

نموذج الاجابة

قسم الفيزياء و الكيمياء

دفتر المتابعة

فيزياء الصف الثاني عشر (12)

www.kweduFiles.Com

العام الدراسي 2018 / 2019 م

أسم الطالب /

الصف /

دفتر المتابعة لا يغني عن كتاب الطالب

الوحدة الأولى : الحركة

التاريخ : / /

الفصل الأول : الطاقة**الدرس (1-1) : الشغل**

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

الشغل عملية تقوم فيها قوة مؤثرة بإزاحة جسم في اتجاهها

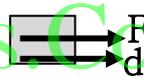
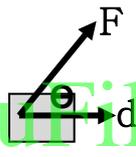
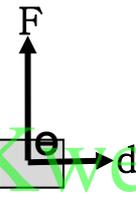
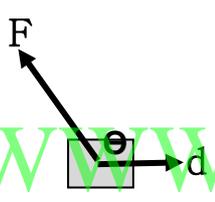
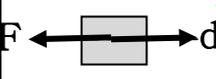
أو كمية عددية تساوي حاصل الضرب العددي لمتجهي القوة والإزاحة

الجول الشغل الذي تبذله قوة (1N) تُحرك الجسم في اتجاهها إزاحة (1m)

** وحدة الجول (J) بحسب النظام الدولي للوحدات تكافئ N.m

ما المقصود : الشغل المبذول علي جسم ما = 10 جول .

الشغل الذي تبذله قوة (10 N) تُحرك الجسم في اتجاهها إزاحة (1m)

قيمة (θ)	$\theta = 0$	$0 < \theta < 90$	$\theta = 90$	$90 < \theta < 180$	$\theta = 180$
رسم متجهي القوة والإزاحة					
قيمة ($\cos \theta$)	1	من 0 إلى 1	0	من -1 إلى 0	-1
مقدار ونوع الشغل	(أكبر ما يمكن) موجب	موجب	(ينعدم) صفر	سالب	(أكبر ما يمكن) سالب
منتجاً أو مقاوماً للحركة	منتج للحركة	منتج للحركة	ينعدم	مقاوم للحركة	مقاوم للحركة
اتجاه مركبة القوة مع اتجاه الإزاحة	القوة نفس اتجاه الإزاحة	المركبة الأفقية للقوة في نفس اتجاه الإزاحة	القوة عمودية علي الإزاحة	المركبة الأفقية للقوة معاكسة لاتجاه الإزاحة	القوة عكس اتجاه الإزاحة

$$W_{Net} = \vec{F}_{Net} \cdot \vec{d} = F_{Net} \times d \cos \theta$$

محصلة الشغل لمجموعة من القوي المنتظمة :

وجه المقارنة	زيادة سرعة الجسم	ثبوت سرعة الجسم	نقص سرعة الجسم
نوع الشغل الناتج	موجب أو منتج للحركة	صفر أو ينعدم	سالب أو مقاوم للحركة

علل لما يأتي :

1- الشغل كمية عددية .

لأنه حاصل الضرب العددي لمتجهي القوة و الإزاحة $W = \vec{F} \cdot \vec{d} = F \cdot d \cos \theta$

2- شغل قوة الاحتكاك يكون دائماً سالب .

لأن مركبة القوة تكون معاكسة لاتجاه الإزاحة و $\theta = 180 \Rightarrow \cos 180 = -1 \Rightarrow W = -Fd$

3- ينعلم الشغل المبذول (الشغل يساوي صفر) علي جسم في مسار دائري مغلق يساوي عدد صحيح من الدورات .

لأن الإزاحة تساوي صفر $W = Fd \cos \theta = 0$

4- ينعلم الشغل المبذول (الشغل يساوي صفر) عند تحريك جسم بسرعة منتظمة .

لأن العجلة ($a = 0$) وبالتالي القوة ($F = 0$) وبالتالي الشغل صفر $W = Fd \cos \theta = 0$

5- لا تبدل شغلاً إذا وقفت حاملاً حقيبتك الثقيلة علي جانب الطريق .

لأن الإزاحة تساوي صفر $W = Fd \cos \theta = 0$

6- إذا قذف جسم بزواوية مع الأفقي ووصل إلى هدفه عند مستوى القذف فإن الشغل الذي تقوم به قوة الجاذبية صفر

لأن الإزاحة الرأسية تساوي صفر $W = mgh = 0$

7- وجود نوعين من الشغل الناتج عن القوي المؤثرة .
WWW.KweduFiles.Com

لاختلاف أنواع القوي المؤثرة علي الجسم (قوة منتظمة - قوة متغيرة)

8- الشغل الذي يبذله حمال المطار والذي يحمل حقيبة علي كتفه و ينقلها مسافة أفقية ما يساوي الصفر .

أو لا تبدل شغلاً عندما ترفع حقيبتك بقوة إلي أعلى و تتحرك باتجاه أفقي عمودي علي اتجاه القوة .

أو ينعلم الشغل المبذول (الشغل يساوي صفر) من وزن السيارة عندما تتحرك علي طريق أفقي .

أو قوة جذب الأرض للقمر الصناعي لا تبدل شغلاً في تحريكه أثناء دورانه حول الأرض .

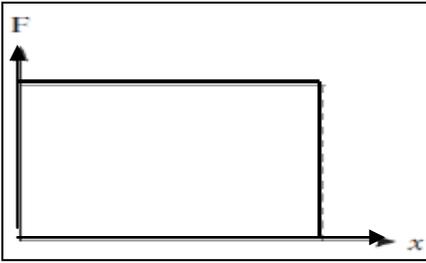
أو إذا تحرك الجسم في اتجاه عمودي علي اتجاه القوة ينعلم الشغل المبذول (الشغل يساوي صفر) .

لأن مركبة القوة تكون عمودية علي اتجاه الإزاحة حيث $\cos 90 = 0 \Rightarrow W = Fd \cos \theta = 0$

وجه المقارنة	قوة منتظمة	قوة متغيرة
التعريف	قوة ثابتة المقدار و الاتجاه	قوة يتغير مقدارها أو اتجاهها أو كلاهما
أمثلة	قوة الجاذبية الأرضية	قوة الشد علي النابض
حساب القوة	$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$	$\vec{F} = k \cdot \Delta \vec{x}$
حساب الشغل الناتج	$W = Fd \cos \theta$	$W = \frac{1}{2} k \cdot \Delta x^2$

تابع الشغل

التاريخ : / /

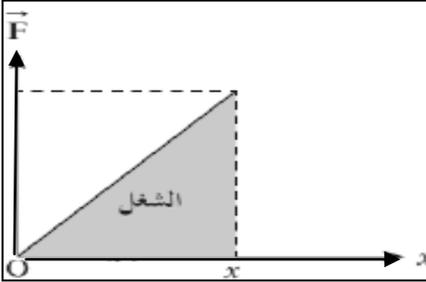
**** المساحة تحت منحنى (القوة - الإزاحة) تمثل الشغل****** أستنتج أن الشغل المبذول علي نابض مرن يحسب من : $W = \frac{1}{2} k \cdot \Delta x^2$**

* $W = \frac{1}{2} F \cdot \Delta X$

* $W = \frac{1}{2} (K \Delta X) \Delta X$

* $W = \frac{1}{2} K \Delta X^2$

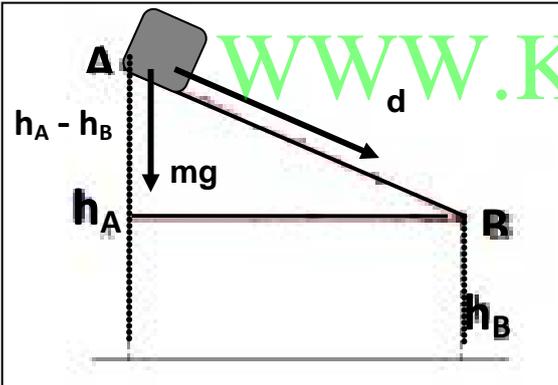
ماذا يحدث :

**1- لمقدار الشغل المبذول لاستطالة زنبرك ثابت مرونته (K) عند زيادة استطالة الزنبرك إلي مثلي ما كانت عليه .**

يزداد الشغل المبذول إلي أربعة أمثال

2- لمقدار الشغل المبذول لاستطالة زنبرك تؤثر عليه قوة (F) عند زيادة استطالة الزنبرك إلي مثلي ما كانت عليه .

يزداد الشغل المبذول إلي المثلي

**** أستنتج أن الشغل الناتج عن وزن الجسم لا يرتبط بشكل المسار بين النقطتين ولكن يرتبط بمقدار الإزاحة الرأسية .**

* $W = Fd \cos \theta$

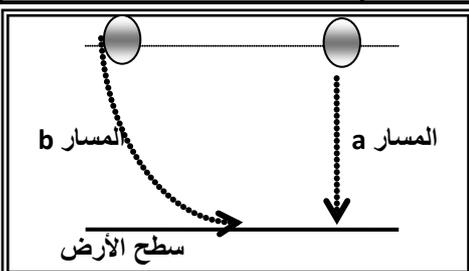
* $W_w = mg d \cos \theta$

* $W_w = mg d \left(\frac{h_A - h_B}{d} \right)$

* $W_w = mg (h_A - h_B)$

* $W_w = mgh$

إلي نقطة أعلي من موقعه الابتدائي	إلي نقطة علي نفس مستوي موقعه الابتدائي	إلي نقطة أدني من موقعه الابتدائي	حركة الجسم
سالبا	صفر	موجب	نوع الشغل الناتج عن الوزن
$W = -mgh$	$W = 0$	$W = mgh$	قانون الشغل الناتج عن الوزن

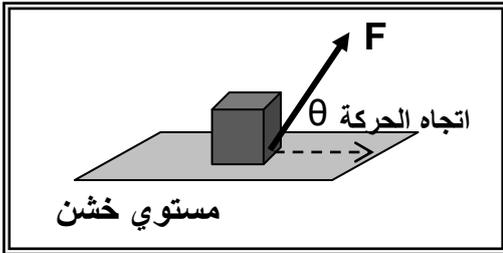
**** في الشكل المقابل :****أ) الشغل الناتج عن الوزن عندما يتحرك من موضعه إلي سطح الأرض****علي المسار (b) يساوي إذا تحرك من نفس الموضع علي المسار (a) .****ب) بم تفسر : الشغل الناتج عن وزن الجسم لا يرتبط بشكل المسار بين النقطتين ولكن يرتبط بمقدار الإزاحة الرأسية**

**** أذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :**

- 1- الشغل الذي تبذله قوة في إزاحة جسم أفقياً : 1- القوة 2- الإزاحة 3- الزاوية بينهما
- 2- الشغل الناتج عن وزن جسم عند إزاحته رأسياً : 1- كتلة الجسم 2- عجلة الجاذبية 3- الإزاحة الرأسية
- 3- الشغل الناتج عن وزن كتلة معلقة في نابض مرن : 1- ثابت هوك 2- مقدار الاستطالة

**** مستعيناً بالبيانات علي الشكل المقابل . أجب عن الأسئلة التالية ؟**

أولاً : المكعب الموضح بالشكل موضوع علي سطح أفقي خشن وتؤثر عليه قوة منتظمة (F) بحيث تصنع زاوية (θ)



أ) حدد مقدار مركبة القوة (F) التي تبذل شغلاً علي الجسم :

$$F \cos \theta$$

ب) أكتب المعادلة العامة لحساب الشغل بدلالة المركبة السابقة والإزاحة :

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

ج) هل توجد للقوة (F) مركبة أخرى ؟ وهل تبذل هذه المركبة شغلاً علي الجسم ؟ علل لإجابتك :

نعم ولكنها لا تبذل شغلاً وهي المركبة الرأسية (f sin θ) لأنها عمودية علي الإزاحة

د) توجد قوي أخرى تؤثر علي المكعب في مستوي حركته . حدد هذه القوي وحدد اتجاهها :

نعم توجد قوي الاحتكاك (عكس اتجاه الإزاحة) وقوي الجاذبية (أسفل) ورد الفعل (الأعلى)

www.KweduFiles.Com

ثانياً : المكعب الموضح بالشكل موضوع علي سطح مائل بزاوية (θ) مع المستوى الأفقي وأملس تماماً والمطلوب :

أ) حدد القوي المؤثرة علي المكعب ، ثم حل هذه القوي إلي مركبتها :

$$W \sin \theta , \quad W \cos \theta$$

ب) من هي مركبة القوة التي تبذل شغلاً علي الجسم :

$$W \sin \theta = mg \sin \theta$$

ج) أكتب المعادلة العامة لحساب الشغل بدلالة المركبة السابقة وإزاحة الجسم :

$$W = F d \sin \theta = mg d \sin \theta$$

د) هل توجد مركبة أخرى تبذل شغلاً علي الجسم ؟ علل لإجابتك :

لا توجد لعدم وجود قوة احتكاك

هـ) هل يتوقف الشغل المبذول علي المكعب أثناء حركته علي طول المستوي الذي يتحرك عليه ؟ علل لإجابتك :

لا يتوقف علي طول المسار بل يتوقف علي الإزاحة الرأسية

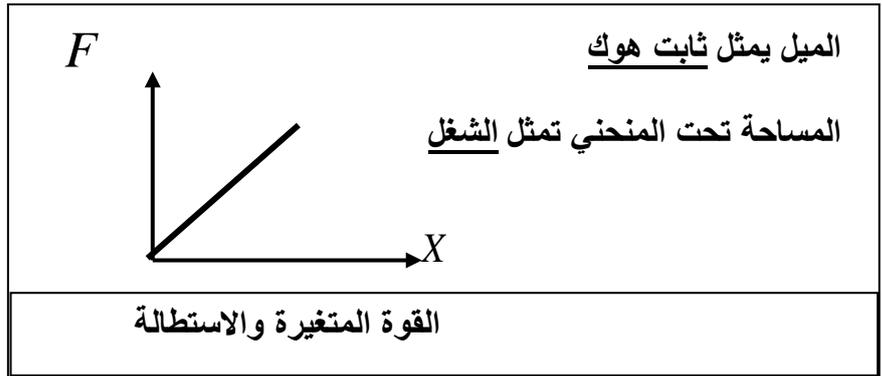
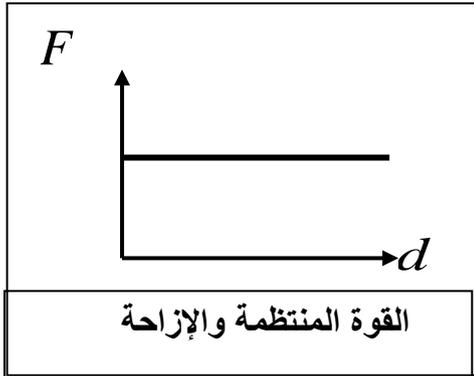
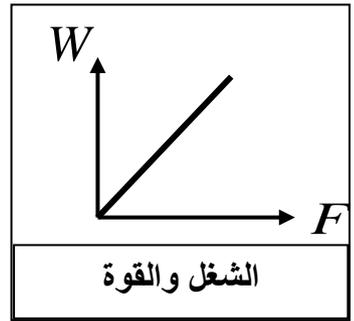
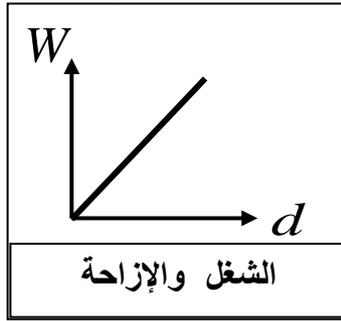
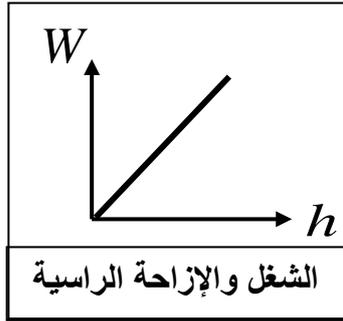
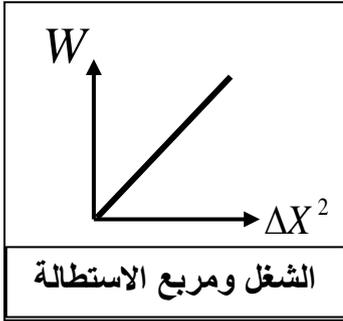
علل لما يأتي :

1- الشغل الذي تبذله قوة منتظمة تصنع زاوية مع اتجاه الحركة يكون نتيجة لمركبة القوة الموازية لاتجاه الحركة فقط

لأن مركبة القوة العمودية لا تسبب إزاحة في اتجاه الحركة

تطبيقات علي الشغل

التاريخ : / /

**** أرسـم المنحنيات أو الخطوط البيانية الدالة علي المطلوب بين العلاقات التالية :**

مثال 1 : يحمل رجل حقيبة وزنها (400 N) ويتحرك بها أفقياً (10 m) . أحسب الشغل الناتج من وزن الحقيبة ؟

$$W = Fd \cos 90 = 0$$

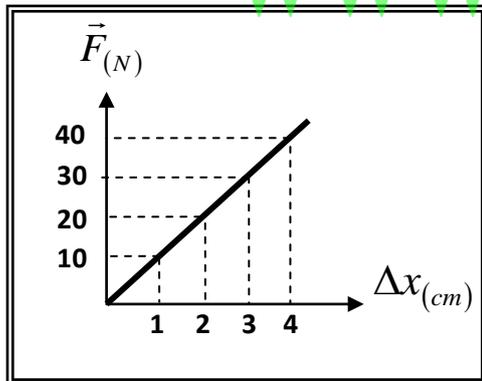
مثال 2 : من الشكل المقابل . أحسب :

أ) ثابت القوة للزنبرك :

$$K = \frac{F}{\Delta X} = \frac{40}{0.04} = 1000 \text{ N/m}$$

ب) الشغل المبذول علي الزنبرك لإحداث استطالة مقدارها (4 cm) :

$$W = \frac{1}{2} K \Delta X^2 = \frac{1}{2} \times 1000 \times 0.04^2 = 0.8 \text{ J}$$



مثال 3 : الشكل المقابل يمثل نابض مرن ثابت القوة له (k =100 N/m) علقته به كتلة (m)

فاستطال النابض بتأثيرها مسافة (Δx) مقدارها (5 cm) . أحسب :

أ) مقدار القوة المحدثة للاستطالة :

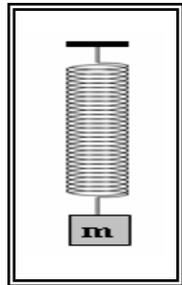
$$F = K \cdot \Delta X = 100 \times 0.05 = 5 \text{ N}$$

ب) مقدار الكتلة المعلقة في النابض :

$$m = \frac{F}{g} = \frac{5}{10} = 0.5 \text{ Kg}$$

ج) الشغل المبذول من الكتلة علي النابض لإحداث الاستطالة السابقة :

$$W = \frac{1}{2} K \Delta X^2 = \frac{1}{2} \times 100 \times 0.05^2 = 0.125 \text{ J}$$



مثال 4 : يحمل ولد كرة كتلتها (2 kg) أعلي مبني ارتفاعه (10 m) ثم أفلت الولد الكرة لتسقط .

