نموذج الاجابة

مذكرة مادة الفيزياء

الصف الثاني عشر (12)

الفصل الدراسي الأول

العام الدراسي : 2022 / 2023 م

أ/ يوسف بدر عزمي

الوحدة الأولي : الحركة

الفصل الأول : الطاقة

الدرس (1 -1) : الشغل

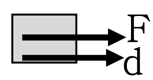
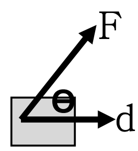
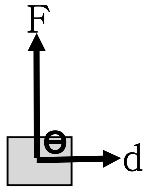
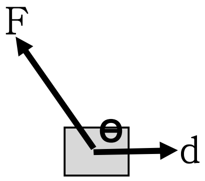
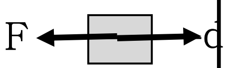
$$W=\vec{F}.\vec{d}=Fd\cos\theta$$

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) **تحرك الجسم في اتجاهها إزاحة** (1m)

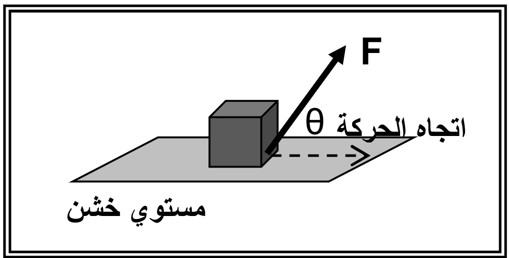
** يقاس الشغل بوحدة **الجول (J)** بحسب النظام الدولي للوحدات والتي تكافئ N.m

ما المقصود : الشغل المبذول على جسم ما = **10** جول .
الشغل الذي تبذله قوة (10 N) **تُحرك الجسم في اتجاهها إزاحة** (1m)

قيمة (θ)	θ = 0	0 < θ < 90	θ = 90	90 < θ < 180	θ = 180
رسم متجهي القوة والإزاحة					
قيمة (cos θ)	**1**	$0 < \cos\theta < 1$	**0**	$-1 < \cos\theta < 0$	**-1**
مقدار الشغل	**(أكبر ما يمكن) موجب**	**موجب**	**(ينعدم) صفر**	**سالب**	**(أكبر ما يمكن) سالب**
نوع الشغل	**منتج للحركة**	**منتج للحركة**	**ينعدم**	**مقاوم للحركة**	**مقاوم للحركة**

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

** نشاط : المكعب بالشكل موضوع على سطح أفقي خشن وتؤثر عليه قوة منتظمة (F) بحيث تصنع زاوية (θ)



أ) حدد مقدار مركبة القوة (F) التي تبذل شغلاً على الجسم :
المركبة الأفقية F cos θ

ب) أكتب المعادلة العامة لحساب الشغل بدلالة المركبة السابقة والإزاحة :
W = F d cos θ

ج) هل توجد للقوة (F) مركبة أخرى ؟ وهل تبذل هذه المركبة شغلاً على الجسم ؟ علل لإجابتك :
نعم و لكنها لا تبذل شغلا وهي المركبة الراسية (f sin θ) لأنها لا تسبب إزاحة في اتجاه الحركة

د) توجد قوى أخرى تؤثر على المكعب . حدد هذه القوى وحدد اتجاهها :
نعم توجد قوى الاحتكاك عكس اتجاه الإزاحة

علل لما يأتي :

1- الشغل كمية عددية .

لأنه حاصل الضرب العددي لمتجهي القوة والإزاحة $W = \vec{F}.\vec{d} = Fd\cos\theta$

2- شغل قوة الاحتكاك يكون دائماً سالب .

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

3- ينعدم 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- ينعدم الشغل المبذول (الشغل يساوي صفر) عند تحريك جسم بسرعة منتظمة .

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

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

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

6- الشغل الذي يبذله حمال المطار والذي يحمل حقيبة علي كتفه وينقلها مسافة أفقية يساوي الصفر .

أو لا تبذل شغلا عندما ترفع حقيبتك بقوة إلي أعلي وتتحرك باتجاه أفقي عمودي علي اتجاه القوة .

