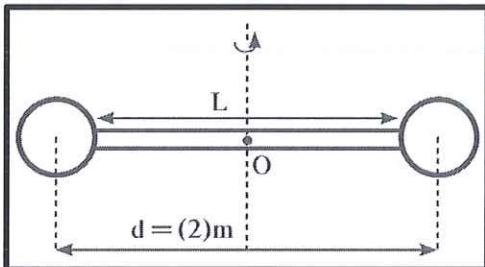
$$I_{\text{rod}} = \frac{1}{12} m \cdot L^2 \quad \text{ولكن } L = d - 2r \text{ وعليه:}$$

$$I_{\text{rod}} = \frac{1}{12} m \times (d - 2r)^2 = \frac{1}{12} (2)(1.9)^2 = (0.60) \text{Kg} \cdot \text{m}^2$$

وبالتعويض عن المعادلة ، نجد أن القصور الذاتي الدوراني للنظام

$$I_{\text{system}} = 2I_{\text{sphere}} + I_{\text{rod}}$$

$$I_{\text{system}} = 2(5.005) + 0.6 = (10.6) \text{Kg} \cdot \text{m}^2$$



١- كمية الحركة

أكمل: كمية الحركة تتناسب طرديا مع سرعة الجسم وكتلته.

أكمل: يمكن لجسمين مختلفين في الكتلة أن يكون لهما نفس كمية الحركة.

أكتب المصطلح العلمي المناسب:

- القصور الذاتي للجسم المتحرك (كمية الحركة)

- حاصل ضرب الكتلة ومتجه السرعة. (كمية الحركة)

ما هي العوامل التي تتوقف عليها كمية الحركة ؟

(١) كتلة الجسم.

(٢) سرعة الجسم.

علل/ يصعب إيقاف شاحنة كبيرة عن إيقاف سيارة صغيرة تتحرك بنفس سرعة الشاحنة ؟

- لأن كمية الحركة للشاحنة أكبر أو القصور الذاتي للشاحنة أكبر لأن كتلة الشاحنة أكبر.

علل/ التغير في كمية الحركة الخطية للجسم المتحرك بسرعة ثابتة المقدار والاتجاه يساوي صفرا ؟

- لأن التغير في السرعة يساوي صفرا وبالتالي العجلة والقوة تساوي صفرا والدفع يساوي صفرا.

ما هي العلاقة الرياضية لكمية الحركة ؟

$$\vec{P} = m \cdot \vec{V} \rightarrow Kg \cdot \frac{m}{s}$$

كمية الحركة = الكتلة × متجه السرعة.

علل/ كمية الحركة للكتلة كمية متجهة ؟

- نظرا لأن متجه السرعة كمية متجهة فإن كمية الحركة للكتلة تكون كمية متجهة أيضا.

أكمل: إذا كان النظام مؤلف من مجموعة كتل نقطية فإن كمية الحركة للنظام تساوي حاصل جمع المتجهات

لكمية الحركة لكل كتلة نقطية.

أكمل: كمية الحركة كمية متجهة ولها نفس اتجاه السرعة المتجهة.

أكتب المصطلح العلمي المناسب: القوة الثابتة التي لو أثرت في الجسم للفترة الزمنية نفسها لأحدثت الدفع نفسه الذي تحدثه

القوة المتغيرة (متوسط القوة F)

أكتب المعادلة التي يمكن بها حساب كمية الحركة لنظام مؤلف من مجموعة من الكتل النقطية ؟

$$\vec{P}_{sys} = \Sigma \vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \dots + \vec{P}_n$$

أكمل: لتغير كمية الحركة يجب تغير كتلة الجسم أو سرعة أو كليهما معا.

أكمل: القوة والزمن عاملان ضروريان لإحداث تغير في كمية الحركة.