أ) ما هو مقدار الشغل المبذول علي الكرة نتيجة قوة إمساك الولد لها :

$$W = 0 \text{ لأن الكرة لم تتحرك } d = 0$$

ب) أحسب مقدار الشغل الناتج عن قوة الجاذبية الأرضية إذا تحركت الكرة مسافة (3 m) :

$$W = mgh \text{ أو } W = F d \cos \Theta = m g d \cos \Theta = 2 \times 10 \times 3 \cos 0 = 60 \text{ J}$$

ج) أحسب مقدار الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك مع الهواء خلال سقوط الكرة مسافة (3 m) وقوة الاحتكاك (1 N) :

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

د) أحسب مقدار الشغل الكلي المبذول علي الكرة نتيجة القوي المؤثرة فيها :

$$W_T = W_1 + W_2 = 60 + (- 3) = 57 \text{ J}$$

مثال 5 : وضع صندوق كتلته (0.5 kg) عند قمة مستوي أملس يميل علي

الأفق بزاوية (30°) كما بالشكل فإذا تحرك الصندوق علي المستوي

مسافة (6 m) . أحسب الشغل الناتج عن وزن الصندوق .

$$h = d \sin \Theta = 6 \sin 30 = 3 \text{ m}$$

$$W_w = mgh = 0.5 \times 10 \times 3 = 15 \text{ J}$$

مثال 6 : كرة كتلتها (200 gm) سقطت سقوطاً حراً من ارتفاع (10 m)

عن الأرض ونفذت في باطن الأرض مسافة (0.5 m) بإهمال مقاومة الهواء

أ) الشغل المبذول بفعل الجاذبية علي الكرة من سقوطها حتى ملامسة الأرض :

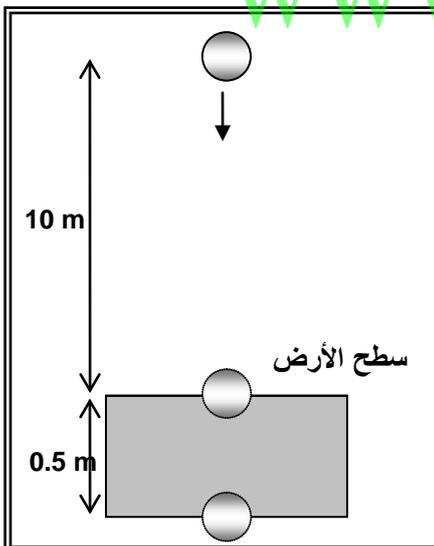
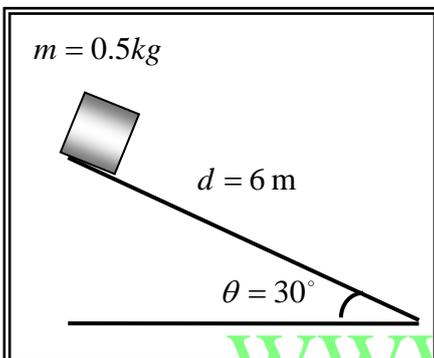
$$W_1 = mgh = 0.2 \times 10 \times 10 = 20 \text{ J}$$

ب) الشغل المبذول علي الكرة نتيجة اختراقها سطح الأرض :

$$W_1 = - W_2 = - 20 \text{ J}$$

ج) ما التغير المتوقع حدوثه في سرعة الكرة أثناء سقوطها بالهواء وأثناء اختراقها الأرض :

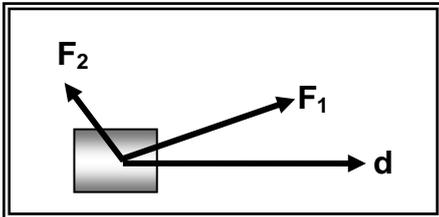
في الهواء تزداد السرعة لأن الشغل موجب وفي الأرض تقل السرعة لأن الشغل سالب



تابع تطبيقات علي الشغل

التاريخ : / /

مثال 7 : قوتان تعملان علي صندوق خشبي وضع فوق سطح أفقي أملس لينزلق مسافة (2.5 m) بالاتجاه الموجب للمحور الأفقي قوة منتظمة (F_1) مقدارها (10 N) وتصنع زاوية (30°) مع المحور الأفقي وقوة منتظمة (F_2) مقدارها (7 N) وتصنع زاوية (150°) مع المحور الأفقي . أحسب مقدار الشغل الناتج من هذه القوي :



$$W_1 = F_1 d \cos \Theta = 10 \times 2.5 \cos 30 = 21.65 \text{ J}$$

$$W_2 = F_2 d \cos \Theta = 7 \times 2.5 \cos 150 = -15.15 \text{ J}$$

W_1 مساعد للحركة لأنه موجب ، W_2 مقاوم للحركة لأنه سالب

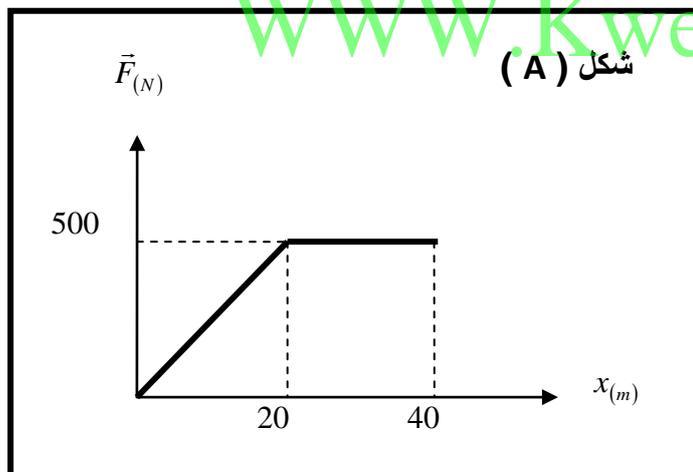
مثال 8 : ضغط زنبرك (2 cm) عن طوله الأصلي في مرحلة أولى و من ثم ضغط (6 cm) إضافية في مرحلة ثانية .

ما مقدار الشغل الإضافي المبذول في خلال عملية الضغط الثانية مقارنة بالعملية الأولى . علماً بأن ($K = 100 \text{ N/m}$) :

$$W_1 = \frac{1}{2} K \Delta X_1^2 = \frac{1}{2} \times 100 \times 0.02^2 = 0.02 \text{ J}$$

$$W_2 = \frac{1}{2} K \Delta X_2^2 = \frac{1}{2} \times 100 \times 0.08^2 = 0.32 \text{ J}$$

$$W_T = W_2 - W_1 = 0.32 - 0.02 = 0.3 \text{ J}$$



شكل (A)

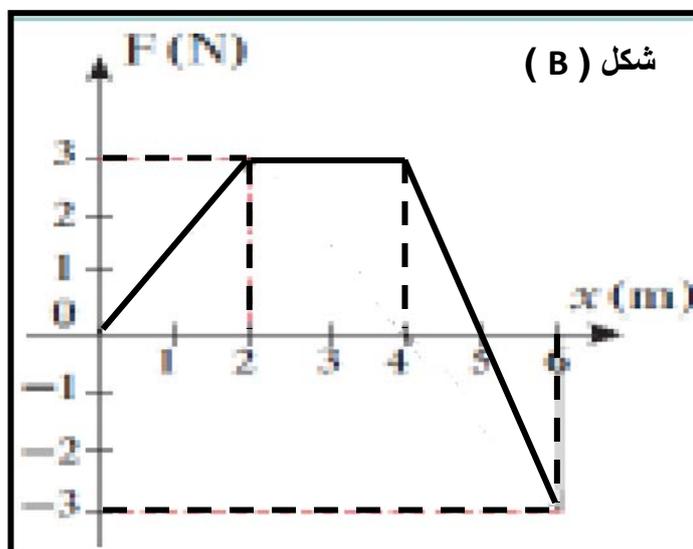
** الشكل (A) :

مساحة المثلث = $\frac{1}{2}$ القاعدة X الارتفاع

مساحة المستطيل = الطول X العرض

الشغل الكلي = مساحة المثلث + مساحة المستطيل

$$W = (\frac{1}{2} \times 20 \times 500) + (20 \times 500) = 15000 \text{ J}$$



شكل (B)

** الشكل (B) :

$$W_1 = \frac{1}{2} \times 2 \times 3 = 3 \text{ J}$$

$$W_2 = 2 \times 3 = 6 \text{ J}$$

$$W_3 = \frac{1}{2} \times 1 \times 3 = 1.5 \text{ J}$$

$$W_4 = 0.5 \times 1 \times -3 = -1.5 \text{ J}$$

$$W_T = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = 9 \text{ J}$$

التاريخ : / /**الدرس (1-2) : الشغل والطاقة**

الطاقة

المقدرة على إنجاز شغل

** عند دفعك صندوق ما فإن جزءاً من طاقتك الكيميائية التي اكتسبتها من الطعام تتحول إلى طاقة حركية

** يتوقف مقدار الشغل المنجز علي مقدار الطاقة التي يصرفها الجسم

** تقاس الطاقة بوحدة الجول (J)

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

الطاقة الحركية

الشغل الذي ينجزه الجسم بسبب حركته

** كلما تحرك الجسم بسرعة أكبر فإنه يمتلك طاقة حركية أكبر

** تتوقف الطاقة الحركية لجسم يتحرك علي مسار مستقيم علي كتلة الجسم و سرعة الجسم

** الطاقة الحركية لجسم متحرك تتناسب طردياً مع كل من كتلة الجسم و مربع سرعة الجسم

** الطاقة الحركية كمية عددية دائماً موجبة بينما التغير في الطاقة الحركية قد يكون موجب أو سالب

** عند ثبوت سرعة الجسم فإن التغير في الطاقة الحركية تساوي صفر

** لحساب سرعة الجسم بدلالة طاقته الحركية نستخدم العلاقة : $v = \sqrt{\frac{2KE}{m}}$

وجه المقارنة	طاقة حركة الجسم (A)	طاقة حركة الجسم (B)
سرعة (A) مثلي سرعة (B)	$KE_A = \frac{1}{2}m(2V)^2 = 2mV^2$	$KE_B = \frac{1}{2}mV^2$
يتحرك (A) شمالاً و (B) جنوباً	$KE_A = \frac{1}{2}mV^2$	$KE_B = \frac{1}{2}mV^2$
يقذف (A) لأعلى و (B) لأسفل	$KE_A = \frac{1}{2}mV^2$	$KE_B = \frac{1}{2}mV^2$

$$\Delta KE = W$$

العلاقة بين الطاقة الحركية والشغل :

** استنتج أن الشغل الناتج عن محصلة القوة الخارجية المؤثرة في الجسم يساوي التغير في طاقته الحركية :

$$* W = F \cdot d = W = m \cdot a \cdot d$$

$$* V_f^2 = V_i^2 + 2ad$$

$$* \frac{1}{2}mV_f^2 = \frac{1}{2}mV_i^2 + mad$$

$$* m \cdot a \cdot d = \frac{1}{2}m \cdot V_f^2 - \frac{1}{2}m \cdot V_i^2$$

$$* W = KE_f - KE_i = \Delta KE$$

قانون الطاقة الحركية الشغل الناتج عن محصلة القوة الخارجية المؤثرة في الجسم يساوي التغير في الطاقة الحركية

طاقة يخترنها الجسم وتسمح له بانجاز شغل للتخلص منها

الطاقة الكامنة

وجه المقارنة	الطاقة الكامنة الثقالية	الطاقة الكامنة المرنة
التعريف	الشغل المبذول علي الجسم عند رفعه لنقطة ما	الشغل المبذول علي النابض عند شده أو ضغطه
القانون	$PE_g = mgh$	$PE_e = \frac{1}{2} K \Delta X^2$

** من أمثلة الطاقة الكامنة داخل المركبات الكيميائية الغذاء والبطاريات الكهربائية والفحم

** من أمثلة الطاقة الكامنة الثقالية الطاقة المختزنة في مياه الشلالات

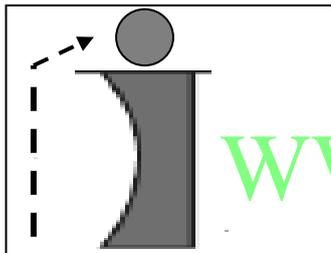
** سطح الأرض يسمى المستوي المرجعي والطاقة الكامنة الثقالية عنده تساوي صفر لأن الارتفاع يساوي صفر

** تحت المستوي المرجعي الطاقة الكامنة الثقالية تساوي مقدار سالب بينما فوق المستوي المرجعي مقدار موجب

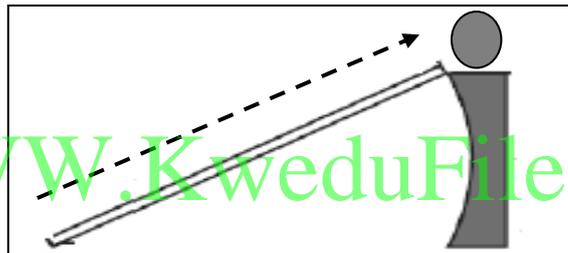
** العوامل التي تتوقف عليها الطاقة الكامنة الثقالية : 1- وزن الجسم 2- الارتفاع عن المستوي المرجعي

المستوي المرجعي المستوى الذي نبدأ منه قياس الطاقة الكامنة الثقالية وتساوي عنده صفر

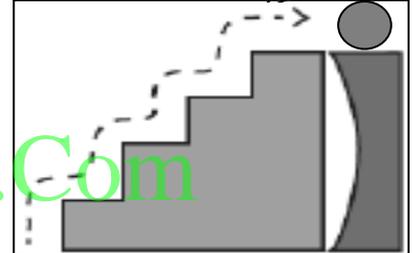
نشاط في الشكل التالي يتم رفع حجر وزنه (100 N) إلي الأعلى علي ارتفاع (2 m) في الحالات الآتية :



رفع الحجر مرة واحدة



رفع الحجر على سطح مائل



رفع الحجر على سلم مدرج

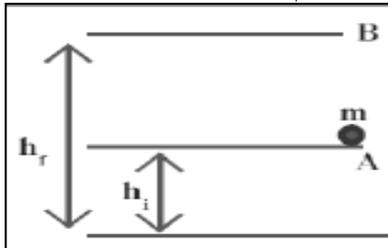
أ) من الشكل نلاحظ أن مقدار الطاقة الكامنة الثقالية لا يتغير

ب) نستنتج أن الطاقة الكامنة الثقالية للحجر لا ترتبط شكل المسار وتتوقف علي الارتفاع الرأسى عن الأرض

$$\Delta PE_g = -W_w$$

التغير في طاقة الوضع الثقالية والشغل :

** أستنتج أن التغير في طاقة الوضع الثقالية يساوي معكوس الشغل المبذول من وزن الجسم :



$$* W_w = -mgh$$

$$* \Delta PE = PE_f - PE_i = mgh_f - mgh_i$$

$$* \Delta PE = mg(h_f - h_i) = mgh$$

$$* \Delta PE = -W_w$$

وجه المقارنة	تحرك الجسم رأسياً إلي أعلي	تحرك الجسم رأسياً إلي أسفل
مقدار ($h_f - h_i$)	موجب	سالب
مقدار (ΔPE_g)	موجب	سالب
مقدار الشغل (W)	$W_w = -mgh$	$W_w = mgh$

** لحساب السرعة النهائية لجسم بدأ حركته من السكون بدلالة الإزاحة الرأسية : $v = \sqrt{2g \cdot h}$

تابع الشغل والطاقة

التاريخ : / /

$$ME = KE + PE$$

الطاقة الميكانيكية

مجموع الطاقة الحركية والطاقة الكامنة

** الطاقة الميكانيكية للجسم تظل ثابتة مهما اختلف الارتفاع .

** عند أقصى ارتفاع تكون الطاقة الكامنة التثاقلية للجسم أكبر ما يمكن بينما تكون الطاقة الحركية صفر

** عند المستوي المرجعي تكون الطاقة الكامنة التثاقلية للجسم صفر بينما تكون الطاقة الحركية أكبر ما يمكن

علل لما يأتي :

1- الكرة المقذوفة بسرعة أفقية كبيرة علي مستوي أفقي تستطيع أن تقطع مسافة أكبر قبل أن تتوقف من كرة مماثلة لها قذفت علي نفس المستوي بسرعة أقل قبل أن تتوقف .

لأن الكرة في الحالة الأولى تمتلك طاقة حركية أكبر

2- 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 حركية أكبر

ماذا يحدث :

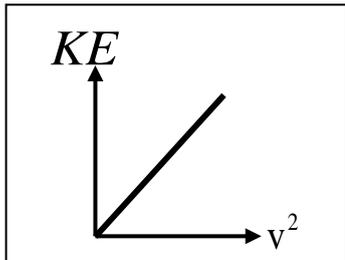
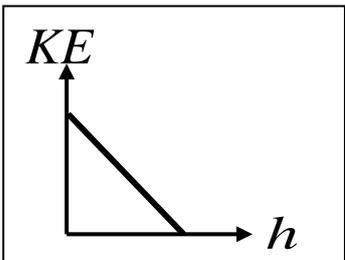
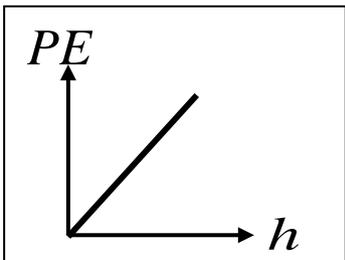
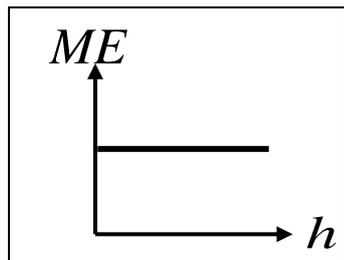
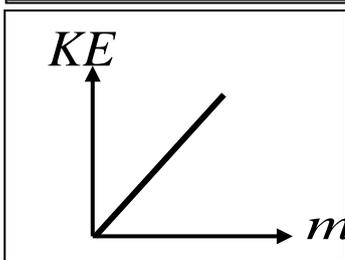
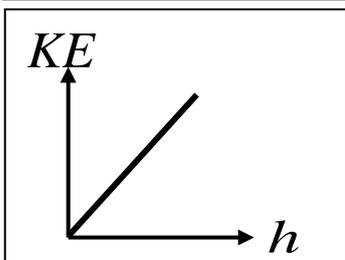
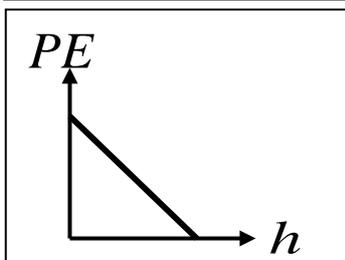
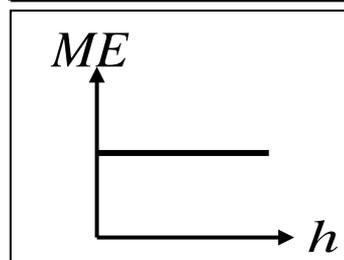
1- لمقدار الطاقة الحركية عندما تقل سرعة الجسم للنصف

تقل الطاقة الحركية للربع

2- لمقدار الطاقة الحركية عندما تزيد سرعة الجسم المثلي

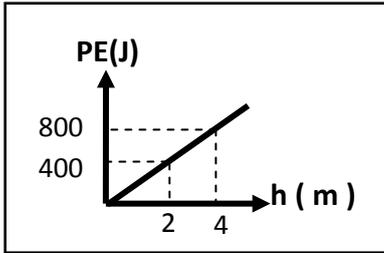
تزداد الطاقة الحركية لأربعة أمثال

** أرسم المنحنيات أو الخطوط البيانية الدالة علي المطلوب بين العلاقات التالية :

			
الطاقة الحركية ومربع سرعة	الطاقة الحركية والارتفاع لجسم يقذف لأعلي	طاقة الوضع التثاقلية والارتفاع لجسم يقذف لأعلي	الطاقة الميكانيكية والارتفاع لجسم يقذف لأعلي
			
الطاقة الحركية و كتلة الجسم	الطاقة الحركية والمسافة لجسم يسقط لأسفل	طاقة الوضع التثاقلية والمسافة لجسم يسقط لأسفل	الطاقة الميكانيكية والمسافة لجسم يسقط لأسفل

تطبيقات علي الشغل والطاقة

التاريخ : / /

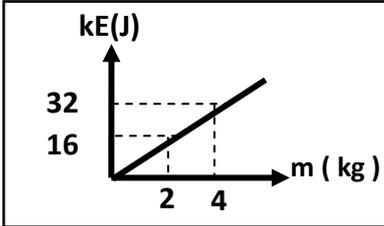


مثال 1 : الشكل المقابل يمثل التغير في الطاقة الكامنة الثقالية لجسم بتغير ارتفاعه عن سطح الأرض (المستوي المرجعي) . أحسب وزن الجسم :

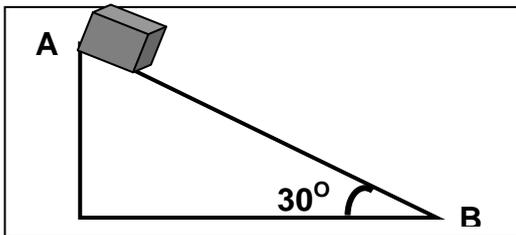
$$PE_g = mgh \quad 800 = mg \times 4 \quad mg = 200 \text{ N}$$

مثال 2 : الشكل المقابل يمثل تغير الطاقة الحركية لمجموعة أجسام مختلفة الكتلة ومتحركة حركة خطية بنفس السرعة الخطية . أحسب سرعة هذه الأجسام :

$$v = \sqrt{\frac{2KE}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 32}{4}} = 4 \text{ m/s}$$



مثال 3 : انزلق جسم كتلته (1 kg) من سكون من نقطة (A) علي مستوي مائل أملس يميل بزاوية (30°) مع المستوي الأفقي ليصل إلي النقطة (B) حيث (AB = 4 m) . أحسب :



أ) الشغل الناتج عن وزن الصندوق :

$$W = mgh = mgsin\theta = 1 \times 10 \times \sin 30 = 5 \text{ J}$$

ب) سرعة الجسم عند النقطة (B) مستخدماً قانون الطاقة الحركية :

$$W = \Delta KE = \frac{1}{2} m V_F^2 - \frac{1}{2} m V_i^2 \Rightarrow 5 = \frac{1}{2} \times 1 \times V_F^2 - 0 \Rightarrow V_F = 3.16 \text{ m/s}$$

مثال 4 : سقطت تفاحة كتلتها (0.15 kg) من ارتفاع (3 m) إلي أسفل ليصل في غياب الاحتكاك إلي الأرض . أحسب
أ) طاقة الوضع الثقالية عند أقصى ارتفاع :

$$PE = mgh = 0.15 \times 10 \times 3 = 4.5 \text{ J}$$

ب) سرعة التفاحة بعد سقوطها مسافة (2 m) من موضعها :

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 2} = 6.32 \text{ m/s}$$

ج) الطاقة الميكانيكية للتفاحة عند وجودها علي بعد (2 m) أسفل موضعها الابتدائي :

$$ME = \frac{1}{2} m V^2 + mgh = \frac{1}{2} \times 0.15 \times 6.32^2 + 0.15 \times 10 \times 1 = 4.5 \text{ J}$$

د) الطاقة الحركية للتفاحة عند اصطدامها بالأرض :

$$KE_F = PE_i = 4.5 \text{ J}$$

هـ) سرعة التفاحة لحظة اصطدامها بالأرض :

$$v = \sqrt{\frac{2KE}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 4.5}{0.15}} = 7.74 \text{ m/s}$$

مثال 5 : قذف جسم كتلته (200 g) من نقطة (A) رأسياً إلى أعلى بسرعة ابتدائية (20 m/s) ليصل في غياب

الاحتكاك إلى أقصى ارتفاع عند النقطة (B) . أحسب :

أ (الطاقة الحركية للجسم عند الانطلاق عند (A) :

$$KE_i = \frac{1}{2} mV_i^2 = \frac{1}{2} \times 0.2 \times 20^2 = 40 \text{ J}$$

ب) الشغل المبذول :

$$W = \Delta KE = \frac{1}{2} mV_F^2 - \frac{1}{2} mV_i^2 = 0 - \frac{1}{2} \times 0.2 \times 20^2 = -40 \text{ J}$$

ج) المسافة التي قطعها الجسم :

$$W = -mgh \Rightarrow -40 = -0.2 \times 10 \times h \Rightarrow h = 20 \text{ m}$$

مثال 6 : دراجة كتلتها وكتلة سائقها معاً (100 kg) تتحرك علي طريق أفقية بسرعة (2 m/s) فإذا قلت سرعتها

وأصبحت (1 m/s) بعد أن قطعت مسافة (20 m) . أحسب :

أ (الشغل المبذول علي الدراجة :

$$W = \Delta KE = \frac{1}{2} mV_F^2 - \frac{1}{2} mV_i^2 = \frac{1}{2} \times 100 \times 1^2 - \frac{1}{2} \times 100 \times 2^2 = -150 \text{ J}$$

ب) محصلة القوة الخارجية المؤثرة علي الدراجة والتي سببت تناقص سرعتها :

$$F = \frac{W}{d \cos \theta} = \frac{-150}{20 \times \cos 180} = 7.5 \text{ N}$$

ج) الشغل المبذول من وزن الدراجة :

$$W = Fd \cos 90 = 0$$

مثال 7 : كتلة مقدارها (5 kg) تم رفعها رأسياً من النقطة (A) التي ترتفع (2 m)

عن سطح الأرض إلى نقطة (B) التي ترتفع (12 m) عن سطح الأرض .