أو ينعدم الشغل المبذول (الشغل يساوي صفر) من وزن السيارة عندما تتحرك على طريق أفقي .

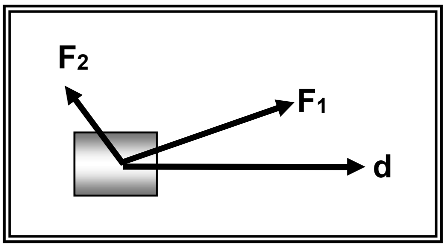
أو قوة جذب الأرض للقمر الصناعي لا تبذل شغلا في تحريكه أثناء دورانه حول الأرض .

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

7- 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 بينما مركبة القوة الأفقية تسبب إزاحة في اتجاهها

مثال 1 : 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^o) مع المحور الأفقي وقوة منتظمة (F_2) مقدارها (7 N) وتصنع زاوية (150^o) مع المحور الأفقي . أحسب مقدار الشغل الناتج من هذه القوي :



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

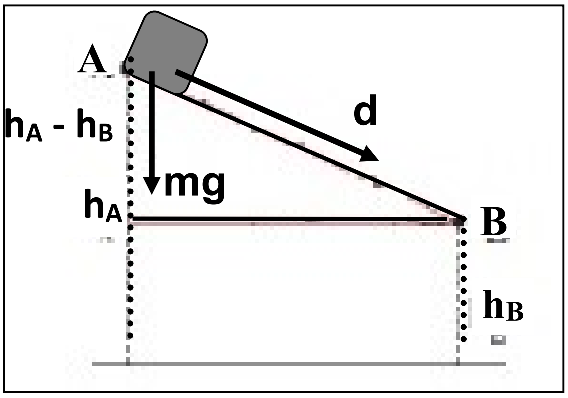
$W_2 = F_2\, d \cos\Theta = 7 \times 2.5 \cos 150 = -15.15\ \text{J}$

$W_T = W_1 + W_2 = +6.5\ \text{J}$

الشغل الكلي مساعد للحركة لأنه موجب

الشغل المبذول من وزن الجسم

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



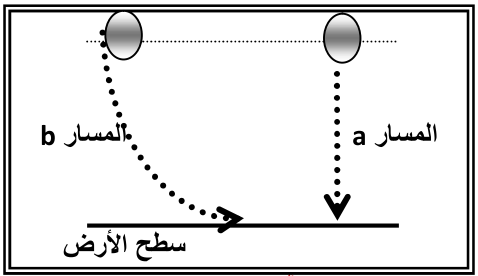
$$* \; W = Fd\cos\theta$$

$$* \; W_w = mg\ d\cos\theta$$

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

$$* \; W_w = mg\,(h_A - h_B) = mgh$$

حركة الجسم	إلي نقطة أدني من موقعه الابتدائي	إلي نقطة علي نفس مستوى موقعه الابتدائي	إلي نقطة أعلي من موقعه الابتدائي
نوع الشغل الناتج عن الوزن	**موجب**	**صفر**	**سالب**
قانون الشغل الناتج عن الوزن	$W_w = mgh$	$W_w = 0$	$W_w = -mgh$

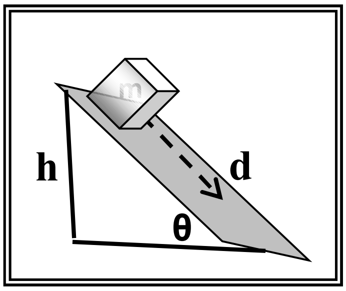


** في الشكل المقابل :

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 ولكن يرتبط بمقدار الإزاحة الرأسية**

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



أ) أكتب معادلة لحساب الازاحة الراسية :

h = d sin θ

ب) أكتب معادلة لحساب الشغل الناتج عن وزن الجسم :

W = mg h

ج) هل توجد مركبة أخري تبذل شغلاً علي الجسم ؟ علل لإجابتك :