أكمل: وحدة قياس الدفع (NS) وتكافئ Kg.m/s

أكمل: كلما كان مقدار الدفع علي جسم معين أكبر كان التغير في كمية الحركة أكبر

أكتب المصطلح العلمي:

هو حاصل ضرب مقدار القوة في زمن تأثيرها على الجسم ، ويمثل بالحرف اللاتيني I. (مقدار الدفع)

ما هي الصيغة الرياضية لحساب مقدار الدفع ؟

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

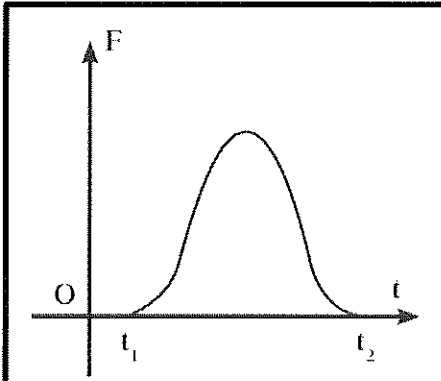
الدفع كمية قياسه ام كمية متجهة ؟ و ما هي وحدة قياسه ؟

- الدفع كمية متجهة لها إتجاه القوة المؤثرة ، يقاس الدفع بحسب النظام الدولي للوحدات بوحدة (NS)

أكمل: القوة المؤثرة في الدفع هي قوة متغيرة خلال فترة تأثيرها.

في الشكل المقابل ماذا تمثل المساحة تحت المنحني ؟

تمثل المساحة تحت المنحني عددياً مقدار دفع القوة I



(شكل 98)

العلاقة البيانية بين القوة المؤثرة في الكرة وزمن تأثيرها

ماهي العوامل التي يتوقف عليها دفع القوة ؟

(١) القوة المؤثرة

(٢) زمن التأثير

ما المقصود بمتوسط القوة ؟

- توسط القوة F هي القوة الثابتة التي لو أثرت في الجسم للفترة الزمنية نفسها

لأحدثت الدفع نفسه الذي تحدثه القوة المتغيرة.

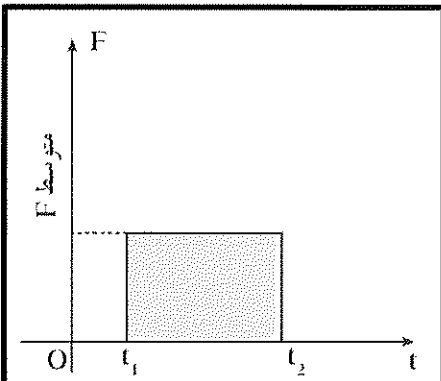
ملاحظة: السؤال في سياق الدرس عن القوة المسببة للدفع يقصد به دائما

متوسط القوة وليس القوة المتغيرة.

قانون الدفع والتغير في كمية الحركة

$$\Delta \vec{p} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

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



(شكل 99)

يمثل الدفع عددياً مساحة المستطيل.

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

مشتق كمية الحركة بالنسبة إلى الزمن يساوي محصلة القوى الخارجية المؤثرة في النظام:

$$\Sigma \vec{f} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

حل المسائل التالية:

١- كتلة نقطية مقدارها 1 kg تتحرك بسرعة منتظمة مقدارها 10 m/s في الاتجاه الموجب لحوار x ثرت قوة منتظمة

على الكتلة النقطية لمدة 4 s فخفضت مقدار السرعة إلى 2 m/s من دون أن تغير اتجاهها.

(أ) ما هو مقدار كمية الحركة للكتلة قبل تأثير القوة وبعده ؟

(ب) احسب مقدار الدفع على الكتلة ؟

(ج) ما هو مقدار القوة F المؤثرة في الجسم واتجاهها ؟

الحل:

(أ) كمية الحركة هي كمية متجهة ويمكن حسابها باستخدام المعادلة التالية:

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

كمية الحركة الابتدائية تساوي:

$$\vec{P}_1 = m \cdot \vec{V} = 1(10\vec{i}) = (10\vec{i}) \text{ kg.m / s}$$

كمية الحركة الخطية النهائية تساوي:

$$\vec{P}_f = m \cdot \vec{V}_f = 1(2\vec{i}) = (2\vec{i}) \text{ kg} \cdot \frac{m}{s}$$