أ) أحسب الشغل المبذول من وزن الجسم خلال الإزاحة من (A) إلى (B) :

$$W_w = -mgh = -5 \times 10 \times (12 - 2) = -500 \text{ J}$$

ب) أحسب التغير في طاقة الوضع الثقالية للجسم خلال تحريكه من (A) إلى (B) :

$$PE_g = mg(h_B - h_A) = 5 \times 10 \times (12 - 2) = 500 \text{ J}$$

ج) قارن بين الشغل المبذول للوزن و التغير في طاقة الوضع الثقالية :

$$\Delta PE_g = -W_w$$

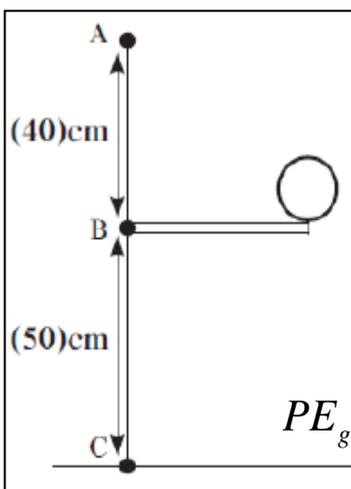
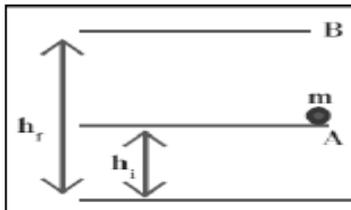
مثال 8 : في الشكل المقابل كرة كتلتها (1 kg) موضوعة عند المستوي المرجعي

عند النقطة (B) . أحسب الطاقة الكامنة الثقالية في الحالات الآتية :

$$PE_g = mgh_A = 1 \times 10 \times 0.4 = 4 \text{ J} : \text{ (A) عند المستوي الأفقي المار بالنقطة (A) :$$

$$PE_g = mgh_B = 1 \times 10 \times 0 = 0 : \text{ (B) عند المستوي الأفقي المار بالنقطة (B) :$$

$$PE_g = mgh_C = 1 \times 10 \times -0.5 = -5 \text{ J} : \text{ (C) عند المستوي الأفقي المار بالنقطة (C) :$$



التاريخ : / / **الدرس (1-3) : حفظ (بقاء) الطاقة**

وجه المقارنة	الأجسام الماكروسكوبية	الأجسام الميكروسكوبية
التعريف	أجسام تمتلك أبعاداً يمكن رؤيتها بالعين المجردة	أجسام دقيقة ولا ترى بالعين المجردة

** لحساب الطاقة الحركية الماكروسكوبية نستخدم العلاقة : $KE = \frac{1}{2}mV^2$

** لحساب الطاقة الكامنة الثقالية الماكروسكوبية نستخدم العلاقة : $PE_g = mgh$

** لحساب الطاقة الكامنة المرنة الماكروسكوبية نستخدم العلاقة : $PE_e = \frac{1}{2}K\Delta X^2$

وجه المقارنة	الطاقة الميكانيكية الماكروسكوبية (ME)	الطاقة الميكانيكية الميكروسكوبية (الطاقة الداخلية U)
التعريف	مجموع طاقة الوضع وطاقة الحركة للجسم	مجموع طاقة الوضع و طاقة الحركة لجسيمات النظام
العلاقة الرياضية	$ME_{macro} = KE_{macro} + PE_{macro}$	$U = KE_{micro} + PE_{micro}$

الطاقة الكامنة الميكروسكوبية (PE_{micro})

الطاقة التي يتبادلها جسيمات النظام وتؤدي إلى تغير حالته بتغير طاقة الربط بين أجزائه

** الطاقة الكامنة الميكروسكوبية (PE_{micro}) تتغير أثناء تغير حالة النظام

** الطاقة الحركية الميكروسكوبية (KE_{micro}) تتغير أثناء تغير درجة حرارة النظام

$$E = ME + U$$

الطاقة الكلية مجموع الطاقة الداخلية (U) و الطاقة الميكانيكية (ME)

** لحساب التغير في الطاقة الكلية نستخدم العلاقة : $\Delta E = \Delta ME + \Delta U$

قانون بقاء الطاقة الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم وتتحول من شكل إلى آخر داخل النظام المعزول

أي أن الطاقة الكلية للنظام ثابتة

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

** أكتب معادلة تعبر عن الطاقة الكلية للنظام في الحالتين التاليتين :

(أ) طاقة داخلية ثابتة وطاقة ميكانيكية متغيرة :

$$\Delta U = 0$$

$$\Delta E = \Delta ME$$

(ب) طاقة داخلية متغيرة وطاقة ميكانيكية ثابتة :

$$\Delta ME = 0$$

$$\Delta E = \Delta U$$

النظام المعزول نظام لا تتبادل فيه الطاقة مع الوسط المحيط وتكون الطاقة الكلية محفوظة

النظام المعزول

أولاً : حفظ الطاقة الميكانيكية في نظام معزول (بدون الاحتكاك) :

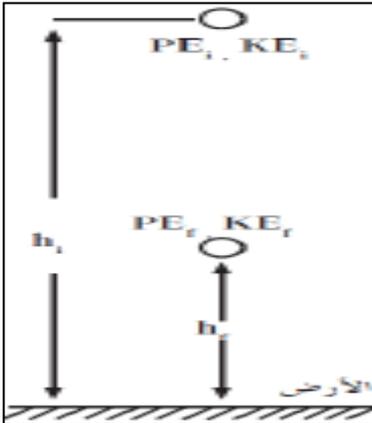
** بإهمال قوى الاحتكاك : أ) الطاقة الميكانيكية تظل محفوظة ($\Delta ME = 0$)

ب) الطاقة الداخلية محفوظة ($\Delta U = 0$)

ج) الطاقة الكلية تظل محفوظة ($\Delta E = 0$)

** أستنتج أن في الأنظمة المعزولة يكون التغير في الطاقة الكامنة يساوي معكوس التغير في الطاقة الحركية

بإهمال قوى الاحتكاك مع الهواء .



$$* \Delta ME = 0$$

$$* ME_i = ME_f$$

$$* KE_i + PE_i = KE_f + PE_f$$

$$* PE_f - PE_i = KE_i - KE_f$$

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

** جسم طاقة وضعه (100 J) عندما يكون على ارتفاع (h) من الأرض فإذا ترك ليسقط سقوط حر فإن طاقة حركته

تصبح (25 J) عندما يكون هبط مسافة ($\frac{1}{4} h$) ويكون على ارتفاع من الأرض يساوي ($\frac{3}{4} h$)

ثانياً : عدم حفظ الطاقة الميكانيكية في نظام معزول (في وجود الاحتكاك) :

** عند حفظ الطاقة الكلية للنظام المعزول ($\Delta E = 0$) فإن التغير في الطاقة الميكانيكية يساوي معكوس

التغير في الطاقة الداخلية وتصبح المعادلة بالشكل $\Delta ME = -\Delta U$

** الشغل الناتج عن قوى الاحتكاك المؤثرة على النظام يتحول إلى طاقة داخلية وتصبح المعادلة $\Delta ME = -W_f$

** الشغل الناتج عن قوى الاحتكاك المؤثرة على أجزاء النظام يؤدي إلى تغيير درجة الحرارة أو حالة النظام بالتتابع

** أستنتج أن التغير في الطاقة الميكانيكية في نظام معزول يساوي الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك :

$$* \Delta E = \Delta ME + \Delta U = 0$$

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

$$* W_f = \Delta U$$

$$* \Delta ME = -W_f = -f.d$$

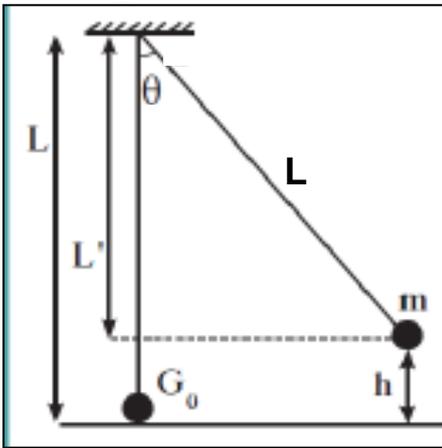
تابع حفظ (بقاء) الطاقة

التاريخ : / /

وجود الاحتكاك (سطح مائل خشن)	غياب الاحتكاك (سطح مائل أملس)	وجه المقارنة
محفوظة	محفوظة	الطاقة الكلية (E)
$\Delta E = 0$	$\Delta E = 0$	التغير في الطاقة الكلية (ΔE)
غير محفوظة	محفوظة	الطاقة الميكانيكية (ME)
$ME_i \neq ME_f$	$ME_i = ME_f$	العلاقة بين ME_i و ME_f
$\Delta ME \neq 0$ $\Delta ME = - W_f$ $ME_f - ME_i = - f d$ $(KE_f + PE_f) - (KE_i + PE_i) = - f d$	$\Delta ME = 0$ $ME_i = ME_f$ $KE_i + PE_i = KE_f + PE_f$	التغير في الطاقة الميكانيكية (ΔME)
$W_w = \pm m g h$ $W_f = - f d$ $W_T = W_w + W_f$	$W_w = \pm m g h$ $W_f = 0$ $W_T = W_w$	حساب الشغل الكلي (W_T)

البندول البسيط

** أستنتج أن بإهمال الاحتكاك الطاقة الميكانيكية أثناء حركة البندول البسيط : $ME = \frac{1}{2}mv^2 + mgL(1 - \cos\theta)$



$$* \cos\theta = \frac{L'}{L} \Rightarrow L' = L\cos\theta$$

$$* h = L - L' = L - L\cos\theta = L(1 - \cos\theta)$$

$$* PE = mgh = mgL(1 - \cos\theta)$$

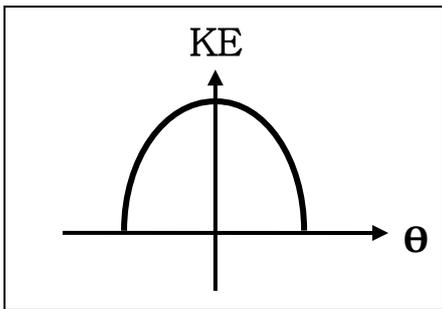
$$* ME = KE + PE$$

$$* ME = \frac{1}{2}mv^2 + mgL(1 - \cos\theta)$$

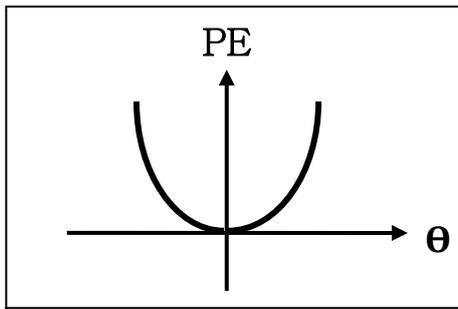
عند موضع الاستقرار	عند أقصى ارتفاع	وجه المقارنة
ثابتة	ثابتة	الطاقة الميكانيكية
أكبر ما يمكن	صفر	الطاقة الحركية
صفر	أكبر ما يمكن	طاقة الوضع الثقالية

** لحساب السرعة النهائية في البندول البسيط عند موضع الاستقرار : $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2gL(1 - \cos\theta)}$

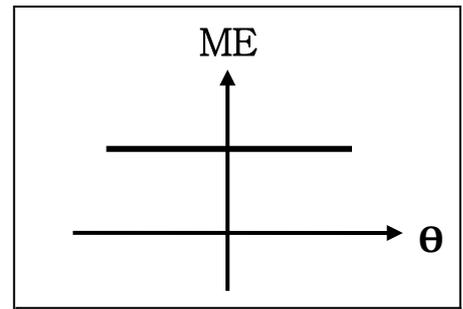
** أرسـم المنحنيات أو الخطوط البيانية الدالة علي المطلوب بين العلاقات التالية :



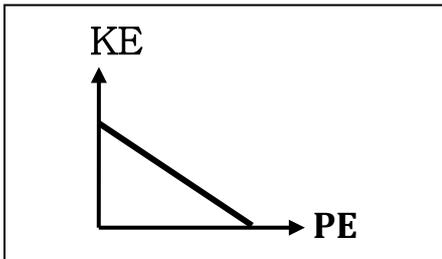
طاقة الحركة وزاوية البندول



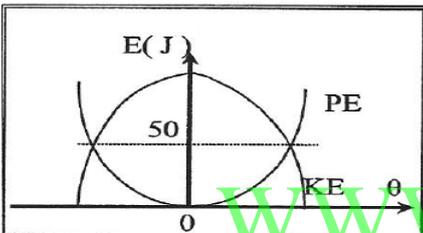
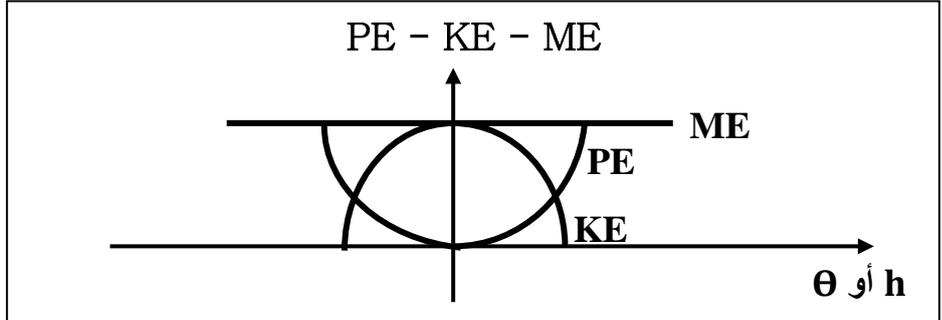
طاقة الوضع وزاوية البندول



طاقة الميكانيكية وزاوية البندول



طاقة الوضع وطاقة الحركة للبندول



** المنحني البياني في الشكل يمثل تبادل الطاقة الحركية وطاقة الوضع التثاقلية بدلالة تغير الزاوية لبندول بسيط متحرك كنظام معزول أحسب الطاقة الميكانيكية :

$$ME = PE + KE = 50 + 50 = 100 \text{ J}$$

مثال 1 : بندول بسيط مؤلف من كتلة نقطية مقدارها (0.2 Kg) معلقة بخيط غير قابل للتمدد طوله (1 m) ثم أزيحت الكتلة من موضع الاستقرار مع إبقاء الخيط مشدودا بزاوية (60°) وأفلتت من السكون وبإهمال الاحتكاك .

أ) حدد أي نوع من الطاقة يمثلها كل من الرسوم البيانية الثلاثة :

1- ME

2- PE

3- KE

ب) أحسب مقدار الطاقة الميكانيكية للنظام :

$$ME = \frac{1}{2} mv^2 + mgL(1 - \cos\theta) = 0 + 0.2 \times 10 \times 1 \times (1 - \cos 60) = 1 \text{ J}$$

ج) أحسب سرعة الكتلة عند مرورها المستوي المرجعي :

$$v = \sqrt{2gL(1 - \cos\theta)} = \sqrt{2 \times 10 \times 1 \times (1 - \cos 60)} = 3.16 \text{ m/s}$$

د) أحسب مقدار الزاوية التي تتساوي عندها طاقة الوضع التثاقلية والطاقة الحركية :

$$ME = 2PE = 2mgL(1 - \cos\theta) \Rightarrow 1 = 2 \times 0.2 \times 10 \times 1 \times (1 - \cos\theta) \Rightarrow \theta = 41.4^\circ$$

هـ) أحسب مقدار السرعة التي تتساوي عندها طاقة الوضع التثاقلية والطاقة الحركية :

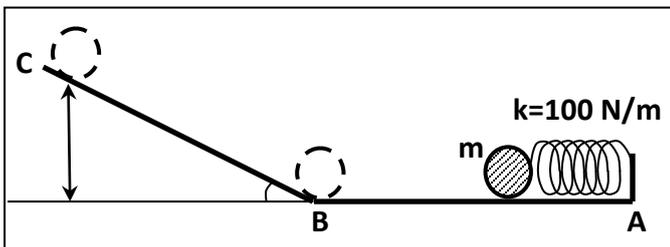
$$ME = 2KE = 2 \times \frac{1}{2} mV^2 \Rightarrow 1 = 2 \times \frac{1}{2} \times 0.2 \times V^2 \Rightarrow V = 2.2 \text{ m/s}$$

تطبيقات علي حفظ (بقاء) الطاقة

التاريخ : / /

علل لما يأتي :

- 1- تزيد الطاقة الحركية الميكروسكوبية لجسيمات النظام برفع درجة حرارته .
بسبب زيادة سرعة حركة الجزيئات
- 2- في الأنظمة المعزولة المغلقة تكون الطاقة الكلية محفوظة .
لأنه نظام لا تتبادل فيه الطاقة مع الوسط المحيط
- 3- وجود زنبرك في بعض أنواع الساعات ولعب الأطفال .
لأن الطاقة الكامنة المرورية في النابض تتحول إلي طاقة حركية
- 4- الطاقة الكلية للنظام المعزول المؤلف من الأرض و السيارة الصغيرة والهواء المحيط لم تتغير .
لأن الطاقة الكامنة المرورية في النابض تتحول إلي طاقة حركية و جزء منها يتحول إلي طاقة حرارية بسبب الاحتكاك
- 5- الطاقة الميكانيكية للنظام المعزول (الصندوق - المستوى المائل - الأرض) غير محفوظة على المستوى الخشن .
لأن الطاقة الكامنة الثقالية تتحول إلي طاقة حركية و جزء منها يتحول إلي طاقة حرارية بسبب الاحتكاك
- 6- تكون درجة حرارة المياه عند قاعدة مسقط شلال مائي أعلى منها عند قمة المسقط نفسه .
لأن الطاقة الكامنة الثقالية تتحول إلي طاقة حركية و جزء منها يتحول إلي طاقة حرارية بسبب الاحتكاك
- 7- المياه الساقطة من الشلالات يمكنها إدارة التوربينات التي تولد الطاقة الكهربائية .
لأن الطاقة الكامنة الثقالية تتحول إلي طاقة حركية وتقوم بإدارة التوربينات
- 8- عند التصفيق ترتفع درجة حرارة يديك .
لأن الطاقة الحركية لليدين تتحول لطاقة حرارية
- 9- ارتفاع درجة حرارة المظلة والهواء المحيط أثناء هبوط المظلي باستخدام المظلة .
لأن المظلة تتحرك بسرعة حدية ثابتة والطاقة الحركية ثابتة وتتحول طاقة الوضع الثقالية إلي طاقة حرارية



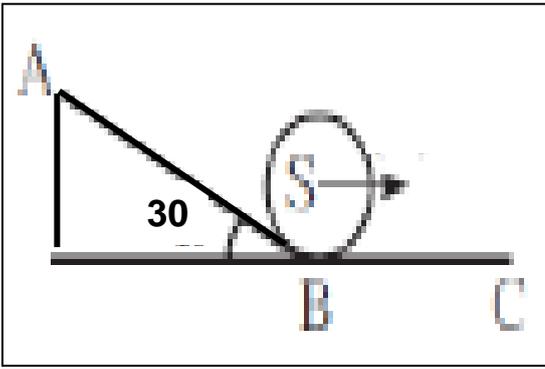
مثال 1 : الشكل المقابل يوضح مستوي أملس (A,B,C)
ضغط النابض الموجود عند الطرف (A) لمسافة (0.2m)
ثم وضع أمامه الجسم (m) الذي كتلته تساوي (0.25Kg)
فإذا أفلت النابض .أحسب :

أ) سرعة الجسم عند النقطة (B) :

$$ME_A = ME_B \Rightarrow \frac{1}{2} KX^2 = \frac{1}{2} mV^2 \Rightarrow \frac{1}{2} \times 100 \times 0.2^2 = \frac{1}{2} \times 0.25 \times V_B^2 \Rightarrow V_B = 4 \text{ m/s}$$

ب) أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم (m) عن المستوي المرجعي :

$$ME_B = ME_C \Rightarrow \frac{1}{2} mV_B^2 = mgh_C \Rightarrow \frac{1}{2} \times 0.25 \times 4^2 = 0.25 \times 10 \times h \Rightarrow h = 0.8 \text{ m}$$



مثال 2 : أفلت الجسم (S) الموضح في الشكل المقابل وكتلته (100 g) من النقطة (A) على المسار ABC و AB مستوى مائل أملس يصنع زاوية (30°) مع المستوى الأفقي الذي يبلغ طوله (L₁) .
والمستوي الأفقي BC خشن وقوة الاحتكاك تساوي (0.1 N) ويبلغ طوله (L₂) فلماذا كانت سرعة الجسم عند النقطة (B) تساوي (4 m/s)
أ) استخدم قانون حفظ الطاقة الميكانيكية لإيجاد طول الجزء AB :

$$ME_A = ME_B \Rightarrow \frac{1}{2} mV_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2} mV_B^2 + mgh_B$$

$$0 + 0.1 \times 10 \times h_A = \frac{1}{2} \times 0.1 \times 4^2 + 0 \Rightarrow h_A = 0.8 \text{ m}$$