لا توجد لعدم وجود قوة احتكاك

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

لا يتوقف على طول المسار بل يتوقف على الإزاحة الراسية

علل لما يأتي :

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

لأن الإزاحة الراسية (h = 0) تساوي صفر $W = mgh = 0$

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 : 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 :

$W = 0$ لان الكرة لم تتحرك $d = 0$

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

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

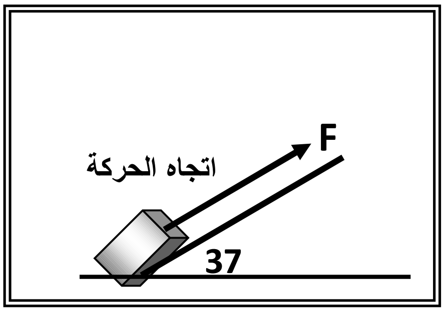
ج) أحسب مقدار الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك مع الهواء خلال سقوط الكرة مسافة (3 m) وقوة الاحتكاك (1 N) :

$$W = f\,d\cos\Theta = 1 \times 3\cos 180 = -3\ J$$

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

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

مثال 3 : تم رفع جسم كتلته (6 kg) من أسفل سطح مستوى مائل خشن بفعل قوة موازية للمستوى المائل مقدارها (80 N) ليصل لقمة المستوى بعدما قطع مسافة (18m) فإذا علمت أن قوة الاحتكاك بين الجسم وسطح المستوى المائل تعادل ثلث وزنه . أحسب :



$f = ⅓ \times mg = ⅓ \times 6 \times 10 = 20\ N$
$h = d\sin\Theta = 18 \times \sin 37 = 10.83\ m$

أ) الشغل الذي بذلته تلك القوة

$$W = Fd\cos\Theta = 80 \times 18\cos 0 = 1440\ J$$

ب) الشغل الناتج عن وزن الجسم :

$$W_w = -mgh = 6 \times 10 \times 10.83 = -650\ J$$

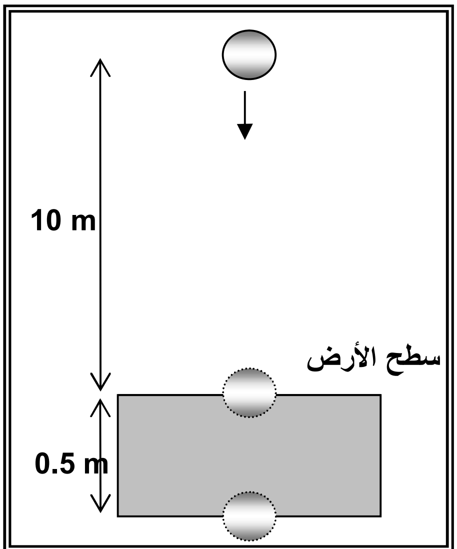
ج) الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك :

$$W_f = fd\cos\Theta = 20 \times 18\cos 180 = -360\ J$$

د) الشغل الكلي المبذول :

$$W_T = W_1 + W_2 + W_3 = (1440) + (-650) + (-360) = 430\ J$$

مثال 4 : كرة كتلتلها (200 gm) سقطة 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 :

$$W_1 = mgh = 0.2 \times 10 \times 10 = 20\ J$$

ب) الشغل المبذول علي الكرة نتيجة اختراقها سطح الأرض :

$$W_1 = -W_2 = -20\ J$$

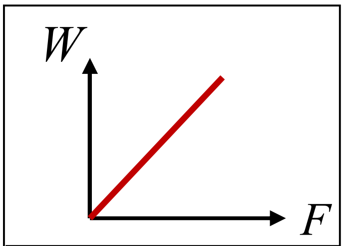
ج) ما التغير المتوقع حدوثه في سرعة الكرة أثناء سقوطها بالهواء وأثناء اختراقها الأرض :