(ب) باستخدام المعادلة الرياضية بين الدفع والتغير في كمية الحركة:

$$I = \Delta P = mV_f - V_i$$

$$\vec{I} = 1(2 - 10\vec{i}) = (-8\vec{i}) \text{ N.s}$$

وتدل الإشارة السالبة على أن اتجاه الدفع معاكس لاتجاه الحركة ، ويساوي مقدار الدفع 8 N.s (8)

(ج) حيث إن الدفع يساوي حاصل ضرب القوة والفترة الزمنية لتأثير القوة في الجسم، وباستخدام المعادلة الرياضية التالية:

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

وبالتعويض عن المقادير المعروفة، نحصل على:

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

مقدار القوة المؤثرة يساوي أما اتجاهها فهو معاكس لاتجاه الحركة.

$$\vec{F} = \frac{-8\vec{i}}{4} = (-2\vec{i}) \text{ N}$$

قارن بين كل مما يلي حسب وجه المقارنة المطلوب في الجدول التالي:

وجه المقارنة	الدفع	كمية الحركة
القانون	$I = F \cdot \Delta t$	$P = mv$
العوامل التي يتوقف عليها	القوة - زمن التأثير	الكتلة - متجه السرعة
نوع الكمية	متجهة	متجهة



١ - حفظ (بقاء) كمية الحركة

ما المقصود بقانون بقاء كمية الحركة ؟

- كمية الحركة للنظام في غياب القوى الخارجية تبقى ثابتة ولا تتغير.

علل/ لا تؤثر القوة الداخلية للأجسام على مقدار حركتها ؟

- القوى داخلية تتواجد على شكل زوج من القوى المتزنة يلغى تأثيرها داخل الجسم ولا تستطيع أن تغير كمية حركة.

علل/ عندما تؤثر قوة احتكاك على سيارة متحركة فإن النظام يتصف بعدم بقاء كمية الحركة ؟

- لأن مقدار السرعة يتغير وبالتالي تتغير كمية الحركة.

أكمل: لا يحدث تغير في كمية الحركة إلا في وجود قوة خارجية مؤثرة في الجسم أو النظام.أكمل: عندما تكون محصلة القوى الخارجية المؤثرة في نظام ما مساوية للصفر يكون النظام معزولأكتب المصطلح العلمي: النظام حيث تكون محصلة القوى الخارجية المؤثرة فيه مساوي للصفر $\Sigma \vec{F}_{ext} = 0$ (النظام المعزول)

أكتب القانون الثاني لنيوتن لنظام معزول ؟

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{P}}{dt} = 0$$

أكتب المصطلح العلمي المناسب: كمية فيزيائية لا تتغير مع الزمن كمية محفوظة (الكمية المحفوظة)

أكتب المصطلح العلمي المناسب: ينص قانون حفظ (بقاء) كمية الحركة على أن كمية حركة النظام ، في غياب

القوى الخارجية المؤثرة تبقى ثابتة ومنظمة ولا تتغير. (قانون بقاء كمية الحركة)

أكمل: عندما تؤثر قوى خارجية في حركة نظام معين تجعل هذا النظام يتصف بعدم بقاء كمية الحركة.

٢ - سرعة ارتداد المدفع

أكمل: يعد ارتداد المدفع عند إطلاق القذيفة أحد تطبيقات حفظ كمية الحركة.