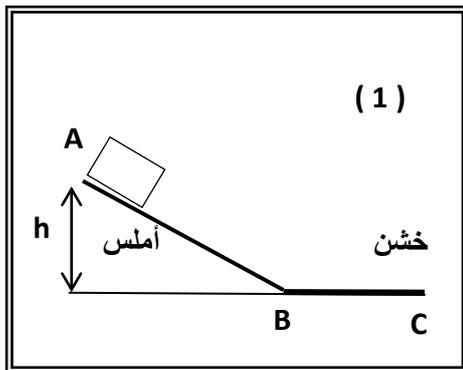
$$d_{AB} = \frac{h_A}{\sin \theta} \Rightarrow d_{AB} = \frac{0.8}{\sin 30} = 1.6 \text{ m}$$

ب) أكمل الجسم مساره على المسار BC ليتوقف عند النقطة C أحسب طول المسار BC :

$$ME_C - ME_B = -W_f$$

$$\left(\frac{1}{2} mV_C^2 + mgh_C\right) - \left(\frac{1}{2} mV_B^2 + mgh_B\right) = -fd_{BC}$$

$$(0 + 0) - \left(\frac{1}{2} \times 0.1 \times 4^2 + 0\right) = -0.1 \times d_{BC} \Rightarrow d_{BC} = 8 \text{ m}$$



(1)

مثال 3 : جسم كتلته (5 kg) تحرك من السكون من أعلى نقطة على سطح مستوى مائل أملس , يتصل بسطح أفقي خشن كما بالشكل (1) ومثلنا علاقة الطاقة الميكانيكية (ME) للجسم مع إزاحته (d) بيانيا , فحصلنا على الخط البياني ABC كما بالشكل (2) . أحسب :

أ) ارتفاع المستوى المائل (h) :

$$ME_A = mgh_A + \frac{1}{2} mV_A^2$$

$$30 = 5 \times 10 \times h_A + 0 \Rightarrow h_A = 0.6 \text{ m}$$

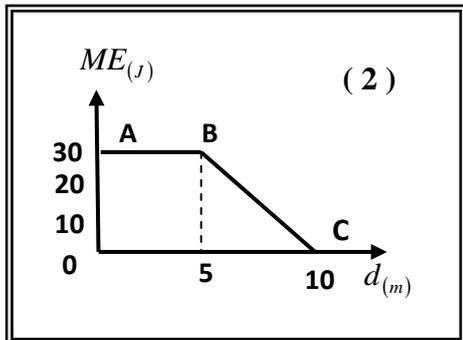
ب) مقدار سرعة الجسم عند نهاية المستوى المائل :

$$ME_B = mgh_B + \frac{1}{2} mV_B^2$$

$$30 = 0 + \frac{1}{2} \times 5 \times V_B^2 \Rightarrow V_B = 3.46 \text{ m/s}$$

ج) مقدار قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح الأفقي (f) :

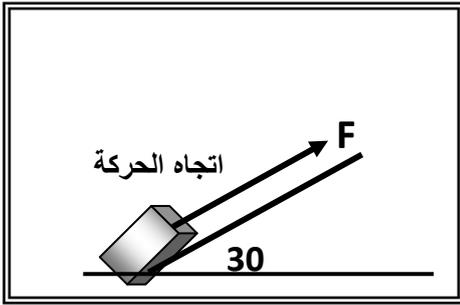
$$ME_C - ME_B = -fd_{BC} \Rightarrow 0 - 30 = -f \times (10 - 5) \Rightarrow f = 6 \text{ N}$$



(2)

تابع تطبيقات علي حفظ (بقاء) الطاقة

التاريخ : / /



مثال 4 : تم رفع جسم كتلته (6 kg) من أسفل سطح مستوي مائل خشن بفعل قوة موازية للمستوي المائل مقدارها (80 N) ليصل لقمة المستوي بعدما قطع مسافة (4m) فإذا علمت أن قوة الاحتكاك بين الجسم و سطح المستوي المائل

$$W = mg = 6 \times 10 = 60 \text{ N}$$

تعاادل ثلث وزنه . أحسب :

$$f = \frac{1}{3} \times 60 = 20 \text{ N}$$

أ) الشغل الذي بذلته تلك القوة :

$$W = Fd \cos\theta = 80 \times 4 \cos 0 = 320 \text{ J}$$

ب) الشغل الناتج عن وزن الجسم :

$$W_w = - mgh = - mgd\sin\theta = 6 \times 10 \times 4 \times \sin 30 = - 120 \text{ J}$$

ج) الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك :

$$W = fd \cos\theta = 20 \times 4 \cos 180 = - 80 \text{ J}$$

د) الشغل الكلي المبذول :

$$W_T = W_1 + W_2 + W_3 = (320) + (- 120) + (- 80) = 120 \text{ J}$$

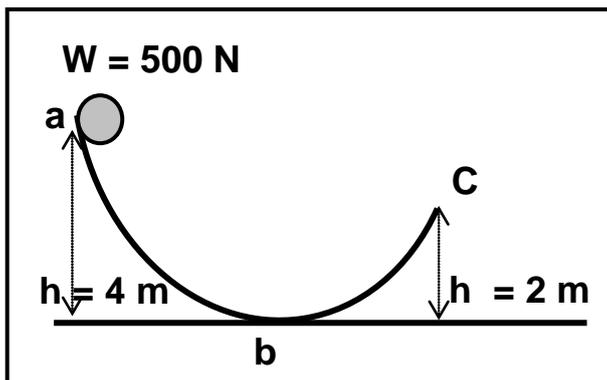
هـ) طاقة الوضع الثقالية وهو أعلى المستوي :

$$PE_g = mgh = mgd\sin\theta = 6 \times 10 \times 4 \times \sin 30 = 120 \text{ J}$$

و) التغير في طاقة حركة الجسم :

$$W_T = \Delta KE$$

$$\Delta KE = 120 \text{ J}$$



مثال 5 : كرة وزنها (500 N) تنزلق علي سطح أملس . أحسب :

أ) طاقة الوضع الثقالية للكرة عند نقطة (a) :

$$PE_g = mgh = 500 \times 4 = 2000 \text{ J}$$

ب) سرعة الكرة لحظة مرورها بالنقطة (b) :

$$ME_A = ME_B \Rightarrow mgh_A = \frac{1}{2} mV_B^2$$

$$500 \times 4 = \frac{1}{2} \times 50 \times V_B^2 \Rightarrow V_B = 8.9 \text{ m/s}$$

ج) سرعة الكرة عند وصولها إلي نقطة (c) :

$$ME_B = ME_C \Rightarrow \frac{1}{2} mV_B^2 + mgh_B = \frac{1}{2} mV_C^2 + mgh_C$$

$$\frac{1}{2} \times 50 \times 8.9^2 + 0 = \frac{1}{2} \times 50 \times V_C^2 + 50 \times 10 \times 2 \Rightarrow V_C = 6.32 \text{ m/s}$$

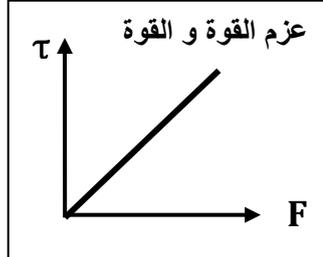
الفصل الثاني : ميكانيكا الدوران

التاريخ : / /

الدرس (2 - 1) : عزم الدوران (عزم القوة)

عزم القوة مقدرة القوة على إحداث حركة دورانية للجسم حول محور الدوران $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d} = Fd \sin \theta$

أو كمية متجهة تساوي حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهي القوة في طول ذراعها



** العوامل التي يتوقف عليها عزم القوة : 1- القوة 2- ذراع القوة 3- الزاوية بينهما

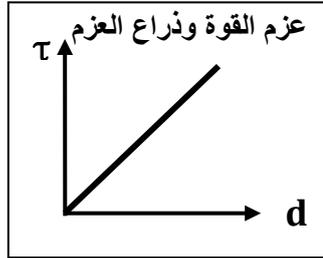
** يقاس عزم القوة بحسب النظام الدولي للوحدات بوحدة **N.m**

** عزم القوة كمية **متجهة** ويحدد اتجاهه بـ قاعدة اليد اليمنى

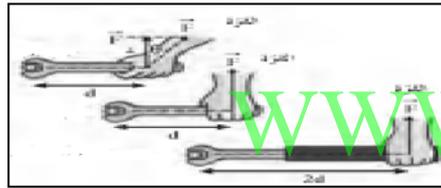
** القوة العمودية تبذل جهد **أقل** وفعل رافعة **أكبر**

** يعتمد ائزان الميزان الذي يعمل بالأوزان المنزلة على ائزان العزوم

** من التطبيقات العملية علي عزم الدوران : الرافعة - مفتاح ربط - مطرقة مخرطية



ذراع العزم المسافة من محور الدوران إلى نقطة تأثير القوة



** في الشكل المقابل : أي مفتاح له عزم دوران أكبر ؟ مع ذكر السبب ؟

المفتاح (3) لأن القوة عمودية وطول ذراع القوة أكبر

** اتجاه القوة بالنسبة لذراع القوة التي يجب ان تستخدمه لإنتاج أكبر عزم للقوة هو اتجاه القوة العمودية

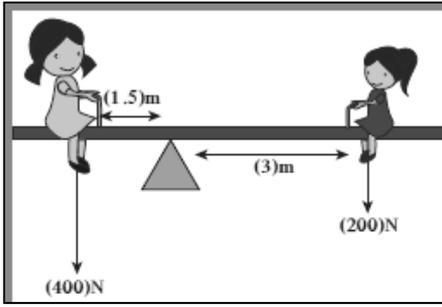
قاعدة اليد اليمنى قاعدة تحدد اتجاه عزم القوة والإبهام يشير إلى عزم القوة والأصابع تشير إلى اتجاه الدوران

دوران الجسم	مع عقارب الساعة	عكس عقارب الساعة
اتجاه عزم القوة بالنسبة للصفحة	عمودي علي الصفحة نحو الداخل	عمودي علي الصفحة نحو الخارج
إشارة (نوع) عزم القوة	سالبة	موجبة

وجه المقارنة	الشغل	عزم القوة
العلاقة المستخدمة لحسابه	$W = \vec{F} \cdot \vec{d}$	$\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d}$
نوع الكمية	عددية	متجهة
نوع الضرب	قياسي	اتجاهي
وحدة القياس	ال جول (J)	N.m

العزوم المتزنة العزوم التي تكون حاصلتها تساوي صفر

** في الشكل المقابل : طفلين يلعبون الأرجوحة حيث أوزانهم غير متكافئة :



أ) ماذا يفعل الطفلين لكي تتزن الأرجوحة :

الأثقل يجلس علي مسافة أقصر والأخف يجلس علي مسافة أبعد من نقطة الارتكاز

ب) ما هي الشروط الضرورية لتحقيق الاتزان الدوراني :

$$\sum \bar{\tau} = 0 \text{ محصلة العزوم تساوي صفر}$$

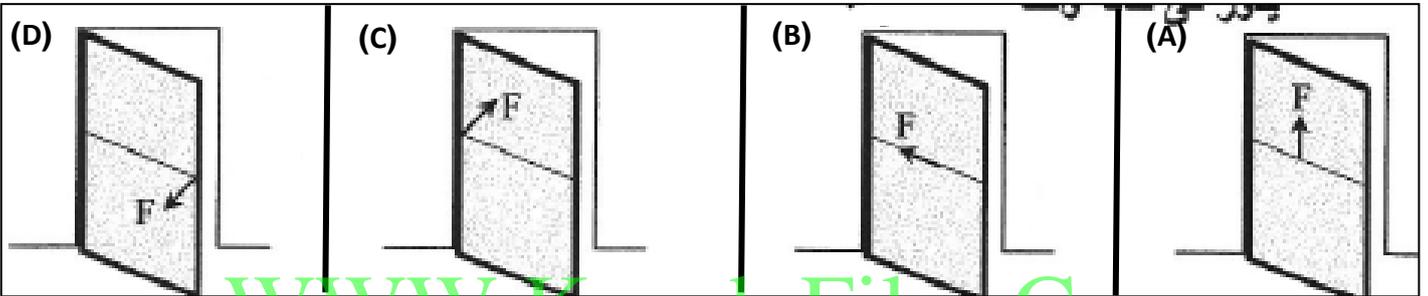
ج) هل الوزن هو الذي يسبب الدوران ؟ مع ذكر السبب :

لا - العزم هو الذي يسبب الدوران

د) ما العلاقة بين المجموع الجبري للعزوم مع اتجاه عقارب الساعة والمجموع الجبري للعزوم عكس عقارب الساعة :

$$\sum \bar{\tau}_{c.w} = \sum \bar{\tau}_{A.c.w} \text{ متساويان}$$

** سؤال : حدد في كل حالة هل يدور الباب أم لا . مع ذكر السبب ؟



** شكل (A) : الباب لا يدور لأن القوة توازي محور الدوران وعزم القوة يساوي صفر

** شكل (B) : الباب لا يدور لأن القوة توازي ذراع القوة وعزم القوة يساوي صفر

** شكل (C) : الباب لا يدور لأن القوة تمر بمحور الدوران وعزم القوة يساوي صفر

** شكل (D) : الباب يدور لأن القوة عمودية علي ذراع القوة وعزم القوة لا يساوي صفر

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

مركز ثقل الجسم

ماذا يحدث مع ذكر السبب

1- عند وجود موقع مركز الثقل خارج المساحة الحاملة للجسم :

ينقلب الجسم بسبب وجود عزم القوة بسبب دوران الجسم

2- إذا كان خط عمل القوة يمر بمركز ثقل الكرة :

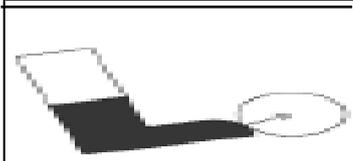
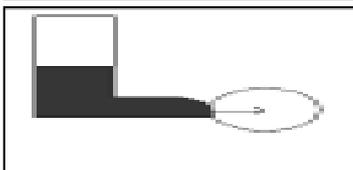
تتحرك الكرة حركة خطية بسبب عدم وجود عزم القوة

3- إذا كان خط عمل القوة لا يمر بمركز ثقل الكرة :

تتحرك الكرة حركة دورانية وخطية بسبب وجود عزم القوة

** سبب دوران الجسم حول محوره محصلة العزوم لا تساوي صفر

** عندما لا يدور الجسم تكون محصلة العزوم تساوي صفر



تابع عزم الدوران (عزم القوة)

التاريخ : / /

علل لما يأتي :

1- العزم كمية متجهة .

لأنه حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهي القوة و ذراع القوة $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d}$

2- يمكن الحصول على قيم متعددة لعزم القوة رغم ثبات مقدار القوة .

بسبب اختلاف الزاوية بين متجهي القوة و ذراع القوة و اختلاف طول ذراع القوة $\vec{\tau} = Fd \sin \theta$

3- يصعب فك صامولة باستخدام مفتاح صغير .

لأن طول ذراع القوة صغير وبالتالي يكون عزم القوة صغير $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d}$

4- تستخدم مطرقة مخلبية ذات ذراع طويلة لسحب مسمار من قطعة خشب .

أو يلزم استخدام عصا طويلة لتحريك صخرة كبيرة .

أو استخدام مفتاح ذا ذراع طويلة عند فتح صواميل إطارات السيارات .

أو يوضع مقبض الباب عند الطرف البعيد عن محور الدوران الموجود عند مفصلاته .

لكي يزيد طول ذراع القوة ويزداد عزم القوة وتبذل قوة أقل $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d}$

5- لا يدور أو يتزن الجسم الصلب عندما يكون خط عمل القوة المؤثرة عليه ماراً بمحور الدوران .

أو لا يمكنك فتح باب غرفة مقفل بالتأثير عليه بقوة تمر بمحور الدوران مهما كانت القوة .

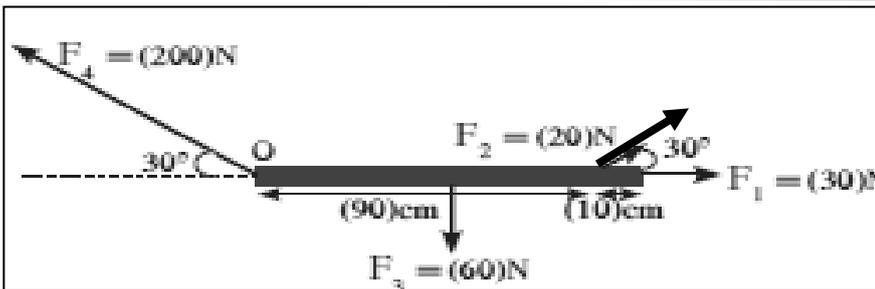
لأن طول ذراع القوة صفر ($d = 0$) وبالتالي يكون عزم القوة صفر $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d} = 0$

6- لا يدور أو يتزن الجسم القابل للدوران عندما يكون خط عمل القوة موازياً لمحور الدوران .

لأن الزاوية بين متجهي القوة وذراع القوة تساوي صفر $\vec{\tau} = Fd \sin 0 = 0$

7- حدوث الأتزان الدوراني للجسم المعلق حول مركز ثقله .

لأن محصلة عزوم قوة الجاذبية المؤثرة في الجسم تساوي صفر



مثال 1 : ساق متجانسة طولها (100 cm)

وزنها (60 N) تؤثر عليها ثلاث قوي .

أ) أحسب محصلة العزوم علي الساق :

ب) أستنتج اتجاه دوران الساق :

$$\tau_1 = F_1 d_1 \sin \Theta_1 = 30 \times 1 \times \sin (30) = 0 \text{ N.m}$$

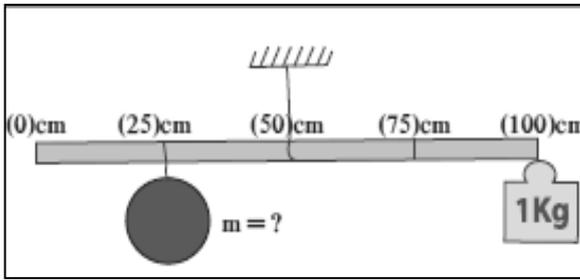
$$\tau_2 = F_2 d_2 \sin \Theta_2 = 20 \times 0.9 \times \sin (30) = + 9 \text{ N.m}$$

$$\tau_3 = F_3 d_3 \sin \Theta_3 = -60 \times 0.5 \times \sin (90) = - 30 \text{ N.m}$$

$$\tau_4 = F_4 d_4 \sin \Theta_4 = 200 \times 0 \times \sin (30) = 0 \text{ N.m}$$

$$\tau_T = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 = 0 + 9 + (-30) + 0 = - 21 \text{ N.m}$$

اتجاه دوران الساق مع عقارب الساعة



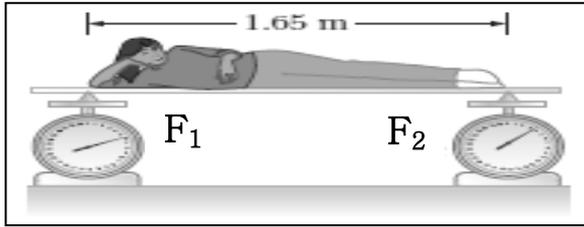
مثال 2 : أحسب كتلة الصخرة (m) حيث النظام في حالة اتزان :

$$\tau_{c.w} = \tau_{A.C.W}$$

$$F_1 d_1 = F_2 d_2$$

$$m_1 g d_1 = m_2 g d_2$$

$$m_1 \times 0.25 = 1 \times 0.5 \quad m_1 = 2 \text{ kg}$$



مثال 3 : إذا كان طول الشخص (1.65 m) وكانت قراءة الميزان

عند الرأس (380N) و قراءة الميزان عند القدم (320N)

أحسب بُعد مركز الثقل للرجل عن رأسه :

$$\tau_{c.w} = \tau_{A.C.W}$$

$$F_1 d_1 = F_2 d_2$$

$$380 \times (1.65 - d_2) = 320 \times d_2 \quad d_2 = 0.89 \text{ m}$$

$$d_1 = 1.65 - d_2 = 1.65 - 0.89 = 0.76 \text{ m}$$

مثال 4 : قضيب معدني متجانس طوله (8) m ووزنه (40) N يستند بإحدى نقاطه على رأس مدبب علق في إحدى

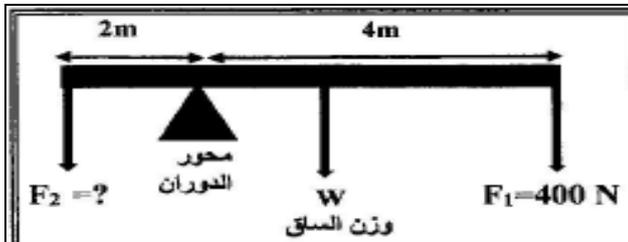
نهايته ثقل قدره (40) N فإذا اتزن القضيب أفقياً . أحسب بعد نقطة الإسناد عن الثقل المعلق .

$$\tau_{c.w} = \tau_{A.C.W}$$

WWW.KwedaFiles.Com

$$F_1 d_1 = F_2 d_2$$

$$40 \times (4 - d_2) = 40 \times d_2 \quad d_2 = 2 \text{ m}$$



مثال 5 : الشكل المجاور يمثل ساق متجانسة طولها (6) m

وزنها (100) N ترتكز علي حاجز وتؤثر فيها قوتان للأسفل

(400) N و (100) N فـ F₂ و F₁ مجهولة والنظام في حالة اتزان .