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

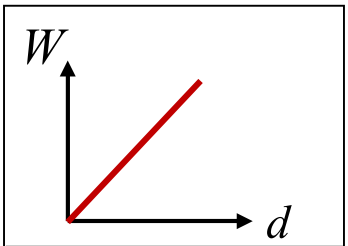
الشغل المبذول في النابض

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

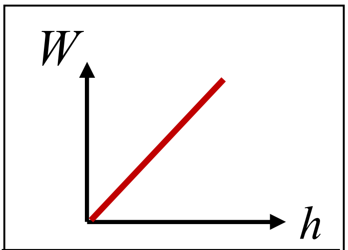
** أرسم المنحنيات أو الخطوط البيانية الدالة علي المطلوب بين العلاقات التالية :



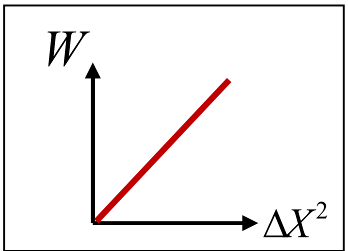
الشغل والقوة



الشغل والإزاحة



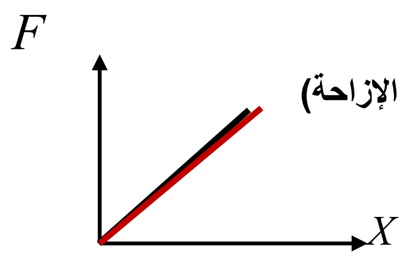
الشغل والإزاحة الراسية



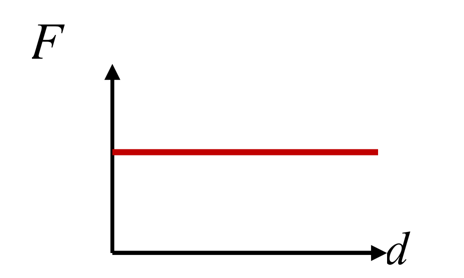
الشغل ومربع الاستطالة

** الميل يمثل **ثابت هوك**

** المساحة تحت منحني (القوة – الإزاحة) تمثل **الشغل**



القوة المتغيرة والاستطالة



القوة المنتظمة والإزاحة

** <u>أذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :</u>

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 الراسية**

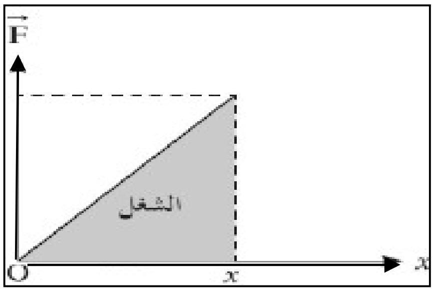
3- الشغل الناتج عن وزن كتلة معلقة في نابض مرن : **1- ثابت هوك** **2- مقدار الاستطالة**

** أستنتج أن الشغل المبذول علي نابض مرن يحسب من : $W = \frac{1}{2}k.\Delta x^2$

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

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

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



ماذا يحدث :

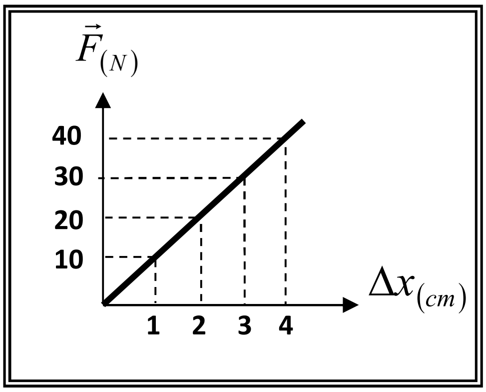
1- لمقدار الشغل المبذول لاستطالة زنبرك ثابت مرونته (K) عند زيادة الاستطالة إلي مثلي ما كانت عليه .

يزداد الشغل المبذول إلي أربعة أمثال

2- لمقدار الشغل المبذول لاستطالة زنبرك ثابت مرونته (K) عندما تقل الاستطالة إلي نصف ما كانت عليه .

يقل الشغل المبذول إلي الربع

مثال 1 : 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 2 : ضغط زنبرك (2 cm) عن طوله الأصلي في مرحلة أولى ومن ثم ضغط (6 cm) إضافية في مرحلة ثانية .