علل/ يعد نظام المدفع والقذيفة ساكن قبل الإطلاق ؟

يكون النظام قبل الإطلاق ساكن حيث إن وزن النظام رأسي إلى الأسفل يساوي قوة رد الفعل الرأسية إلى أعلى ،

وكمية حركة النظام الأولية تساوي صفرا

علل/ سرعة ارتداد المدفع أقل من سرعة انطلاق القذيفة ؟

- بسبب حفظ كمية الحركة وكتلة القذيفة أقل فإن سرعتها ستكون أكبر من سرعة المدفع

أكمل: القوى التي يمارسها الغاز على القذيفة والمدفع هي قوى داخلية بالنسبة إلى النظام (مدفع - قذيفة).أكمل: القوة التي تؤثر في القذيفة لدفعها إلى الأمام تساوي قوة ارتداد المدفع إلى الخلف وتعاكسها في الاتجاه

علل/ يعد ارتداد المدفع عند إطلاق القذيفة أحد تطبيقات حفظ كمية الحركة ؟

- يرجع ذلك إلى أن نظام المدفع والقذيفة قبل الإطلاق يكون ساكن تحت تأثير وزنه إلى أسفل ورد الفعل لأعلى ، عند

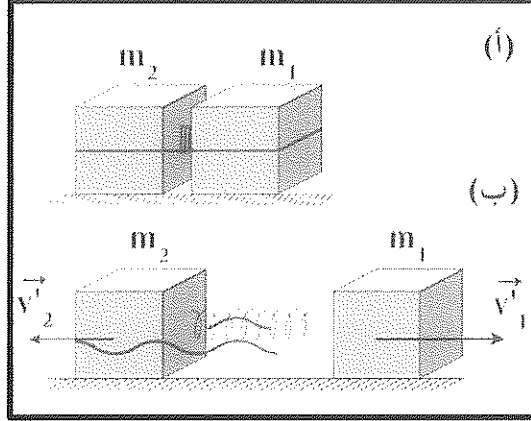
الإطلاق القوى التي يمارسها الغاز على القذيفة والمدفع هي قوى داخلية بالنسبة إلى النظام وبالتالي تبقى محصلة القوى

الخارجية المؤثرة تساوي صفرا والنظام معزولا.

أكتب المعادلة الرياضية المستخدمة في حساب سرعة الارتداد ؟

$$\vec{V}'_1 = - \frac{m_2}{m} \vec{V}'_2$$

١- كتلتان نقطيتان مقدارهما على التوالي $m_1 = (1) \text{ kg}$ و $m_2 = (2) \text{ Kg}$ مربوطتان بخيط من النايلون وتضغطان زنبركا بينهما ، وموضوعتان على سطح أفقي أملس عديم الاحتكاك عند حرق الخيط ، يتحرر الزنبرك ويدفع الكتلتين فتتحرك m_1 بسرعة $V_1' = (18) \text{ m/s}$ المحور الأفقي $(x'x)$ بالاتجاه الموجب ، بينما تتحرك m_2



بسرعة متجهة $\vec{V}_2'$ الشكل.

(أ) هل كمية حركة النظام محفوظة ؟ علل إجابتك

(ب) احسب السرعة المتجهة $\vec{V}_2'$ للكتلة m_2 (مقدار واتجاه)

الحل:

قوة دفع الزنبرك هي قوة داخلية ومحصلة القوى الخارجية المؤثرة في النظام، أي وزن الكتلتين وقوتي رد الفعل للسطح الأفقي ، تساوي صفرا:

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = 0$$

$$\frac{d\vec{P}}{dt} = 0$$

$$-\vec{P}_i = \vec{P}_f$$

أي أن كمية تحرك النظام محفوظة:

$\vec{P}_i = 0$ لأن النظام قبل حرق الخيط ساكن أما كمية الحركة بعد حرق الخيط تساوي:

$$\vec{P}_f = m\vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2$$

وبتطبيق قانون حفظ كمية الحركة $-\vec{P}_i = \vec{P}_f$ وبالتعويض عن المقادير المعلومة ، نحصل على:

$$\vec{V}_1' = -\frac{m_2}{m} \vec{V}_2' = \frac{-1(1.8\vec{i})}{2} = (-0.9\vec{i}) \frac{m}{s}$$

٣- التصادمات

أكتب المصطلح العلمي: عملية تتم بين جسيمين لفترة زمنية قصيرة تكون القوة الخارجية المؤثرة مهملة بالنسبة للقوة الداخلية (عملة التصادم)

علل: يعتبر التصادم نظام معزول ؟

- يستمر التصادم لفترة زمنية قصيرة جدا تكون في خلالها القوة الخارجية مهملة مقارنة بالقوة الداخلية المسببة للتصادم لذلك يعتبر التصادم نظام معزول

أكمل: تعتبر عملية الانفجار نظام معزول.