أ) أحسب عزم الدوران للقوة (F₁) :

$$\tau_1 = F_1 d_1 \sin \theta = 400 \times 4 \times \sin (90) = 1600 \text{ N.m}$$

ب) أحسب مقدار القوة (F₂) :

$$\tau_{c.w} = \tau_{A.C.W}$$

$$W d_3 + F_1 d_1 = F_2 d_2$$

$$(100 \times 1) + (400 \times 4) = F_2 \times 2 \quad F_2 = 850 \text{ N}$$

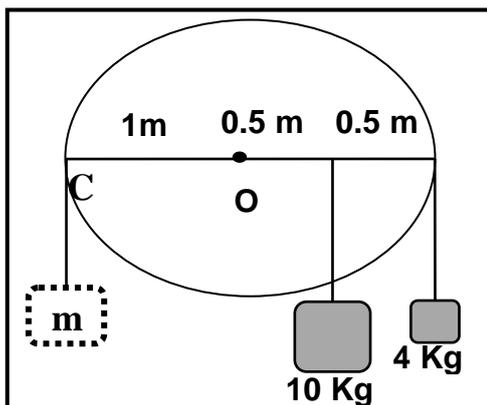
مثال 6 : بالشكل القرص لا يدور . أحسب الكتلة عند النقطة (C) :

$$\tau_{c.w} = \tau_{A.C.W}$$

$$F_3 d_3 = F_1 d_1 + F_2 d_2$$

$$m_3 g d_3 = m_1 g d_1 + m_2 g d_2$$

$$(m \times 1) = (10 \times 0.5) + (4 \times 1) \quad m = 9 \text{ Kg}$$



عزم الازدواج

التاريخ : / /

قوتين متساويتين في المقدار ومتوازيتين ومتعاكستين بالاتجاه وليس لهما خط عمل واحد

الازدواج

$$\vec{C} = \vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2$$

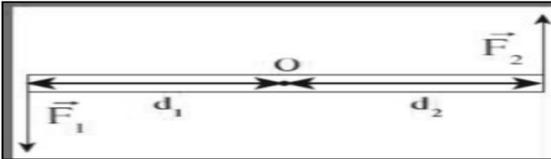
محصلة عزم قوتين متساويتين ومتوازيتين ومتعاكستان في الاتجاه

عزم الازدواج

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

أو حاصل ضرب مقدار أحد القوتين في المسافة العمودية بينهما

وجه المقارنة	عزم القوة	عزم الازدواج
طول ذراع العزم	المسافة بين القوة ومحور الدوران	المسافة العمودية بين القوتين

**** أستنتج أن عزم الازدواج يساوي حاصل ضرب مقدار أحدي القوتين بالمسافة العمودية بينهما :**

$$\vec{C} = \vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2 = \vec{F} \times \vec{d}_1 + \vec{F} \times \vec{d}_2$$

$$\vec{C} = \vec{F} \times (\vec{d}_1 + \vec{d}_2) = \vec{F} \times \vec{d}$$

**** العوامل التي يتوقف عليها عزم الازدواج : 1- مقدار إحدى القوتين 2- المسافة العمودية بين القوتين****** عزم الازدواج الذي يخضع له جسم قابل للدوران حول محور يمر بمنتصفه يساوي مثلي عزم إحدى القوتين****** من التطبيقات علي الازدواج : صنوبر المياه - مقود السيارة - المفتاح الرباعي لفك الصواميل - مقود الدراجة**

علل لما يأتي :

1- سهولة فك البراغي عند استخدام مفك له قاعدة ذات قطر كبير .

لكي يزيد طول ذراع الازدواج ويزداد عزم الازدواج وتبذل قوة أقل $\vec{C} = \vec{F} \times \vec{d}$
2- مفك الصواميل يكون خاضعا لازدواج يعمل على إدارته بالرغم من إننا نشاهد قوة وحيدة تؤثر عليه .

لوجود قوة رد فعل للصواميل معاكسة للقوة الأصلية

3- لا يتزن أو يدور الجسم القابل للدوران حول محور تحت تأثير قوتين متوازيتين ومتضادتين في الاتجاه .

لان القوتان ليس لهما خط عمل واحد مما يسبب عزم ازدواج يسبب دوران الجسم

مثال 1 : مفك قطر مقبضه (3 cm) وعرض رأس المفك الذي يدخل في شق البرغي (7 mm)

استخدم لتثبيت البرغي في لوح خشبي و ذلك بالتأثير في مقبضه بواسطة اليد بقوتين متساويتين

في المقدار (49 N) ومتعاكستين في الاتجاه . أ) أحسب عزم الازدواج المؤثر في مقبض المفك :

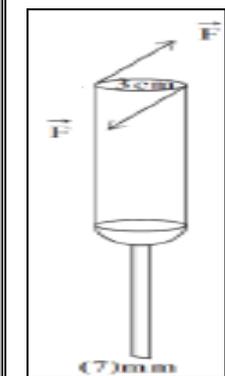
$$C = F \times d = 49 \times 0.03 = 1.47 \text{ N.m}$$

ب) أحسب مقدار القوة التي تؤدي إلي دوران البرغي المراد تثبيته :

$$C = F \times d$$

$$1.47 = F \times 0.007$$

$$F = 210 \text{ N}$$



مثال 2 : قوتان متساويتين قيمة كل منهما (50 N) تؤثران علي مسطرة خشبية قابلة للدوران حول محور في منتصفها

طولها (20 cm) . أ) أحسب مقدار عزم الازدواج المؤثر في المسطرة ويجعلها تدور حول محورها .

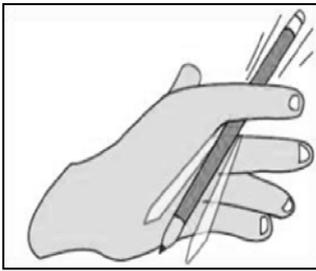
$$C = F d = 50 \times 0.2 = 10 \text{ N.m}$$

ب) ماذا تفعل لكي تتزن المسطرة ولا تدور حول محورها .

نؤثر بازدواج آخر مقداره 10 N.m ويعاكسه بالاتجاه

التاريخ : / / **الدرس (2 - 2) : القصور الذاتي الدوراني**

وجه المقارنة	القصور الذاتي	القصور الذاتي الدوراني
التعريف	مقاومة الجسم لتغيير في حركته الخطية	مقاومة الجسم لتغيير في حركته الدورانية
نوع حركة الجسم	حركة خطية	حركة دورانية
المطلوب لتغيير حالة الجسم	قوة	عزم قوة
وحدة القياس	Kg	kg . m ²
العوامل التي يتوقف عليها	1- كتلة الجسم	1- كتلة الجسم 2- بعد الكتلة عن محور الدوران 3- شكل الجسم وتوزيع الكتلة



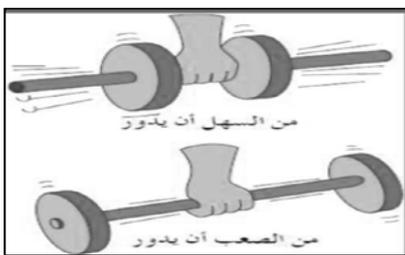
** يشبه القصور الذاتي الدوراني القصور الذاتي في الاتجاه الخطي

** كلما زادت المسافة بين كتلة الجسم ومحور الدوران يزداد القصور الذاتي الدوراني

** أرجح قلمك بين أصابعك إلى الأمام وإلى الخلف ثم قارن سهولة الدوران عند أرجحته من نقطة في منتصفه وعند أرجحته من أحد طرفيه في أي الحالتين الدوران يكون أسهل؟

في حالة التثبيت من منتصفه لأن القصور الذاتي الدوراني يقل

وجه المقارنة	مضرب البيسبول ذي الذراع الطويلة	مضرب البيسبول ذي الذراع القصيرة
القصور الذاتي الدوراني	أكبر	أقل
ميله للبقاء متحركاً	أكبر	أقل
سهولة الحركة الدورانية	أصعب	أسهل
زيادة سرعته أثناء دورانه	أقل	أكبر
إمكانية إيقافه أثناء دورانه	أصعب	أسهل



علل لما يأتي :

1- دوران الجسم في الحالة الأولى وعدم دورانه في الحالة الثانية في الشكل :

الحالة الأولى : يقل القصور الذاتي الدوراني ويسهل الدوران

الحالة الثانية : يزداد القصور الذاتي الدوراني ويصعب الدوران

2- لا تمتلك كرتان القصور الذاتي الدوراني نفسه بالرغم من أن الكرتان لهما الكتلة نفسها والقطر نفسه ولكن واحدة منهما مصمتة والأخرى مجوفة وتدوران حول محور يمر بمركز كتلتها .

بسبب اختلاف توزيع الكتلة لكل منهما حول مركز الدوران

3- القصور الذاتي الدوراني للقرص المعدني أصغر من القصور الذاتي الدوراني للعجلة الرفيعة (الطوق) .

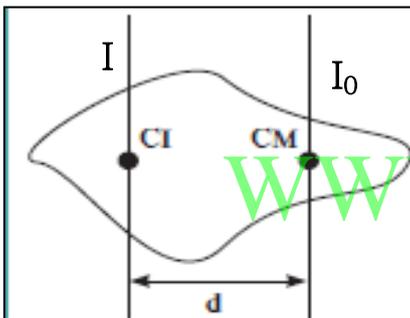
لأن معظم كتلة القرص قريبة من محور الدوران

- 4- يسهل عليك الجري وتحريك قدمك إلى الأمام والخلف عند ثنيهما قليلا .
لأن يقل بعد الكتلة عن محور الدوران ويقل عزم القصور الذاتي الدوراني
- 5- البندول القصير يتحرك إلى الأمام والخلف أكثر من تحرك البندول الطويل .
لأن البندول القصير له قصور ذاتي دوراني أقل من البندول الطويل
- 6- الناس والحيوانات ذات القوائم الطويلة مثل الزرافات والخيول والنعام و الغزال فهي تتحرك بسرعة أقل من
الحيوانات ذات القوائم القصيرة مثل الخيول الصغيرة أو الفئران أو الكلب .
- الحيوانات ذات القوائم القصيرة يقل بعد الكتلة عن محور الدوران ويقل القصور الذاتي الدوراني وتتحرك بسرعة أكبر
- 7- البهلوان المتحرك علي سلك رفيع يمد يديه ليحافظ علي اتزانه او يمسك بيده عصا طويلة .
لكي يزيد قصوره الذاتي الدوراني ويقاوم الدوران ويحافظ علي اتزانه

نظرية المحور الموازي (نظرية هوغنس)

$$I = I_0 + md^2$$

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



(I) تمثل القصور الذاتي الدوراني عند أي محور موازي للمحور المار بمركز الثقل

(I₀) تمثل القصور الذاتي الدوراني عند المحور المار بمركز ثقله

(m) تمثل كتلة الجسم

(d) تمثل المسافة بين المحور المار بمركز ثقل الجسم والمحور الموازي له

ملاحظات هامة

- 1- القصور الذاتي الدوراني ليس بالضرورة كميته محددة للجسم نفسه .
- 2- القصور الذاتي الدوراني للجسم يكون أقل عندما تتوزع الكتلة نفسها داخل الجسم بتقارب عن محور الدوران .
- 3- القصور الذاتي الدوراني للجسم يكون أكبر عندما تتوزع الكتلة نفسها داخل الجسم بتباعد عن محور الدوران .
- 4- القصور الذاتي الدوراني لعصا تدور حول مركز ثقلها أقل منه عندما تدور حول محور يمر بأحد أطرافها .
- 5- جسم كتلته مهملة فإن (I = 0)
- 6- جسم يدور حول محور يمر بمركز ثقله فإن (d = 0) وبالتالي (I = I₀)
- 7- بالنسبة للكتلة النقطية فإن (I₀ = 0) وبالتالي (I = md²)
- 8- جسم كروي يتدحرج علي منحدر فإن (d = 0) وبالتالي (I = I₀)

تابع القصور الذاتي الدوراني

التاريخ : / /

مثال 1 : اربعة جسيمات متساوية الكتلة كل منها (100 g) مثبتة عند اركان مربع بواسطة اطار خفيف مهمل الوزن وطول ضلع المربع (80 cm) اذا علمت ان القصور الذاتي الدوراني لجسيم كتلته (M) حول نقطة على بعد (R) تعطى بالعلاقة $(I = MR^2)$.

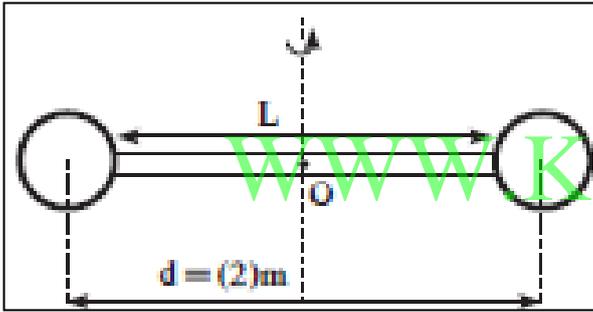
أحسب عزم القصور الذاتي الدوراني للأربعة جسيمات حول محور عمودي يمر بنقطة تقاطع قطري المربع :

$$2R = \sqrt{0.8^2 + 0.8^2} = 1.13 \Rightarrow R = \frac{1.13}{2} = 0.56 \text{ m}$$

$$I_1 = I_0 + md^2 = MR^2 + md^2$$

$$I_1 = 0 + 0.1 \times 0.56^2 = 0.03 \text{ Kg.m}^2$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 4 \times 0.03 = 0.12 \text{ Kg.m}^2$$



مثال 2 : احسب القصور الذاتي الدوراني للنظام المؤلف من كرتين

من الحديد متماثلتين كتلة الواحدة (m = 5 kg) ونصف قطرها

(r = 5 cm) مثبتتين على طرفي عصا كتلتها (m = 2 kg)

وطولها L المسافة بين مركزي الكرتين تساوي (2 m) يدور

النظام حول محور عمودي يمر بنقطة الوسط للعصا علما بان مقدار

القصور الذاتي الدوراني كل من الأجسام الثلاثة حول محور يمر

بمركز ثقل كل منها يساوي بالنسبة للكرة : $I_{0_{\text{sphere}}} = \frac{2}{5} mr^2$ وبالنسبة للعصا : $I_{0_{\text{rod}}} = \frac{1}{12} mL^2$

$$L = 2 - (2 \times 0.05) = 1.9 \text{ m}$$

$$I_1 = I_2 = I_0 + md^2 = \frac{2}{5} mr^2 + md^2$$

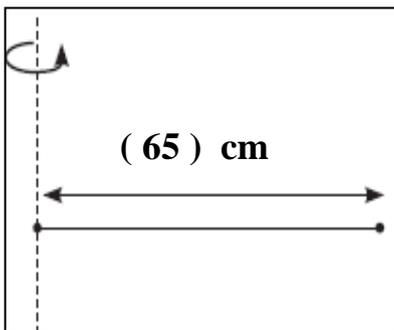
$$I_1 = I_2 = \frac{2}{5} \times 5 \times 0.05^2 + 5 \times 1^2 = 5 \text{ Kg.m}^2$$

$$I_3 = I_0 + md^2 = \frac{1}{12} mL^2 + md^2$$

$$I_3 = \frac{1}{12} \times 2 \times 1.9^2 + 2 \times 0 = 0.6 \text{ Kg.m}^2$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 = 5 + 5 + 0.6 = 10.6 \text{ Kg.m}^2$$

مثال 3 : في الشكل المقابل :



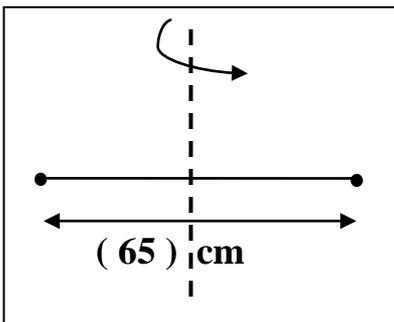
أ) أحسب القصور الذاتي الدوراني لعصا طولها (65 cm) وكتلتها مهملة تنتهي بكتلتين مقدار كل منها (0.3 kg) وتدور حول احد طرفيها علما بأن $(I = MR^2)$

$$I_1 = I_0 + md^2 = MR^2 + md^2$$

$$I_1 = 0 + 0.03 \times 0.65^2 = 0.126 \text{ Kg.m}^2$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 = 0.126 + 0 + 0 = 0.126 \text{ Kg.m}^2$$

ب) أحسب القصور الذاتي الدوراني للعصا نفسها عندما تدور حول مركز كتلتها :



$$I_1 = I_2 = I_0 + md^2 = MR^2 + md^2$$

$$I_1 = I_2 = 0 + 0.03 \times \left(\frac{0.65}{2}\right)^2 = 0.03 \text{ Kg.m}^2$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 = 0.03 + 0.03 + 0 = 0.06 \text{ Kg.m}^2$$

ج) قارن بين نتيجة (أ) ونتيجة (ب) :

القصور الذاتي الدوراني للنظام عندما يدور حول محور على الطرف أكبر من عندما يدور حول محور يمر بمركز الكتلة

مثال 4 : عصا طولها (1 m) وكتلتها (4 kg) قصورها الذاتي الدوراني حول محور يمر بمركز كتلتها (20 kg.m^2)

أ) أحسب القصور الذاتي الدوراني للعصا عندما تدور حول محور يمر بأحد طرفيها :

$$I = I_0 + md^2 = 20 + 4 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 21 \text{ Kg.m}^2$$

ب) أحسب القصور الذاتي الدوراني للعصا عندما تدور حول محور يمر بمنتصفها :

$$I = I_0 + md^2 = 20 + 4 \times 0 = 20 \text{ Kg.m}^2$$

مثال 5 : أسطوانة مصممة كتلتها (3 kg) وقطرها (20 cm) وتتدرج على منحدر وحيث $(I = \frac{1}{2} MR^2)$

أحسب القصور الذاتي الدوراني :

$$I = I_0 + md^2 = \frac{1}{2} MR^2 + md^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 0.1^2 + 0 = 0.015 \text{ Kg.m}^2$$

مثال 6 : قرص كبير أفقي يدور على محور رأسى يمر خلال مركزه إذا كان القصور الذاتي الدوراني للقرص

($I = 4000 \text{ kg.m}^2$) وعندما سقط عليه شخص كتلته (90 kg) من فرع شجرة معلق . استقر الشخص عند نقطة

على بعد (3 m) من محور الدوران . احسب عزم القصور الذاتي الجديد للمجموعة علما بأن $(I = MR^2)$:

$$I = I_0 + md^2 = 4000 + 90 \times 3^2 = 4810 \text{ Kg.m}^2$$

التاريخ : / / **الدرس (2 - 3) : ديناميكا الدوران**

وجه المقارنة	حركة دورانية منتظمة السرعة	حركة دورانية منتظمة العجلة
التعريف	الجسم يقطع أقوساً متساوية في أزمنة متساوية أو نصف القطر يمسح زوايا متساوية في أزمنة متساوية	السرعة الزاوية تتغير بانتظام بالنسبة للزمن
السرعة الزاوية	ثابتة	متغيرة
العجلة الزاوية	$\theta'' = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = 0$	ثابتة $\theta'' = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$

** عند تسارع الجسم تكون إشارة (θ'') موجبة وعند تباطؤ الجسم تكون إشارة (θ'') سالبة

** إذا أنطلق الجسم من السكون فتكون (ω_0) تساوي صفر وإذا توقف فتكون (ω) تساوي صفر

وجه المقارنة	القانون الأول لنيوتن للحركة الخطية	القانون الأول لنيوتن للحركة الدورانية
التعريف	يبقى الجسم الساكن ساكناً والجسم المتحرك متحركاً في خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة تغير من حالته	يبقى الجسم الساكن ساكناً والجسم المتحرك متحركاً في حركته الدورانية ما لم يؤثر عليه عزم قوة يغير من حالته
وجه المقارنة	القانون الثاني لنيوتن للحركة الخطية	القانون الثاني لنيوتن للحركة الدورانية
التعريف	محصلة القوى الخارجية تساوي حاصل ضرب الكتلة في العجلة الخطية	محصلة عزوم القوى الخارجية تساوي حاصل ضرب القصور الذاتي الدوراني في العجلة الدورانية
القانون	$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$	$\vec{\tau} = I \cdot \theta''$
وجه المقارنة	القانون الثالث لنيوتن للحركة الخطية	القانون الثالث لنيوتن للحركة الدورانية
التعريف	كل فعل له رد فعل يساويه في المقدار ويعاكسه في الاتجاه	كل عزم قوة له عزم قوة يساويه في المقدار ويعاكسه في الاتجاه

الجسم المصمت نظام من الجزيئات تبعد عن بعضها مسافات ثابتة ولا يتغير شكله بتأثير القوى أو عزوم القوى

وغير قابل للتشكيل أو التشويه

علل لما يأتي :

1- عند دراسة معادلات الحركة الخطية ليس من المهم أم نفرق بين كتلة نقطية أو جسم مصمت .

لأن ليس لشكل الجسم تأثير في دراسة حركته الخطية

2- عند تطبيق معادلات الحركة الدورانية علي كتلة نقطية يختلف عن تطبيقها علي جسم مصمت .

لاختلاف القصور الذاتي الدوراني بينهما

3- لا يمكن تمثيل الحركة الدورانية لجسم مصمت بحركة مركز ثقله .

لأن لشكل الجسم وتوزيع كتلته تأثير علي حركته الدورانية بسبب اختلاف القصور الذاتي الدوراني

4- زمن وصول أسطوانة مفرغة إلي أسفل المنحدر يختلف عن زمن وصول أسطوانة مصمتة لها نفس الكتلة والقطر .

لاختلاف القصور الذاتي الدوراني واختلاف توزيع الكتلة بالنسبة لمحور الدوران

5- حاصل جمع العزوم المؤثرة في جسم يدور بسرعة زاوية ثابتة يساوي صفر .