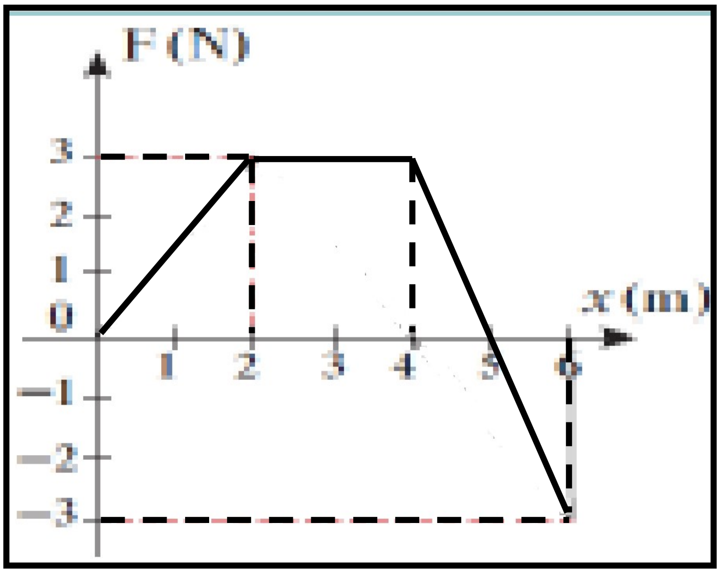
ما مقدار الشغل الإضافي المبذول في خلال عملية الضغط الثانية مقارنة بالعملية الأولى .علماً بأن (K = 100 N/m) :

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

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

$$\Delta W = W_2 - W_1 = 0.32 - 0.02 = 0.3 \ J$$

مثال 3 : أحسب الشغل الكلي الناتج في الشكل المقابل :



$W_1 = ½ X 2 X 3 = 3 J$

$W_2 = 2 X 3 = 6 J$

$W_3 = ½ X 1 X 3 = 1.5 J$

$W_4 = 0.5 X 1 X - 3 = - 1.5 J$

$W_T = W_1+W_2+W_3+W_4 = 9 J$

الدرس (1-2) : الشغل والطاقة

الطاقة | **المقدرة علي إنجاز شغل**

** عند دفعك صندوق ما فأن جزءاً من طاقتك **الكيميائية** التي اكتسبتها من الطعام تتحول إلي طاقة **حركية**

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

** تقاس الطاقة بوحدة **الجول** (**J**)

الطاقة الحركية | **الشغل الذي ينجزه الجسم بسبب حركته**

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

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

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

** الطاقة الحركية لجسم متحرك تتناسب طرديا 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 فأن التغير في الطاقة الحركية تساوي **صفر**

** عندما تقل سرعة الجسم للنصف فأن الطاقة الحركية تقل **للربع**

** عندما تزيد سرعة الجسم للمثلي فأن الطاقة الحركية تزداد **لأربعة أمثال**

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

العلاقة بين الطاقة الحركية والشغل :

$$\boxed{\Delta KE = W}$$

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

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

$$* W = F.d \quad \Rightarrow \quad W = m.a.d$$

$$* V_f^2 = V_i^2 + 2ad \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{2}mV_f^2 = \frac{1}{2}mV_i^2 + mad$$

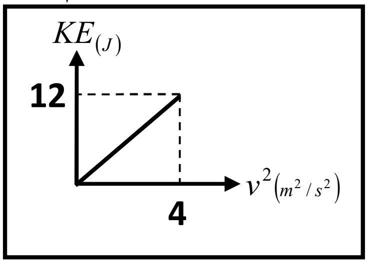
$$* m.a.d = \frac{1}{2}m.V_f^2 - \frac{1}{2}m.V_i^2 \quad \Rightarrow \quad W = KE_f - KE_i = \Delta KE$$

علل لما يأتي :