أكمل: إذا حصلت عملية تصادم أو انفجار في فترة زمنية قصيرة جدا ، تكون كمية حركة النظام

أكمل: أن محصلة كمية الحركة للنظام قبل التصادم تساوي محصلة كمية الحركة للنظام بعد التصادم.

(أ) التصادم المرن (تام المرونة)

أكمل: يوصف التصادم بأنه مرن عندما تكون الطاقة الحركية للنظام محفوظة.

أكمل: تصادم كرتين من المطاط يعتبر تصادما مرنا كليا حيث لا يحدث تشوها في شكلهما

اكتب المعادلة الرياضية التي تصف التصادم المرن ؟

$$KE_{ci} = KE_{cf}$$

$$\frac{1}{2} m_1 \cdot V_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot V_2^2 = \frac{1}{2} m_1 \cdot V_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot V_2'^2$$

حيث ان

V_1 V_2 السرعة قبل التصادم

V_1' V_2' السرعة بعد التصادم.

أكمل: من خصائص التصادم المرن بين الأجسام أيضا أنه لا ينتج تشوها

أو يولد حرارة بين الأجسام المتصادمة.

أكمل: يعتبر تصادم الجزيئات الصغيرة والذرات تصادما مرنا.

علل/ تصادم كرتين من المطاط يعتبر تصادما مرنا ؟

- لأن الطاقة الحركية للنظام تكون محفوظة ولا ينتج تشوة ولا يولد حرارة.

اكتب المعادلة الرياضية التي تستخدم لحساب سرعة الجسمين المتصادمين بعد التصادم ؟

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

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

ما هي صيغة معادلات حساب سرعة الاجسام المتصادمة بعد التصادم في الحالات التالية:

(أ) إذا كان الجسم الأول ساكن قبل التصادم.

(ب) إذا كان الجسم الثاني ساكن قبل التصادم.

الحل:

(أ) إذا كان الجسم الأول ساكنا قبل التصادم

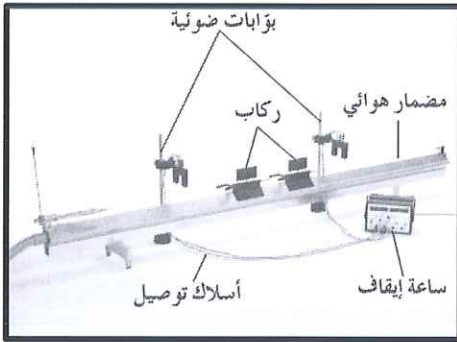
$$\vec{V}_1' = \left[\frac{(2m_2)}{(m_1 + m_2)} \right] \vec{V}_2$$

$$\vec{V}_2' = \left[\frac{(m_2 - m_1)}{(m_1 + m_2)} \right] \vec{V}_2$$

(ب) إذا كان الجسم الثاني ساكنا قبل التصادم

$$\vec{V}_1' = \left[\frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 + m_2)} \right] \vec{V}_1$$

$$\vec{V}_2' = \left[\frac{(2m_1)}{(m_1 + m_2)} \right] \vec{V}_1$$



أكمل: في حال كانت الكتلة المتحركة ... m_1 ... أكبر من الكتلة الساكنة ... m_2 ... ستتحرك الكتلتان