لأن العجلة الزاوية تساوي صفر وبالتالي محصلة عزوم القوة يساوي صفر $\theta'' = 0 \Rightarrow \tau = I\theta'' = 0$

6- تدوير عجلة مسننة في اتجاه معين يجعل عجلة مسننة أخرى متداخلة معها تدور في اتجاه معاكس .

لأن كل عزم قوة له عزم قوة يساويه في المقدار ويعاكسه في الاتجاه

وجه المقارنة	معادلات الحركة الخطية	معادلات الحركة الدورانية (الزاوية)
الإزاحة	$S = \theta . r$	$\theta = \frac{S}{r} = 2\pi . N$
السرعة	$V = \omega . r$	$\omega = \frac{v}{r} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$
العجلة	$a = \theta'' . r$	$\theta'' = \frac{a}{r} = \frac{\tau}{I} = \frac{\omega - \omega_0}{t} = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\theta}$
القوة وعزم القوة	$F = m . a$	$\tau = I . \theta'' = F . r$ نصف القطر تمثل طول ذراع القوة
الشغل	$W = F . d$	$W = \tau . \theta$
طاقة الحركة	$KE = \frac{1}{2} m v^2$	$KE = \frac{1}{2} I \omega^2$
القدرة	$P = F . v$	$P = \frac{W}{t} = \tau . \omega$
معادلات الحركة	$v = v_0 + at$ $v^2 = v_0^2 + 2ad$ $d = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$	$\omega = \omega_0 + \theta'' t$ $\omega^2 = \omega_0^2 + 2\theta'' \theta$ $\Theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \theta'' t^2$

أ (استنتاج القانون الثاني لنيوتن في الحركة الدورانية	ب (استنتاج الشغل الناتج عن عزم قوة منتظمة
* $F = m . a$ * $a = \theta'' . r$ * $F = m . \theta'' . r$ * $F . r = m . \theta'' . r^2$ * $\tau = I . \theta''$	* $S = \theta . r$ * $W = F . S = F . \theta . r$ * $\tau = F . r$ * $W = \tau . r$
ج (استنتاج الطاقة الحركية الدورانية	د (استنتاج القدرة الناتجة عن عزم قوة دوراني
* $KE = \frac{1}{2} m V^2$ * $V = \omega r$ * $KE = \frac{1}{2} m \omega^2 r^2$ * $I = m r^2$ * $KE = \frac{1}{2} I \omega^2$	* $P = \frac{dw}{dt} = \frac{d(\tau . \theta)}{dt}$ * $P = \tau . \frac{d\theta}{dt}$ * $\omega = \frac{d\theta}{dt}$ * $P = \tau . \omega$

تابع ديناميكا الدوران

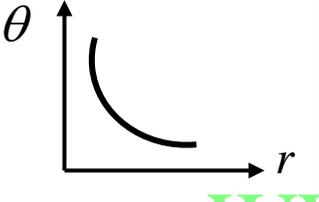
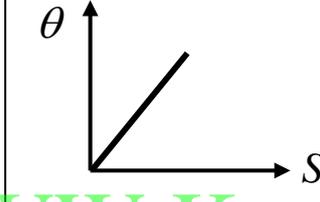
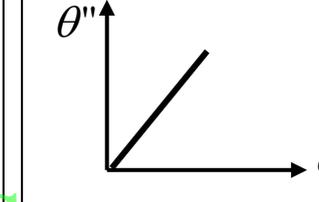
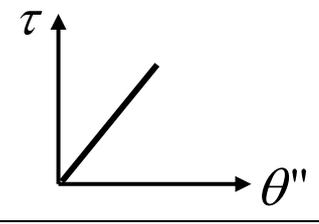
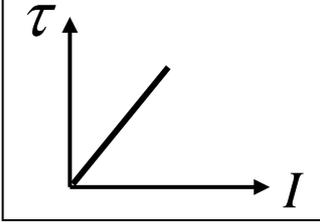
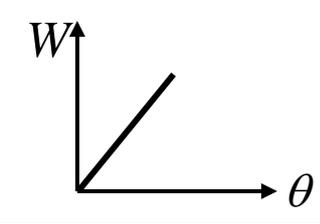
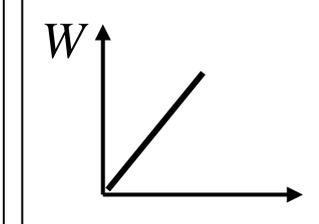
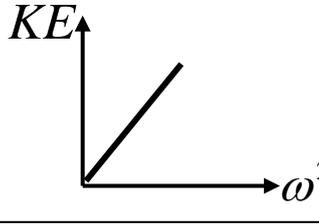
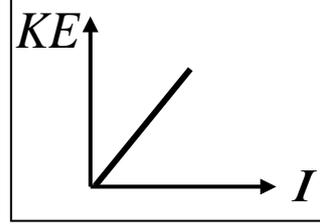
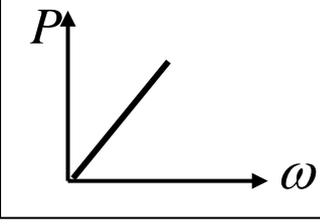
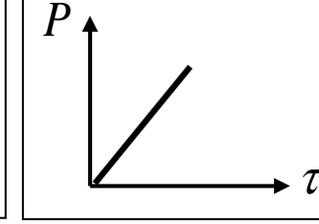
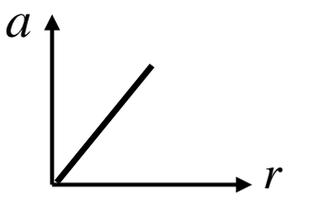
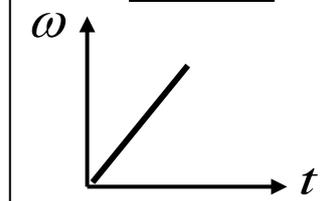
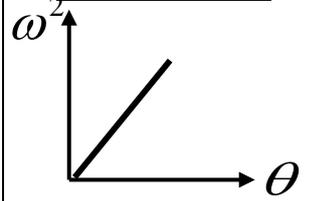
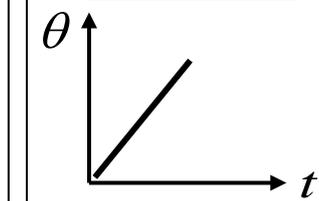
التاريخ : / /

القدرة $\left[\frac{\text{المعدل الزمني لإنجاز الشغل أو الشغل المبذول خلال وحدة الزمن}}{\text{}} \right]$ ** تقاس القدرة بحسب النظام الدولي للوحدات بوحدة الوات W وتكافئ J/S

** أذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

أ) الشغل الناتج عن عزم قوة منتظمة : 1- عزم القوة 2- الإزاحة الزاويةب) الطاقة الحركية الدورانية : 1- القصور الذاتي الدوراني 2- السرعة الزاويةج) القدرة الناشئة عن عزم القوة الدورانية : 1- عزم القوة 2- السرعة الزاويةماذا يحدث : $\left[\text{لمقدار الطاقة الحركية الدورانية للجسم إذا زادت سرعته الزاوية إلى مثلي ما كانت عليه} \right]$

تزداد الطاقة الحركية الدورانية إلى أربعة أمثال

الإزاحة الزاوية ونصف القطر عند ثبوت طول القوس	الإزاحة الزاوية وطول القوس عند ثبوت نصف القطر	العجلة الزاوية ونصف القطر عند ثبوت العجلة الخطية	العجلة الزاوية والعجلة الخطية عند ثبوت نصف القطر
			
عزم القوة والعجلة الزاوية الميل <u>القصور الذاتي</u>	عزم القوة والقصور الذاتي الميل <u>العجلة الزاوية</u>	الشغل والإزاحة الزاوية الميل <u>عزم القوة</u>	الشغل وعزم القوة الميل <u>الإزاحة الزاوية</u>
			
الطاقة الحركية ومربع السرعة الميل <u>نصف القصور الذاتي</u>	الطاقة الحركية والقصور الذاتي الميل $\frac{1}{2}$ مربع السرعة الزاوية	القدرة والسرعة الزاوية الميل <u>عزم القوة</u>	القدرة وعزم القوة الميل <u>السرعة الزاوية</u>
			
العجلة الخطية ونصف القطر الميل <u>العجلة الزاوية</u>	السرعة الزاوية والزمن لجسم يدور من السكون الميل <u>العجلة الزاوية</u>	مربع السرعة الزاوية والإزاحة الزاوية لجسم يدور من السكون الميل <u>ضعف العجلة الزاوية</u>	الإزاحة الزاوية ومربع الزمن لجسم يدور من السكون الميل <u>نصف العجلة الزاوية</u>
			

مثال 1 : طبقت قوة ثابتة (40 N) مماسياً على حافة قرص قطره (200 cm) وعزم القصور الذاتي للقرص

يساوي (50 kg.m²) . أحسب :

$$r = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$$

أ) عزم القوة الناتج عن القوة :

$$\tau = F \cdot r = 40 \times 1 = 40 \text{ N.m}$$

ب) العجلة الزاوية للقرص :

$$\theta'' = \frac{\tau}{I} = \frac{40}{50} = 0.8 \text{ m/s}^2$$

ج) السرعة الزاوية بعد (4 s) من السكون :

$$\omega = \omega_0 + \theta'' t = 0 + 0.8 \times 4 = 3.2 \text{ rad/s}$$

د) الأزاحة الزاوية خلال هذه الفترة الزمنية :

$$\Theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \theta'' t^2 = 0 + \frac{1}{2} \times 0.8 \times 4^2 = 6.4 \text{ rad}$$

س) عدد اللفات خلال هذه الفترة الزمنية :

$$N = \frac{\theta}{2\pi} = \frac{6.4}{2\pi} = 1 \text{ rev}$$

ص) الشغل الناتج عن عزم القوة :

$$W = \tau \cdot \theta = 40 \times 6.4 = 256 \text{ J}$$

و) الطاقة الحركية الدورانية :

$$KE = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} \times 50 \times (3.2)^2 = 256 \text{ J}$$

ي) القدرة الناتجة عن عزم قوة دورانية :

$$P = \tau \times \omega = 40 \times 3.2 = 128 \text{ W}$$

مثال 2 : يدور برغي حول محور يمر بمركز كتلته بسرعة زاوية (12 rad/s) وفي لحظة (t = 0) أثر عليه

عزم ازدواج ثابت بعكس اتجاه الدوران ادي الي توقفه بعد (3 s) والقصور الذاتي الدوراني للبرغي (0.2 Kg.m²)

أ) أحسب عزم الدوران الذي أدي إلي توقفه :

$$\theta'' = \frac{\omega - \omega_0}{t} = \frac{0 - 12}{3} = -4 \text{ m/s}^2$$

$$\tau = I \cdot \theta'' = -4 \times 0.2 = -0.8 \text{ N.m}$$

ب) أحسب عدد الدورات التي أكملها البرغي من لحظة تأثير الازدواج حتي توقفه :

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \theta'' t^2 = 12 \times 3 + \frac{1}{2} \times -4 \times 3^2 = 18 \text{ rad}$$

$$N = \frac{\theta}{2\pi} = \frac{18}{2\pi} = 2.86 \text{ rev}$$

تطبيقات علي ديناميكا الدوران

التاريخ : / /

مثال 3 : ساق معدني مصمت كتلته (2 Kg) وطوله (0.5 m) يدور (10 rev/s) حول محور يمر في نقطة الوسط

إذا علمت قصوره الذاتي الدوراني يعطى بالعلاقة $I = \frac{1}{12} ML^2$ أحسب :

أ (الطاقة الحركية الدورانية للساق :

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 10 = 62.8 \text{ rad/s}$$

$$I = \frac{1}{12} ML^2 = \frac{1}{12} \times 2 \times 0.5^2 = 0.04 \text{ Kg.m}^2$$

$$KE = \frac{1}{2} I\omega^2 = \frac{1}{2} \times 0.04 \times (62.8)^2 = 78.8 \text{ J}$$

ب) مقدار الطاقة الحركية الدورانية التي يطلقها الساق إذا قلت سرعته الزاوية إلي نصف ما كانت عليه :

تقل الطاقة الحركية الدورانية الي الربع وتصبح (19.7 J)

ج) مقدار الشغل المبذول لإيقاف الساق المعدني عن الدوران :

$$W = \Delta KE = KE_f - KE_i = 0 - 78.8 = -78.8 \text{ J}$$

مثال 4 : تدور كتلة نقطية (m = 2 kg) حول محور ثابت يبعد عنها (50 cm) بتأثير محصلة عزوم قوي ثابتة

بدات الكتلة حركتها من السكون واكتسبت سرعة بتردد مقداره (120 rev/min) في خلال (3.14 S) . أحسب :

أ (العجلة الزاوية : WWW.KweduFiles.Com

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times \frac{120}{60} = 12.56 \text{ rad/s}$$

$$\theta'' = \frac{\omega - \omega_0}{t} = \frac{12.56 - 0}{3.14} = 4 \text{ m/s}^2$$

ب) محصلة عزوم القوي الخارجية :

$$I = I_0 + md^2 = 0 + 2 \times 0.5^2 = 0.5 \text{ Kg.m}^2$$

$$\tau = I.\theta'' = 0.5 \times 4 = 2 \text{ N.m}$$

مثال 5 : عجلة لها قصور ذاتي (3 kg.m²) ويزداد ترددها من (20 rev/s) إلى (40 rev/s) في ست دورات . أحسب

أ (الازاحة الزاوية :

$$\theta = 2\pi.N = 2\pi \times 6 = 37.68 \text{ rad}$$

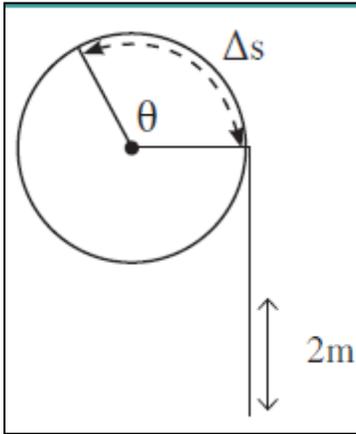
ب) عزم القوة الثابت اللازم لزيادة ترددها :

$$\omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi \times 20 = 40\pi \text{ rad/s}$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 40 = 80\pi \text{ rad/s}$$

$$\theta'' = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\theta} = \frac{(80\pi)^2 - (40\pi)^2}{2 \times 37.68} = 628 \text{ m/s}^2$$

$$\tau = I.\theta'' = 3 \times 628 = 1884 \text{ N.m}$$



مثال 6 : حبل ملفوف حول قرص حديدي نصف قطره (1 m) وكتلته (5 kg) وسحب

الحبل بقوة ثابتة (50 N) لمسافة (2 m) إلي الأسفل . أحسب :

أ) عزم القوة اللازم لدوران القرص :

$$\tau = F.r = 50 \times 1 = 50 \text{ N.m}$$

ب) الازاحة الزاوية الناتجة عن دوران الحبل :

$$\theta = \frac{S}{r} = \frac{2}{1} = 2 \text{ rad/s}$$

ج) الشغل الناتج عن سحب الحبل :

$$W = \tau.\theta = 50 \times 2 = 100 \text{ J} \quad \Leftrightarrow \quad W = F.d = 50 \times 2 = 100 \text{ J}$$

مثال 7 : قرص مصمت كتلته (1 kg) ونصف قطره (50 cm) . حيث $(I = \frac{1}{2}mr^2)$ وطبق عليه عزم قوة

منتظمة مقداره (5 N.m) ويبدأ دورانه من سكون . أحسب :

أ) العجلة الزاوية للقرص :

$$I = \frac{1}{2}mr^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 0.5^2 = 0.125 \text{ kg.m}^2$$

$$\theta'' = \frac{\tau}{I} = \frac{5}{0.125} = 40 \text{ m/s}^2$$

ب) القدرة التي يبذلها عزم القوة في ثانيين :

$$\omega = \omega_0 + \theta''t = 0 + 40 \times 2 = 40 \text{ rad/s}$$

$$P = \tau.\omega = 5 \times 40 = 200 \text{ W}$$

مثال 8 : تطلق صخرة كروية الشكل قطرها (30 cm) صعوداً علي منحدر يميل علي الأفق بزاوية (15°) بسرعة

زاوية (40 r/s) من دون أن تنزلق . أحسب الارتفاع الذي وصلت اليه الصخرة عند توقفها . حيث $(I = \frac{2}{5}MR^2)$

** نفترض أن كتلة الصخرة (m = 1 kg)

$$I = \frac{2}{5}MR^2 = \frac{2}{5} \times 1 \times 0.15^2 = 0.009 \text{ kg.m}^2$$

$$V = \omega.r = 40 \times 0.15 = 6 \text{ m/s}$$

$$ME_i = ME_f$$

$$\frac{1}{2}mV_i^2 + \frac{1}{2}I\omega_i^2 + mgh_i = \frac{1}{2}mV_f^2 + \frac{1}{2}I\omega_f^2 + mgh_f$$

$$\frac{1}{2} \times 1 \times 6^2 + \frac{1}{2} \times 0.009 \times 40^2 + 0 = 0 + 0 + 1 \times 10 \times h_f$$

$$h_f = 2.52 \text{ m}$$

الفصل الثالث : كمية الحركة الخطية

التاريخ : / /

الدرس (3 - 1) : كمية الحركة و الدفع

وجه المقارنة	طاقة الحركة الخطية	كمية الحركة الخطية
التعريف	الشغل الذي يبذله الجسم بسبب حركته أو حاصل ضرب نصف الكتلة في مربع السرعة	القصور الذاتي للجسم المتحرك أو حاصل ضرب الكتلة في متجه السرعة
القانون	$KE = \frac{1}{2} m \cdot v^2$	$\vec{P} = m \cdot \vec{v}$
وحدة القياس	$J = kg \cdot m^2 / S^2$	$kg \cdot m / S$
العوامل	كتلة الجسم - السرعة الخطية	كتلة الجسم - السرعة المتجهة
التغير فيها	الشغل $\Delta KE = W$	الدفع $\Delta \vec{P} = \vec{I}$
زيادة السرعة للمثلي	تزداد لاربعة أمثال	تزداد للمثلي

**** كمية الحركة كمية متجهة ولها نفس اتجاه السرعة المتجهة****** سيارتين لهما الكتلة نفسها وتسيران بسرعتين مختلفتين أى منهما يسهل إيقافها ولماذا ؟**

السبب : كمية الحركة الخطية لها أقل

السيارة : ذات السرعة الأقل

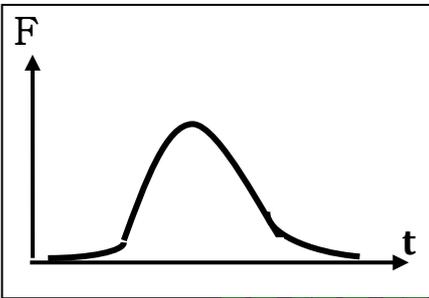
**** أرسم متجهي السرعة وكمية الحركة للكتلة m في المربع :****** نظام مؤلف من عدة كتل نقطية فإن كمية الحركة للنظام تساوي المجموع الاتجاهي لكميات الحركة للكتل النقطية****** محصلة متجهين \vec{P}_1 و \vec{P}_2 لهما الاتجاه نفسه تساوي حاصل جمعهما واتجاهها نفس اتجاه المتجهين****** محصلة متجهين \vec{P}_1 و \vec{P}_2 متعاكسين بالاتجاه تساوي حاصل طرحهما واتجاهها نفس اتجاه المتجه الأكبر****متجه الوحدة** متجه له مقدار يساوي وحدة واحدة من وحدات القياس ويشير إلى الاتجاه في الفضاء1- متجه الوحدة على محور x'x هو \vec{i} وعلى محور y'y هو \vec{j} وعلى محور z'z هو \vec{k} 2- الضرب النقطي (العددي) لمتجهين متعامدين ($\vec{j} \cdot \vec{k}$ أو $\vec{i} \cdot \vec{k}$ أو $\vec{j} \cdot \vec{i}$) يساوي صفر3- الضرب النقطي (العددي) للمتجه نفسه ($\vec{k} \cdot \vec{k}$ أو $\vec{i} \cdot \vec{i}$ أو $\vec{j} \cdot \vec{j}$) يساوي 1**** نظام مؤلف من ثلاث كتل نقطية كمية الحركة الخطية لكلٍ منهما $P_1 = 3j$ و $P_2 = 5i$ و $P_3 = -4j$** فإن كمية الحركة المتجهة للنظام تساوي $\vec{P}_T = 5\vec{i} - 1\vec{j}$

الدفع

حاصل ضرب مقدار القوة في زمن تأثيرها على الجسم

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

- 1- العوامل التي يتوقف عليها دفع القوة : 1- القوة المؤثرة 2- زمن التأثير
- 2- يقاس الدفع بحسب النظام الدولي للوحدات بوحدة **N.S**
- 3- الدفع كمية متجهة ولها اتجاه القوة المؤثرة
- 4- كلما كان مقدار الدفع على جسم معين أكبر كان التغير في كمية الحركة أكبر
- 5- المساحة تحت منحنى (القوة - الإزاحة) تمثل الشغل
- 6- المساحة تحت منحنى (القوة - الزمن) تمثل الدفع عددياً
- 7- مقدار الدفع على جسم في مدة زمنية ما يساوي التغير في كمية الحركة الخطية في الفترة الزمنية نفسها
- 8- مقدار الشغل المبذول في مدة زمنية ما يساوي التغير في طاقة الحركة الخطية في الفترة الزمنية نفسها



** أشرح ماذا يحدث في كرة تتلقى دفع من قدم اللاعب ؟

تزداد القوة من صفر لحظة تلامس القدم بالكرة إلى قيمة عظمى ثم تتناقص

وتتلاشي لحظة انفصال الكرة عن القدم

متوسط القوة القوة الثابتة التي إذا أثرت في جسم لأحدثت الدفع نفسه الذي تحدثه القوة المتغيرة

3- استنتج أن مشتق كمية الحركة بالنسبة

للزمن يساوي محصلة القوي الخارجية

مستخدماً القانون الثاني لنيوتن

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

2- أستنتج أن قوة الدفع تساوي

المعدل الزمني للتغير في كمية حركته

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

1- أستنتج أن الدفع يساوي

التغير في كمية حركته

$$\vec{I} = \Delta \vec{P}$$

$$* \sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$$* a = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

$$* \sum \vec{F} = \frac{m \cdot \Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

$$* \sum \vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$$

$$* \vec{I} = \Delta \vec{P}$$

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

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

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

$$* \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$$* a = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

$$* \vec{F} = \frac{m \cdot \Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

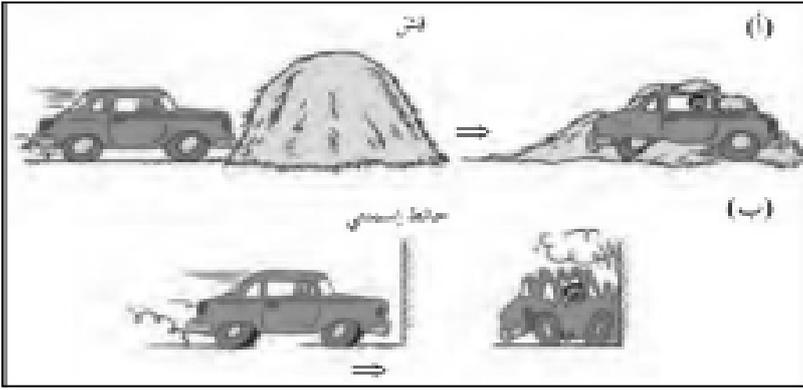
$$* \vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{V}$$

$$* \vec{I} = \Delta \vec{P}$$

تابع كمية الحركة و الدفع

التاريخ : / /

علل لما يأتي :



1- الحالة (أ) يكون تأثير قوة الدفع أقل .