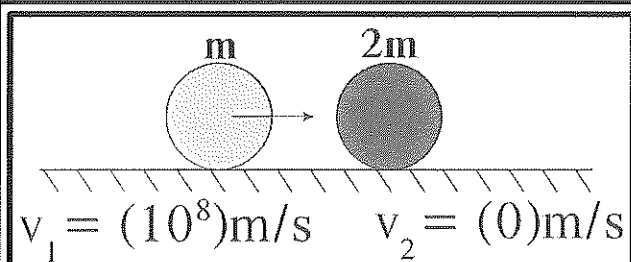
بعد التصادم باتجاه السرعة المتجهة ... $\vec{V}_1$

أكمل: في حال كانت الكتلة المتحركة ... m_1 ... أصغر من الكتلة الساكنة ... m_2 ... ستترد الكتلة ... m_1

.... بعكس تجاه ... $\vec{V}_1$ فيما تتحرك الكتلة ... m_2 باتجاه السرعة المتجهة ... $\vec{V}_1$

أكمل: تنتقل كمية الحركة انتقال كلي من الكتلة الاولى إلى الكتلة الثانية في حالة أن ... $M_1 = m_2$

حل المسائل التالية:



١- نيوترون كتلته $m = (1.67 \times 10^{-27}) Kg$ وسرعته

الابتدائية $\vec{V}_1 = \frac{(10^8 \vec{i})m}{s}$ تصادم في بعد واحد كما في الشكل

مع جسيم ساكن كتلته ضعف كتلة النيوترون.

أحسب سرعة الجسمين المتجهة بعد التصادم.

افترض أن هذا التصادم هو تصادم تام المرنة.

الحل: فلنفترض أن اتجاه السرعة المتجهة $\vec{V}_1$ على المحور الأفقي ($x'x$)

موجب باستخدام قانون حفظ كمية الحركة وبالتعويض عن المقادير

المعلومة، نحصل على

$$m_1 \vec{V}_1 = m_1 \vec{V}_1' + m_2 \vec{V}_2'$$

$$m_1 (10^8 \vec{i}) = m_1 \vec{V}_1' + 2m_1 \vec{V}_2'$$

$$(1) \leftarrow \vec{V}_1' + 2\vec{V}_2' = (10^8 \vec{i})$$

باستخدام قانون حفظ (بقاء) الطاقة الحركية لأن التصادم من النوع المرن حيث لا يوجد فقدان في الطاقة الحركية

وبالتعويض عن المقادير المعلومة، نحصل على:

$$\frac{1}{2} m_1 \cdot V_1^2 = \frac{1}{2} m_1 \cdot V_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot V_2'^2$$

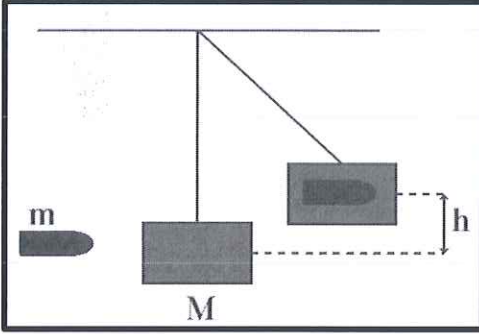
$$\frac{1}{2} m_1 \cdot (10^8)^2 = \frac{1}{2} m_1 \cdot V_1'^2 + \frac{1}{2} (2m_1) \cdot V_2'^2$$

$$(2) \leftarrow V_1'^2 + 2V_2'^2 = 10^{16}$$

ويحل المعادلتين (١) و (٢) نحصل على:

$$\vec{V}_1' = \frac{\left(-\frac{1}{3} \times 10^8 \vec{i}\right) m}{s}$$

$$\vec{V}_2' = \frac{\left(\frac{2}{3} \times 10^8 \vec{i}\right) m}{s}$$



متي يوصف النظام على انه لا مرن أو لا مرن كلي ؟

- عندما لا تحفظ الطاقة الحركية للنظام ، أي تتحول كمية منها إلى حرارة أو تؤدي إلى تشوهات في شكل النظام.

أكمل: يكون التصادم لا مرن عندما ترتد الأجسام المتصادمة بعد اصطدامها بعيدا عن بعضها البعض بسرعات مختلفة عن سرعتها قبل التصادم وتكون الطاقة الحركية للنظام غير محفوظة.

أكمل: يكون التصادم لا مرن كليا إذا أدى التصادم إلى التحام الأجسام المتصادمة لتصبح جسما واحدا كتلته تساوي مجموع الكتلتين ويتحرك بسرعة واحدة ، وتكون الطاقة الكلية للنظام غير محفوظة.

أكتب المصطلح العلمي المناسب: جهاز يستخدم لقياس سرعة القذائف السريعة مثل الرصاصة. (البندول القذفي)

أكمل: يقوم مبدأ عمل البندول القذفي على قوانين حفظ كمية الحركة والطاقة الميكانيكية.

علل/ يحدث فقد في طاقة حركة جملة جسمين في التصادم اللامرن ؟

- لأن الطاقة الحركية للنظام غير محفوظة ويتحول جزء منها لحرارة ويحدث تشوه.

حل المسائل التالية:

١- عربة الشحن لقطار كتلته (m) تتحرك بسرعة $V_1 = 4 \text{ m/s}$ نحو عربة ساكنة مساوية لها في الكتلة لتلتحم بها بعد التصادم. وليتحركا معا كجسم واحد كتلته تساوي (2m) بسرعة $\vec{V}$ بما أن محصلة القوى الخارجية المؤثرة في النظام تساوي صفرا، وبتطبيق قانون حفظ (بقاء) كمية الحركة قبل التصادم وبعده:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) \vec{V}$$

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = 2m \cdot \vec{V}$$

وحيث أن: $V_2 = 0 \text{ m/s}$

نجد أن:

$$m \cdot \vec{V}_1 + 0 = 2m \cdot \vec{V} \rightarrow \vec{V} = \frac{m \cdot \vec{V}_1}{2m} = \frac{\vec{V}_1}{2} = (2) \text{ m/s}$$

وبحساب مجموع الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم وبعده نجد أنها غير متساوية ، فمجموع الطاقة الحركية

للنظام قبل التصادم KE_i أكبر من مجموع الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم KE_f :

$$KE_i > KE_f$$

(27)

٢- كرتان من الصلصال تتصادمان تصادما لا مرنا كليا كتلة الكرة الأولى $m_1 = (0.5) \text{Kg}$ وتتحرك إلى اليمين بسرعة

مقدارها m/s (4) بينما الكرة الثانية كتلتها $m_2 = (0.25) \text{Kg}$ وتتحرك نحو اليسار بسرعة مقدارها m/s (3)

(أ) أحسب سرعة النظام المؤلف من الكتلتين بعد التصادم ؟

(ب) ما مقدار التغير في مقدار الطاقة الحركية ؟

الحل:

(أ) التصادم لا مرنا كليا أي أن الكتلتين بعد التصادم قد أصبحتا كتلة واحدة وتطبق قانون حفظ (بقاء) كمية

الحركة لأن محصلة القوى الخارجية المؤثرة على النظام تساوي صفرا، نكتب:

$$m_1 \cdot \vec{V}_1 + m_2 \cdot \vec{V}_2 = (m_1 + m_2) \vec{V}'$$

بالتعويض عن المقادير المعروفة وبالاكتفاء إلى اتجاه الكميات المتجهة نحصل على:

$$0.5(4\vec{i}) + 0.25(-3\vec{i}) = (0.75) \vec{V}'$$

$$\vec{V}' = (167\vec{i}) \left(\frac{m}{s}\right)$$

(ب) التغير في الطاقة الحركية للنظام يساوي الطاقة الحركية بعد التصادم ناقص الطاقة الحركية قبل التصادم