لأن التغير في كمية الحركة يتم في زمن أطول

2- الحالة (ب) يكون تأثير قوة الدفع أكبر .

لأن التغير في كمية الحركة يتم في زمن أقل

3- الدفع كمية متجهه .

لأنه يساوي حاصل الضرب الاتجاهي لكمية متجهة (القوة) في كمية عددية (زمن التأثير) $\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$

4- كمية الحركة الخطية كمية متجهه .

لأنها تساوي حاصل الضرب الاتجاهي لكمية متجهة (السرعة المتجهة) في كمية عددية (الكتلة) $\vec{P} = m \cdot \vec{v}$

5- التغير في السرعة المتجهة يسبب تغير في كمية الحركة .

لان الكتلة ثابتة و تغير السرعة المتجهة يغير العجلة والقوة تغير كمية الحركة

6- إيقاف شاحنة كبيرة أصعب من إيقاف سيارة صغيرة تسير بنفس السرعة .

لأن كمية الحركة للشاحنة أكبر أو القصور الذاتي للشاحنة أكبر

7- التغير في كمية الحركة الخطية للجسم المتحرك بسرعة ثابتة المقدار و الاتجاه يساوي صفراً www.KweduFiles.Comلأن التغير في السرعة يساوي صفر وبالتالي العجلة والقوة تساوي صفر والدفع يساوي صفر $\Delta \vec{P} = m \cdot \Delta \vec{v} = 0$

8- يستطيع لاعب الكاراتيه أن يكسر مجموعة من الألواح الخشبية بضربة بحرف يده .

لأن زمن التغير في كمية الحركة يقل وتزداد تأثير قوة الدفع . $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$

9- السقوط علي أرض خشبية أقل ألماً من السقوط علي أرض إسمنتية .

لأن التغير بكمية الحركة يحدث في زمن أقل و يكون تأثير قوة الدفع أكبر في الأرض الأسمنتية

10- قوة التأثير علي كوب زجاجي عندما يسقط علي أرض صلبة أكبر منه في حالة سقوطه علي وسادة أسفنجية .

لأن التغير بكمية الحركة يحدث في زمن أقل و يكون تأثير قوة الدفع أكبر في الأرض الصلبة

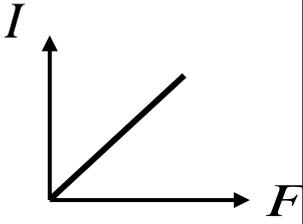
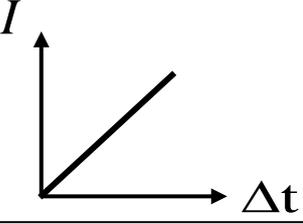
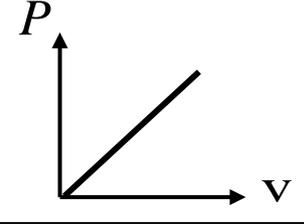
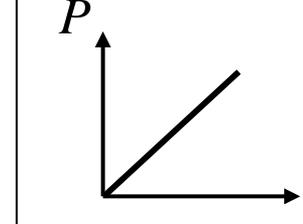
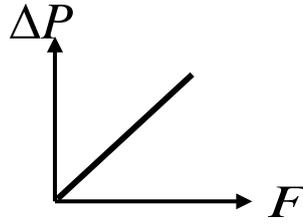
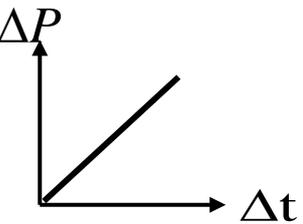
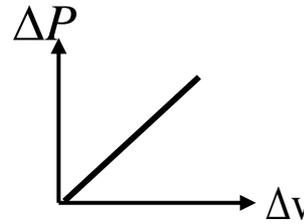
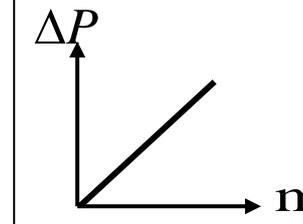
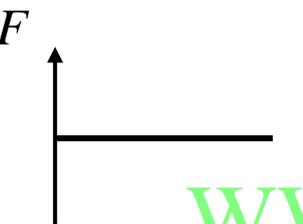
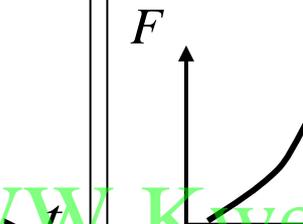
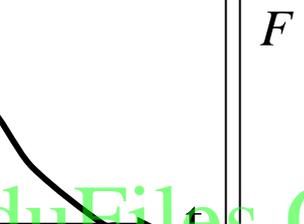
11- وجود أكياس هوائية داخل السيارات كوسائل أمان .

بسبب زيادة زمن التلامس وبالتالي يقل تأثير القوة ويقلل احتمال إصابة السائق

12- الدفاعات المطاطية التي تلف سيارات اللعب في مدينة الملاهي تحمي الأولاد أثناء التصادم .

لأن زمن التغير في كمية الحركة يزداد وتقل قوة التأثير

** أرسم المنحنيات أو الخطوط البيانية الدالة علي المطلوب بين العلاقات التالية :

			
الدفع والقوة المؤثرة	الدفع وزمن التأثير	كمية الحركة و متجه السرعة	كمية الحركة وكتلة الجسم
			
التغير في كمية الحركة والقوة المؤثرة	التغير في كمية الحركة وزمن التأثير	التغير في كمية الحركة والتغير في متجه السرعة	التغير في كمية الحركة وكتلة الجسم
			
متوسط القوة المؤثرة وزمن تأثيرها أثناء الدفع	القوة المؤثرة وزمن تأثيرها عند ركل لاعب لكرة قدم	القوة المؤثرة وزمن تأثيرها عند ثبات الدفع	

مثال 1 : تدور الأرض حول الشمس بسرعة خطية مقدارها (30 km/S) وكتلة الأرض تساوي (6 x 10²⁴ kg) .

أ) أحسب كمية الحركة لمركز كتلة الأرض :

$$\vec{P} = m \cdot \vec{v} = 6 \times 10^{24} \times 30000 = 18 \times 10^{28} \text{ Kg.m /s}$$

ب) هل كمية الحركة محفوظة ؟ مع تعليل إجابتك ؟

غير محفوظة بسبب تغير اتجاه الأرض أثناء الدوران

مثال 2 : كرة كتلتها (0.5 kg) اصطدمت بالأرض بسرعة (8 m/s) وارتدت بسرعة (4 m/s) فإذا أستمتر الاصطدام

زمن قدره (0.001S) . أحسب : أ) مقدار واتجاه القوة المؤثرة في الأرض نتيجة هذا الاصطدام :

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{m \cdot \Delta V}{\Delta t} = \frac{0.5 \times 4\vec{J} - (-8\vec{J})}{0.001} = (6000\vec{J}) \text{ N}$$

القوة المؤثرة من الكرة في الأرض في الاتجاه الراسي السالب ومن الأرض في الكرة في الاتجاه الراسي الموجب

ب) الارتفاع الذي ستبلغه الكرة بعد ارتدادها من الأرض :

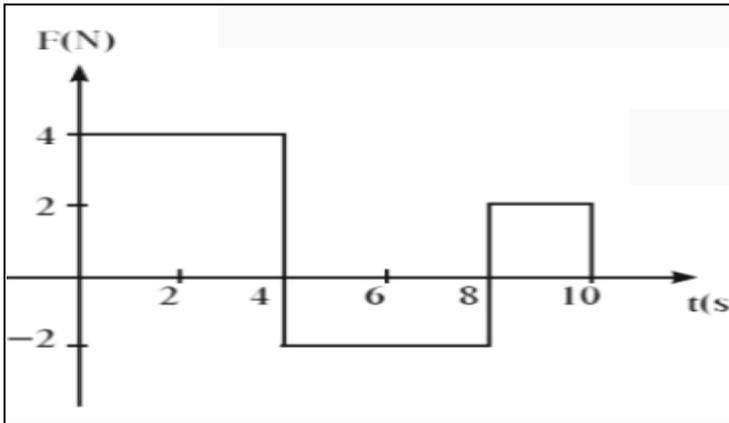
$$ME_i = ME_f \Rightarrow \frac{1}{2} m V_i^2 + mgh_i = \frac{1}{2} m V_f^2 + mgh_f$$

$$\frac{1}{2} \times 0.5 \times 4^2 + 0 = 0 + 0.5 \times 10 \times h_f \Rightarrow h_f = 0.8 \text{ m}$$

تطبيقات علي كمية الحركة والدفع

التاريخ : / /

مثال 3 : قوة متغيره تتمثل بالرسم البياني التالي تؤثر في جسم ساكن كتلته (2 kg) . أحسب :



أ) الدفع عند نهاية كل مرحلة :

الدفع = مساحة المستطيل = الطول X العرض

$$I_1 = 4 \times 4 = 16 \text{ N.S}$$

$$I_2 = 4 \times -2 = -8 \text{ N.S}$$

$$I_3 = 2 \times 2 = 4 \text{ N.S}$$

ب) دفع القوة الكلي :

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 = 16 + (-8) + 4 = 12 \text{ N.S}$$

ج) سرعة الجسم عند نهاية الثانية الرابعة :

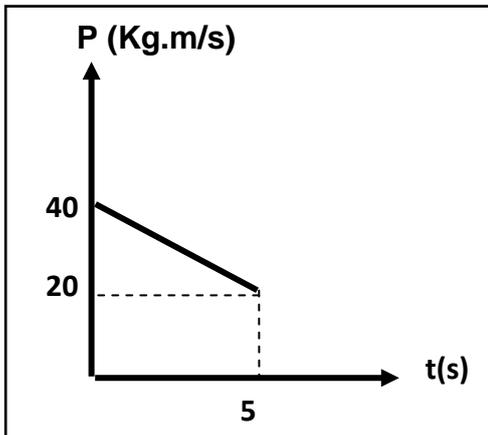
$$I_1 = m \cdot \Delta V = m (V_f - V_i) \quad 16 = 2 (V_f - 0) \quad V_f = 8 \text{ m/s}$$

د) سرعة الجسم عند نهاية مدة التأثير :

$$I_T = m \cdot \Delta V = m (V_f - V_i) \quad 12 = 2 (V_f - 0) \quad V_f = 6 \text{ m/s}$$

هـ) الطاقة الحركية في نهاية مدة التأثير : WWW.KweduFiles.Com

$$KE = \frac{1}{2} mV^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times (6)^2 = 36 \text{ J}$$



مثال 4 : الخط البياني الموضح بالشكل يبين التغير في كمية الحركة لجسم

كتلته (2 kg) يتحرك في خط مستقيم على سطح أفقي أملس . أحسب :

أ) الدفع الذي تلقاه الجسم :

$$I = \Delta P = P_f - P_i = 20 - 40 = -20 \text{ N.S}$$

ب) مقدار متوسط القوة المؤثرة عليه :

$$I = F \cdot \Delta t \quad -20 = F \times 5 \quad F = -4 \text{ N}$$

مثال 5 : الخط البياني الموضح بالشكل يبين التغير في كمية الحركة لجسم

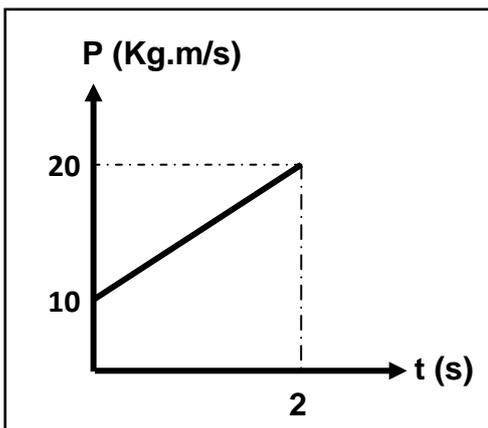
كتلته (2 Kg) يتحرك في خط مستقيم على سطح أفقي أملس . أحسب :

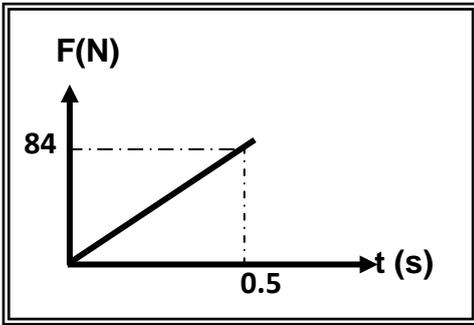
أ) الدفع الذي تلقاه الجسم :

$$I = \Delta P = P_f - P_i = 20 - 10 = 10 \text{ N.S}$$

ب) مقدار التغير في سرعة الجسم :

$$I = m \cdot \Delta V \quad 10 = 2 \times \Delta V \quad \Delta V = 5 \text{ m/s}$$





مثال 6 : أثرت قوة متغيرة بانتظام علي جسم ساكن كتله (3 Kg) . أحسب :

أ) مقدار التغير في كمية حركة الجسم :

$$\Delta P = I = \frac{1}{2} \text{ القاعدة } \times \text{ الارتفاع } = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 84 = 21 \text{ N.S}$$

ب) مقدار التغير في سرعة الجسم :

$$\Delta P = m \cdot \Delta V \quad 21 = 3 \times \Delta V \quad \Delta V = 7 \text{ m/s}$$

مثال 7 : يتحرك جسم كتلته (4 kg) بسرعة (10 m/s) أثرت فيه قوة ثابتة فانخفضت سرعته إلى (8 m/s)

دون تغير اتجاهه خلال زمن مقداره (2 S) . أحسب :

أ) كمية الحركة الابتدائية :

$$P_i = m v_i = 4 \times 10 = 40 \text{ kg.m/s}$$

ب) كمية الحركة النهائية :

$$P_f = m v_f = 4 \times 8 = 32 \text{ Kg.m/s}$$

ج) الدفع الذي تلقاه الجسم :

$$I = \Delta P = P_f - P_i = 32 - 40 = - 8 \text{ Kg.m/s}$$

د) مقدار متوسط القوة المؤثرة :

$$I = F \cdot \Delta t \quad - 8 = F \times 2 \quad F = -4 \text{ N}$$

مثال 8 : سيارة كتلتها (1500 kg) تصطدم بجدار بالسرعة الابتدائية للسيارة ($v_i = 4.5 \text{ m/s}$) باتجاه اليسار

وترتد بعد التصادم بالسرعة النهائية ($v_f = 1.5 \text{ m/s}$) باتجاه اليمين . أحسب :

أ) الدفع الناشئ عن التصادم :

$$I = m \cdot \Delta V = m (V_f - V_i) = 1500 \times \{ 1.5\vec{i} - (- 4.5\vec{i}) \} = (9000\vec{i}) \text{ N.S}$$

ب) زمن التصادم . إذا كان متوسط القوة المبذولة على السيارة هي ($F = 180000 \text{ N}$) :

$$\Delta t = \frac{I}{F} = \frac{9000}{180000} = 0.05 \text{ S}$$

مثال 9 : سقطت كرة كتلتها (2 Kg) من السكون من ارتفاع (10 m) عن سطح الأرض في غياب قوة الاحتكاك .

أ) احسب سرعة لحظة اصطدامها بسطح الأرض :

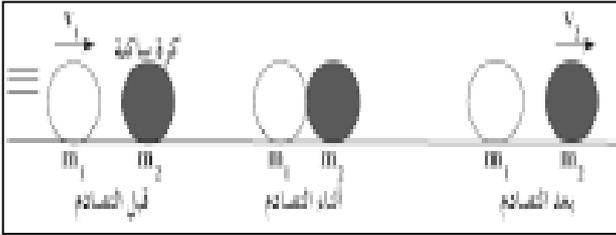
$$ME_i = ME_f \Rightarrow \frac{1}{2} mV_i^2 + mgh_i = \frac{1}{2} mV_f^2 + mgh_f$$

$$0 + 2 \times 10 \times 10 = \frac{1}{2} \times 10 \times V_f^2 + 0 \Rightarrow V_f = 6.32 \text{ m/s}$$

ب) إذا ارتدت الكرة عن سطح الأرض بسرعة (2 m/s) . أحسب الدفع الذي تلقتة الكرة :

$$I = m \cdot \Delta V = m (V_f - V_i) = 2 \times \{ 2\vec{J} - (- 6.32\vec{J}) \} = (16.64 \vec{J}) \text{ N.S}$$

التاريخ : / / الدرس (3 - 2) : حفظ كمية الحركة والتصادمات



** في الشكل كرة بلياردو ساكنة (A) علي سطح الطاولة الأملس وكرة متحركة (B) مشابهة لها تتحرك نحوها لتتصادم بها .

أ) ماذا يحدث لحركة الكرتان بعد التصادم :

الكرة الساكنة تتحرك أما الكرة المتحركة تتوقف

ب) ماذا يحدث لكمية حركة الكرتان بعد التصادم :

كمية الحركة للكرة الساكنة تزداد وتقل للكرة المتحركة (تتعدم)

ج - هل كمية الحركة التي اكتسبتها الكرة (A) تساوي في المقدار كمية الحركة التي خسرتها الكرة (B) : نعم

كمية الحركة للنظام في غياب القوى الخارجية تبقى ثابتة ولا تتغير

قانون بقاء كمية الحركة

علل لما يأتي :

1- إذا دفعت مقعد السيارة الأمامي فيما تجلس علي المقعد الخلفي لا تحدث تغييرا في كمية حركة السيارة .

أو لا يحدث تغير في كمية الحركة إلا في وجود قوه خارجية مؤثر في الجسم أو النظام .

لأن القوة المؤثرة هي القوى الداخلية التي تتواجد علي شكل قوي متزنة محصلتها صفر

2- كمية الحركة هي كمية محفوظة في النظام المعزول .

لأن محصلة القوة الخارجية المؤثرة في النظام مساوية للصفر $\sum \vec{F}_{ext} = 0$

3- النشاط الإشعاعي للذرات وتصادم السيارات وانفجار النجوم تمثل أنظمة تتصف ببقاء كمية الحركة .

لأن محصلة القوة الخارجية المؤثرة في النظام مساوية للصفر $\sum \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{p}}{dt} = 0$

4- عندما تؤثر قوة احتكاك علي سيارة متحركة فإن النظام يتصف بعدم بقاء كمية الحركة .

لأن مقدار السرعة يتغير وبالتالي تتغير كمية الحركة

5- الحركة الدائرية نظام يتصف بعدم بقاء كمية الحركة .

لأن اتجاه السرعة يتغير وبالتالي تتغير كمية الحركة

** حاول أن تقف علي زلاجة في حالة سكون وأحمل جسما له كتلة ماثم اقفذ بالجسم إلي الأمام أو إلي الخلف .

أ) ماذا تلاحظ : سوف ترتد في اتجاه معاكس

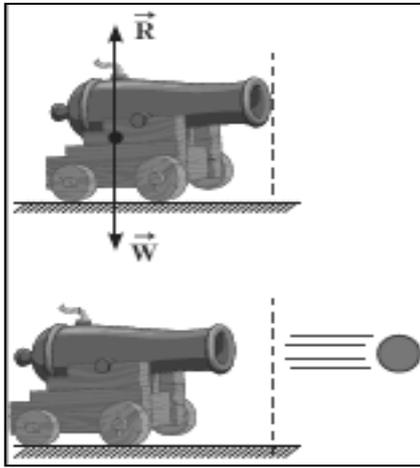
ب) ماذا تستنتج : كمية حركة الجسم المقذوف تساوي كمية حركة الجسم المرتد ومحصلة كمية الحركة تساوي صفر

سرعة ارتداد المدفع :

** ارتداد المدفع عند إطلاق القذيفة أحد تطبيقات : حفظ كمية الحركة الخطية و القانون الثالث لنيوتن

** القوة التي تؤثر في القذيفة لدفعها إلي الأمام تساوي قوة ارتداد المدفع إلي الخلف و تعاكسها في الاتجاه

** إذا تدافع جسمان كتلة الأول (m) وكتلة الثاني (3m) على سطح أملس فإن : $\Delta P_2 = -\Delta P_1$



** أستنتج أن في نظام (مدفع - قذيفة) تكون سرعة الإطلاق وسرعة الارتداد

متعاكستان في الاتجاه بإهمال كمية حركة الغاز بالنسبة إلى القذيفة :

$$* \Delta \vec{P} = 0$$

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

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

$$* 0 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$$

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

علل لما يأتي :

1- النظام المكون من المدفع والقذيفة قبل الإطلاق يكون ساكن أو كمية حركة له تساوي صفر .

لأن وزن النظام رأسي إلى الأسفل يساوي قوة رد الفعل الرأسية إلى أعلى $\sum \vec{F}_{ext} = 0$

2- سرعة ارتداد المدفع أقل من سرعة انطلاق القذيفة .

لأن كتلة المدفع أكبر من كتلة القذيفة وكمية الحركة للنظام محفوظة ($\Delta P = 0$)

3- يرتد المدفع نحو الخلف عند إطلاق القذيفة خارج ماسورة المدفع باتجاه الأمام .

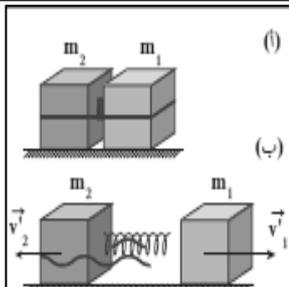
بحسب القانون الثالث لنيوتن لكل فعل له رد فعل مساوي له في المقدار ومعاكس له بالاتجاه

4- في النظام (مدفع - قذيفة) تبقى محصلة القوي الخارجية المؤثرة تساوي صفر وتكون كمية حركة النظام محفوظة

لأن قوة الغاز على القذيفة والمدفع قوي داخلية و بالتالي محصلة القوي الخارجية تساوي صفر $\sum \vec{F}_{ext} = 0$

5- خلال انفجار القذيفة في النظام مدفع قذيفة لا يتغير موضع مركز ثقل النظام .

لأن النظام في حالة سكون قبل الانفجار وكمية الحركة محفوظة وسرعة مركز الثقل تساوي صفر



مثال 1 : كتلتان نقطيتان ($m_1 = 1 \text{ kg} - m_2 = 2 \text{ kg}$) مربوطتان بخيط من النايلون

وتضعطان زنبرك بينهما وموضوعان علي سطح أفقي أملس عديم الاحتكاك عند حرق الخيط

يتحرر الزنبرك وي دفع الكتلتين فتتحرك (m_1) بسرعة ($v_1' = 1.8 \text{ m/s}$) علي المحور الأفقي

بالاتجاه الموجب بينما تتحرك (m_2) بسرعة متجهة (v_2') .

أ هل كمية حركة النظام محفوظة ؟ علل أجابتك : نعم لأن محصلة القوي الخارجية تساوي صفر

ب) أحسب السرعة المتجهة (v_2') مقداراً واتجهاً :

$$m_1 v_1' = - m_2 v_2'$$

$$1 \times 1.8 \vec{i} = - 2 \times v_2' \Rightarrow v_2' = (-0.9 \vec{i}) \text{ m/s}$$

في اتجاه المحور الأفقي السالب

مثال 2: يقف رجل كتلته (76 kg) علي لوح خشبي طافي كتلته (45 kg) ثم خطا بعيدا عن اللوح الخشبي باتجاه

اليابسة بسرعة (2.5 m/s) . كم ستبلغ سرعة اللوح الخشبي :

$$m_1 v_1' = - m_2 v_2'$$

$$76 \times 2.5 = - 45 \times v_2' \Rightarrow v_2' = (-4.2) \text{ m/s}$$

تابع حفظ كمية الحركة والتصادمات

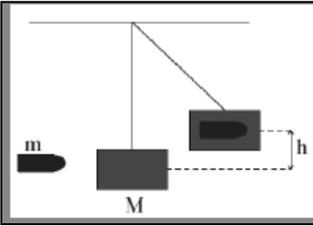
التاريخ : / /

التصادم عملية تتم بين جسيمين لفترة زمنية قصيرة تكون القوة الخارجية المؤثرة مهملة بالنسبة للقوة الداخلية

وجه المقارنة	التصادم المرن (تام المرونة)	التصادم اللامرن (اللامرن كلياً)
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 جزء لحرارة ويحدث تشوه التصادم اللامرن كلياً : تصادم يلتحم فيه الجسمان معاً ويتحركان بسرعة واحدة
حفظ طاقة الحركة	محفوظة	غير محفوظة
معادلة طاقة الحركة	$KE_i = KE_f$ $\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1'^2 + \frac{1}{2}m_2v_2'^2$	$\Delta KE = KE_f - KE_i$ $= \left[\frac{1}{2}(m_1 + m_2)v'^2 \right] - \left[\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 \right]$
حفظ كمية الحركة	محفوظة	محفوظة
معادلة كمية الحركة	$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$	$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v'$
حدوث تشوه	لا ينتج تشوه	ينتج تشوه
تولد حرارة	لا يولد حرارة	يولد حرارة
حركة الجسيمين بعد التصادم	ينفصل الجسمان	التصادم اللامرن : ينفصل الجسمان بسرعات مختلفة التصادم اللامرن كلياً : يلتحم الجسمان ويتحركان بسرعة واحدة
حساب سرعة الجسمين بعد التصادم	سرعة الجسم الأول : $v_1' = \frac{2m_2v_2 + (m_1 - m_2)v_1}{(m_1 + m_2)}$ سرعة الجسم الثاني : $v_2' = \frac{2m_1v_1 - (m_1 - m_2)v_2}{(m_1 + m_2)}$	سرعة الجسمين معاً : $v' = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{(m_1 + m_2)}$

علل لما يأتي :

- 1- يعتبر النظام المنفجر والأجسام المتصادمة نظاماً معزولاً أو كمية حركة للنظام محفوظة عند حدوث عملية التصادم لأنه يحدث في زمن قصير جداً والقوة الخارجية مهملة بالنسبة للقوة الداخلية أو محصلة القوي الخارجية تساوي صفر
- 2- يحدث فقد في طاقة حركة جملة جسيمين في التصادم اللامرن .
لأن الطاقة الحركية للنظام غير محفوظة ويتحول جزء منها لحرارة ويحدث تشوه
- 3- تصادم كرتين من المطاط يعتبر تصادماً مرناً .
لأن الطاقة الحركية للنظام تكون محفوظة ولا ينتج تشوه ولا يولد حرارة



البندول القذفي

جهاز يستخدم لقياس سرعة القذائف السريعة

** يقوم مبدأ عمل البندول القذفي علي حفظ كمية الحركة و حفظ الطاقة الميكانيكية** إذا كان الجسم الأول ساكناً قبل التصادم أي ($v_1 = 0$) فإن :

$$v'_1 = \frac{2m_2 v_2}{(m_1 + m_2)} \quad \text{أ) سرعة الجسم الأول بعد التصادم تحسب من العلاقة :}$$

$$v'_2 = \frac{-(m_1 - m_2)v_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{(m_2 - m_1)v_2}{(m_1 + m_2)} \quad \text{ب) سرعة الجسم الثاني بعد التصادم تحسب من العلاقة :}$$

** إذا كان الجسم الثاني ساكناً قبل التصادم أي ($v_2 = 0$) فإن :

$$v'_1 = \frac{2m_2 v_2}{(m_1 + m_2)} \quad \text{أ) سرعة الجسم الأول بعد التصادم تحسب من العلاقة :}$$

$$v'_2 = \frac{2m_1 v_1}{(m_1 + m_2)} \quad \text{ب) سرعة الجسم الثاني بعد التصادم تحسب من العلاقة :}$$

** إذا كانت الكتلة المتحركة (m_1) أكبر من الكتلة الساكنة (m_2) ستتحرك الكتلتان بعد التصادم باتجاه \vec{v}_1 ** إذا كانت الكتلة المتحركة (m_1) اصغر من الكتلة الساكنة (m_2) ستترد الكتلة (m_1) باتجاه عكس \vec{v}_1 فيما تتحرك الكتلة (m_2) باتجاه \vec{v}_1 ** إذا كانت ($m_1 = m_2$) والكتلة الثانية ساكنة نجد أن الكتلة الأولى بعد التصادم تصبح ساكنةفيما تتحرك الكتلة الثانية بسرعة متجهة تساوي سرعة الكتلة الأولى \vec{v}_1 وبالتالي نستنتج أن كمية الحركة انتقلت كلياً من الكتلة الأولى إلى الكتلة الثانية

** القوي الداخلية في النظام نتيجة التفاعل بين مكونات هذا النظام

** تدافع صديقان عندما كانا في صالة التزلج فتحركا في اتجاهين متعاكسين وكانت كتلة احدهما (50 kg) وتحرك

بسرعة (3 m/s) وكتلة الآخر (75 kg) وتحرك بسرعة (2 m/s) فان التغير في كميته حركة الصديقين معاً صفر

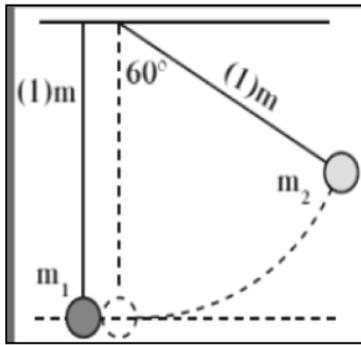
التاريخ : / / تطبيقات علي حفظ كمية الحركة والتصادمات

مثال 1 : سمكة كبيرة كتلتها (5 kg) تتحرك بسرعة (1 m/s) باتجاه سمكة صغيرة ساكنة كتلتها (1 kg) . أحسب :
 (أ) سرعة السمكة الكبيرة بعد ابتلاعها السمكة الصغيرة :

$$v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{5 \times 1 + 1 \times 0}{5 + 1} = 0.83 \text{ m/s}$$

(ب) سرعة السمكة الكبيرة في حال كانت السمكة الصغيرة تسبح بعكس اتجاه السمكة الكبيرة بسرعة (4 m/s)

$$v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{5 \times 1 + 1 \times -4}{5 + 1} = 0.16 \text{ m/s}$$



مثال 2 : كرتان كتله الأولى (m1 = 200 g) وكتلة الثانية (m2 = 400 g) معلقتان

ومتزنتان بخيطيين طول كل خيط (1 m) بجانب بعضهما البعض سحبت الكرة الثانية

بحيث بقي الخيط مشدوداً وصنع زاوية (60°) مع الخيط العمودي وتركت للتحرك من

السكون نحو الكرة (m1) الساكنة . أحسب : أ) سرعة الكرة (m2) قبل لحظة التصادم

$$v_2 = \sqrt{2gL(1 - \cos \theta)} = \sqrt{2 \times 10 \times 1 \times (1 - \cos 60)} = 3.16 \text{ m/s}$$

(ب) سرعة الكرتين بعد التصادم بافتراض أن التصادم مرن :

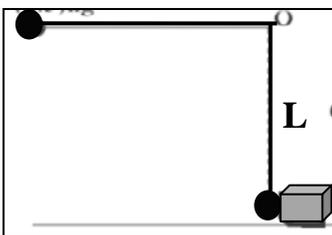
$$v'_1 = \frac{2m_2 v_2 + (m_1 - m_2)v_1}{(m_1 + m_2)} = \frac{2 \times 0.4 \times 3.16 + 0}{(0.2 + 0.4)} = 4.21 \text{ m/s}$$

$$v'_2 = \frac{2m_1 v_1 - (m_1 - m_2)v_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{0 - (0.2 - 0.4) \times 3.16}{(0.2 + 0.4)} = -1 \text{ m/s}$$

(ج) الارتفاع عن المستوي المرجعي المار بمركز ثقلهما الذي ستصل إليه كلا الكرتين بعد التصادم :

$$ME_i = ME_f \Rightarrow \frac{1}{2} m_1 V_1'^2 = m_1 g h_1 \Rightarrow \frac{1}{2} \times 4.21^2 = 10 \times h_1 \Rightarrow h_1 = 0.88 \text{ m}$$

$$ME_i = ME_f \Rightarrow \frac{1}{2} m_2 V_2'^2 = m_2 g h_2 \Rightarrow \frac{1}{2} \times 1^2 = 10 \times h_2 \Rightarrow h_2 = 0.05 \text{ m}$$



مثال 3 : كرة حديدية مصمته كتلتها (2.5 kg) مربوطة بخيط عديم الوزن لا يتمدد طوله

(100 cm) ومثبت بطرفه الأخر بشكل رأسي فوق سطح أملس وسحبت الكرة ليصبح

الحبل أفقياً مشدوداً وتركت للتحرك من السكون لتتصادم تصادماً مرناً بمكعب حديدي ساكن

كتلته (5 kg) . أحسب : أ) سرعة الكرة قبل لحظة اصطدامها بالمكعب :

$$v_2 = \sqrt{2gL(1 - \cos \theta)} = \sqrt{2 \times 10 \times 1 \times (1 - \cos 90)} = 4.47 \text{ m/s}$$

(ب) أحسب سرعة الكرة والمكعب مباشرة بعد التصادم :

$$v'_1 = \frac{2m_2 v_2 + (m_1 - m_2)v_1}{(m_1 + m_2)} = \frac{0 + (2.5 - 5) \times 4.47}{(2.5 + 5)} = -1.49 \text{ m/s}$$

$$v'_2 = \frac{2m_1 v_1 - (m_1 - m_2)v_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{2 \times 5 \times 4.47 - 0}{(2.5 + 5)} = 5.96 \text{ m/s}$$

مثال 4 : كرتان من الصلصال تتصادمان تصادماً لأمرنا كلياً كتلة الأولى (0.5 kg) وتتحرك لليمين بسرعة (4 m/s) والكرة الثانية كتلتها (0.25 kg) وتتحرك نحو اليسار بسرعة (3 m/s) . أحسب :
أ) سرعة النظام بعد التصادم :

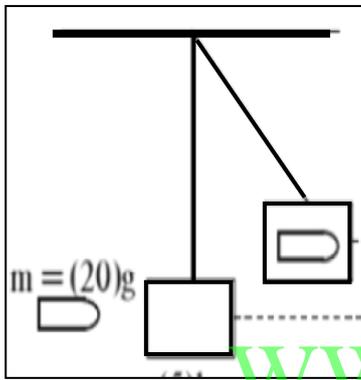
$$v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{0.5 \times 4 + 0.25 \times 3}{0.5 + 0.25} = 3.67 \text{ m/s}$$

ب) أحسب مقدار التغير في مقدار الطاقة الحركية :

$$\Delta KE = KE_f - KE_i = \left[\frac{1}{2} (m_1 + m_2) v'^2 \right] - \left[\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \right] =$$

$$\Delta KE = \left[\frac{1}{2} \times 0.75 \times 3.67^2 \right] - \left[\frac{1}{2} \times 0.5 \times 4^2 + \frac{1}{2} \times 0.25 \times 3^2 \right] = 0.125 \text{ J}$$

مثال 5 : أطلقت رصاصة كتلتها (20 g) علي بندول قذفي ساكن كتلته (5 kg) فارتفع مسافة (10 cm) عن المستوي الأفقي بعدما انغزرت الرصاصة في داخله . أحسب :
أ) سرعة جملة الجسيمين معاً :



$$ME_i = ME_f \Rightarrow \frac{1}{2} m_T V'^2 = m_T gh$$

$$\frac{1}{2} \times V'^2 = 10 \times 0.1 \Rightarrow V' = \sqrt{2} \text{ m/s}$$

ب) سرعة الرصاصة عند إطلاقها :

$$v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{(m_1 + m_2)} \Rightarrow \sqrt{2} = \frac{0.02 \times V_1 + 0}{0.02 + 5} \Rightarrow V_1 \approx 355 \text{ m/s}$$

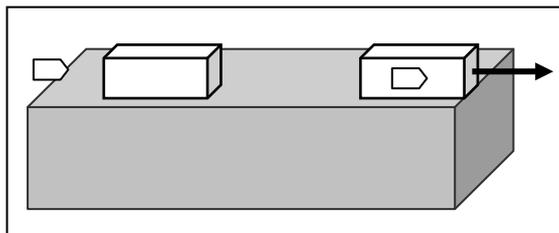
ج) الفقد في طاقة الحركة (الطاقة المبددة) :

$$\Delta KE = KE_f - KE_i = \left[\frac{1}{2} (m_1 + m_2) v'^2 \right] - \left[\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \right]$$

$$\Delta KE = \left[\frac{1}{2} \times 5.02 \times (\sqrt{2})^2 \right] - \left[\frac{1}{2} \times 0.2 \times 355^2 + 0 \right] = 12597.5 \text{ J}$$

د) حدد نوع التصادم . مع ذكر السبب :

تصادم لأمرن كلياً لأن الجسمان يتحركان كجسم واحد وبسرعة واحدة



مثال 6 : أطلقت رصاصة كتلتها (200 g) بسرعة (140 m/s) على لوح سميك من الخشب كتلته (6.5 Kg) ساكن فإذا استقرت الرصاصة داخل لوح الخشب وتحركت المجموعة على سطح أفقي أملس .

أحسب سرعة النظام المؤلف من الكتلتين بعد التصادم :

$$v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{0.2 \times 140 + 0}{0.2 + 6.5} = 4.17 \text{ m/s}$$

العلاقات الرياضية المستخدمة في المنهج

قوانين الشغل والطاقة

$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = F \cdot d \cos \theta$	الشغل الذي تبذله قوة في إزاحة جسم أفقياً
$W_w = mgh$	الشغل الناتج عن وزن جسم عند إزاحته رأسياً
$W = \frac{1}{2} F \Delta X = \frac{1}{2} K \cdot \Delta X^2$	الشغل الناتج عن وزن كتلة معلقة في نابض مرن
$KE = \frac{1}{2} mV^2$	الطاقة الحركية للجسم
$PE_g = mgh$	الطاقة الكامنة الثقالية
$PE_e = \frac{1}{2} F \Delta X = \frac{1}{2} K \cdot \Delta X^2$	الطاقة الكامنة المرنة
$v = \sqrt{\frac{2KE}{m}}$	سرعة الجسم بدلالة طاقته الحركية
$v = \sqrt{2g \cdot h}$	السرعة النهائية لجسم بدلالة الإزاحة الرأسية
$ME = KE + PE$	الطاقة الميكانيكية للجسم
$E = ME + U$	الطاقة الكلية للجسم
$W = \Delta KE$	علاقة الشغل والطاقة الحركية
$W_w = -\Delta PE$	علاقة الشغل والطاقة الكامنة الثقالية
$\Delta PE = -\Delta KE$	علاقة الطاقة الحركية والطاقة الكامنة الثقالية
$ME = \frac{1}{2} mv^2 + mgL(1 - \cos \theta)$	الطاقة الميكانيكية للبندول البسيط
$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2gL(1 - \cos \theta)}$	السرعة النهائية للبندول عند موضع الاستقرار

وجود الاحتكاك (سطح خشن)	غياب الاحتكاك (سطح أملس)	
$\Delta ME \neq 0$	$\Delta ME = 0$	التغير في الطاقة الميكانيكية
$ME_f - ME_i = -f d$	$ME_i = ME_f$	
$(KE_f + PE_f) - (KE_i + PE_i) = -f d$	$KE_i + PE_i = KE_f + PE_f$	
$W_w = \pm m g h$	$W_w = \pm m g h$	الشغل الكلي
$W_f = -f d$	$W_f = 0$	
$W_T = W_w + W_f$	$W_T = W_w$	

قوانين ديناميكا الدوران

$\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d} = Fd \sin \theta$	عزم القوة (عزم الدوران)
$\vec{C} = \vec{F} \times \vec{d}$	عزم الازدواج
$\vec{\tau}_{C.W} = \vec{\tau}_{A.C.W}$	العزوم المتزنة
$I = I_0 + md^2$	نظرية المحور الموازي (القصور الذاتي الدوراني)

قوانين الحركة الدورانية (الحركة الزاوية)

$\theta = \frac{S}{r} = 2\pi \cdot N$	الإزاحة في الحركة الدورانية
$\omega = \frac{v}{r} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$	السرعة في الحركة الدورانية
$\theta'' = \frac{a}{r} = \frac{\tau}{I} = \frac{\omega - \omega_0}{t} = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\theta}$	العجلة في الحركة الدورانية
$\tau = I \cdot \theta'' = F \cdot r$	عزم القوة في الحركة الدورانية
$W = \tau \cdot \theta$	الشغل في الحركة الدورانية
$KE = \frac{1}{2} I \omega^2$	طاقة الحركة في الحركة الدورانية
$P = \tau \cdot \omega$	القدرة في الحركة الدورانية
$\omega = \omega_0 + \theta'' t$ $\omega^2 = \omega_0^2 + 2\theta'' \theta$ $\Theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \theta'' t^2$	معادلات الحركة الدورانية

قوانين حفظ كمية الحركة والتصادمات

$\vec{P} = m \cdot \vec{v}$	كمية الحركة الخطية
$\vec{I} = \Delta \vec{P} = \vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta V$	الدفع الذي يتلقاه الجسم
$m_1 \cdot v_1' = - m_2 \cdot v_2'$	سرعة الارتداد للمدفع وسرعة الإطلاق للقذيفة

التصادم اللامرن (اللامرن كلياً)	التصادم المرن (تام المرونة)	
$\Delta KE = \left[\frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2 \right] - \left[\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \right]$	$KE_i = KE_f$	طاقة الحركة
$v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{(m_1 + m_2)}$	$v_1' = \frac{2m_2 v_2 + (m_1 - m_2) v_1}{(m_1 + m_2)}$ $v_2' = \frac{2m_1 v_1 - (m_1 - m_2) v_2}{(m_1 + m_2)}$	سرعة الجسمين بعد التصادم