$$\Delta KE = KE_f - KE_i$$

$$KE_i = \frac{1}{2}(0.5)(4^2) + \frac{1}{2}(0.25)(3^2) = (5.125)J$$

$$KE_f = \frac{1}{2}(0.75)(1.67^2) = (1.05)J$$

$$\Delta KE = KE_f - KE_i = 1.05 - 5.125 = -(4.079)J$$

قارن بين التصادم المرن والتصادم اللامرن ؟

وجه المقارنة	التصادم المرن	التصادم اللامرن
مثال	تصادم الجزيئات والذرات	تصادم السيارات
التعريف	تصادم تكون الطاقة الحركية للنظام محفوظة ولا ينتج تشوه ولا يولد حرارة	تصادم تكون الطاقة الحركية للنظام غير محفوظة ويتحول جزي لحرارة ويحدث تشوه
حفظ طاقة حركة	محفوظة	غير محفوظة
حفظ كمية الحركة	محفوظة	محفوظة
حدوث تشوه	لا ينتج تشوه	ينتج تشوه
تولد حرارة	لا يولد حرارة	يولد حرارة

الطاقة: هي إمكانية إنجاز شغل.

الشغل: عملية تقوم فيها قوة مؤثرة بإزاحة جسم في اتجاهها ، يقاس بحسب النظام الدولي للوحدات بوحدة الجول.

أو يمكن تعرف الشغل على أنه حاصل ضرب العددي لمتجهي القوة والإزاحة

الجول (J): هو الشغل الذي تبذله قوة مقدارها $N(1)$ تحرك جسمًا في اتجاهها مسافة متر واحد.

القوة المنتظمة: هي القوة ثابتة المقدار والاتجاه.

الشغل: حاصل ضرب العددي لمتجه القوة المؤثرة على الجسم ومنتجه الإزاحة.

القوة المتغيرة: هي القوة التي يتغير مقدارها أو اتجاهها ، أو يتغير مقدارها واتجاهها معا أثناء تأثيرها في الجسم.

الطاقة الحركية: هي شغل ينجزه الجسم بسبب حركته.

الطاقة الكامنة: هي طاقة يخترنها الجسم وتسمح له بإنجاز شغل للتخلص منها.

الطاقة الميكانيكية لجسم أو نظام ما: بالطاقة اللازمة لتغيير موضعه أو تعديله وهي تساوي مجموع طاقة الجسم

الحركية وطاقته الكامنة.

الجسم الماكروسكوبي: هو الجسم الذي له أبعادا يمكن قياسها ورؤيتها بالعين.

الأجسام الميكروسكوبية: هي الأجسام الصغيرة جدا التي لا تري بالعين المجردة.

الطاقة الميكانيكية الماكروسكوبية: هي مجموع الطاقة الحركية والطاقة الكامنة للجسم الماكروسكوبي

$$ME_{macro} = kE_{macro} + PE_{macro}$$

الطاقة الداخلية: هي مجموع طاقات الوضع والحركة لجسيمات النظام.

الطاقة الكلية لنظام: هي مجموع الطاقة الداخلية U والطاقة الميكانيكية ME وتتمثل بالعلاقة الرياضية التالية:

$$E = ME + U$$

النظام العزول: نظام لا تتبادل في الطاقة مع محيطها وتكون الطاقة الكلية محفوظة.

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

ذراع الرافعة: هي المسافة العمودية من محور الدوران إلى نقطة تأثير القوة.

القصور الذاتي الدوراني: مقاومة الجسم لتغير حركته الدورانية.

كمية الحركة: هي القصور الذاتي للجسم المتحرك - أو حاصل ضرب الكتلة ومنتجه السرعة.

قدار الدفع: هو حاصل ضرب مقدار القوة في زمن تأثيرها على الجسم ، ويمثل بالحرف اللاتيني I

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

الكمية المحفوظة: كمية فيزيائية لا تتغير مع الزمن كمية محفوظة.

نص قانون بقاء كمية الحركة: ينص قانون حفظ (بقاء) كمية الحركة على أن كمية حركة النظام ، في غياب

القوى الخارجية المؤثرة ، تبقى ثابتة ومنتظمة ولا تتغير.

البندول القذافي: جهاز يستخدم لقياس سرعة القذائف السريعة مثل الرصاصة.