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

لأن الكرة في الحالة الأولي تمتلك طاقة حركية أكبر

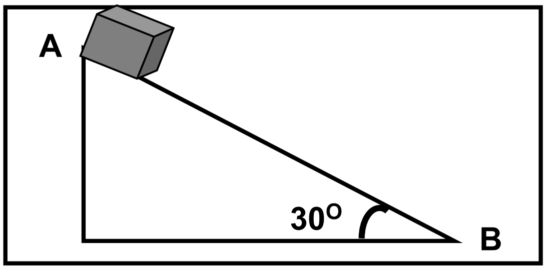
مثال 1 : في الشكل المقابل يمثل تغير الطاقة الحركية لجسم متحرك بتغير سرعته الخطية . أحسب كتلة هذا الجسم :



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

$$12 = \frac{1}{2} \times m \times 4 \Rightarrow m = 6 \text{ kg}$$

مثال 2 : انزلق جسم كتلته (1 kg) من سكون من نقطة (A) علي مستوي مائل أملس يميل بزاوية (30^O) مع المستوي الأفقي ليصل إلي النقطة (B) حيث (AB = 4 m) . أحسب :



أ) الشغل الناتج عن وزن الصندوق :

$$W = mgh = mgd\sin\theta = 1 \times 10 \times 4 \times \sin 30 = 20 \text{ J}$$

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

$$W = \Delta KE = \frac{1}{2} mV_F^2 - \frac{1}{2} mV_i^2$$

$$20 = \frac{1}{2} \times 1 \times V_F^2 - 0 \Rightarrow V_F = 6.32 \text{ m/s}$$

مثال 3 : قذف جسم كتلته (200 g) من نقطة (A) رأسياً إلي أعلي بسرعة ابتدائية (20 m/s) ليصل في غياب الاحتكاك إلي أقصي 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) المسافة التي قطعها الجسم :

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

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

مثال 4 : 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 :

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

ج) الشغل المبذول من وزن الدراجة :

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

الطاقة الكامنة

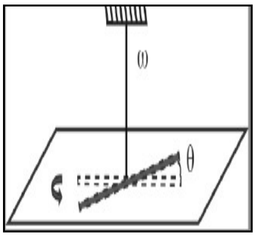
الطاقة الكامنة: **طاقة يختزنها الجسم وتسمح له بإنجاز شغل للتخلص منها**

وجه المقارنة	الطاقة الكامنة التثاقلية	الطاقة الكامنة المرنة
التعريف	**الشغل المبذول على الجسم عند رفعه لنقطة ما**	**الشغل المبذول لتغيير وضع الجسم المرن من وضع مستقر الي وضع الاستطالة أو الانكماش أو اللي**
القانون	$PE_g = mgh$	$PE_e = \frac{1}{2}K.\Delta X^2$ أو $PE_e = \frac{1}{2}C.\Delta\theta^2$
العوامل	**1- وزن الجسم** **2- الارتفاع عن المستوى المرجعي**	**1- ثابت هوك للنابض أو ثابت المرونة للخيط** **2- الاستطالة الحادثة أو الإزاحة الزاوية**

وجه المقارنة	الطاقة الكامنة المرنة في النابض	الطاقة الكامنة المرنة في الخيط المطاطي
القانون	$PE_e = \frac{1}{2}K.\Delta X^2$	$PE_e = \frac{1}{2}C.\Delta\theta^2$
العوامل	**ثابت هوك - الاستطالة الحادثة**	**ثابت المرونة للخيط - الإزاحة الزاوية**

** العوامل التي يتوقف عليها ثابت المرونة (C) : **طول الخيط و سماكة الخيط و الخصائص الميكانيكية**

** يقاس ثابت مرونة الجسم المرن بحسب النظام الدولي للوحدات بوحدة **$N.m/rad^2$ أو J/rad^2**



مثال : خيط مطاطي ثابت مرونته ($100\ N.m/rad^2$) عند لي الخيط صنع إزاحة زاوية (30^o) .

أحسب الطاقة الكامنة المرنة عند لي الخيط .

$$PE_e = \frac{1}{2}C.\Delta\theta^2 = \frac{1}{2}\times 100 \times (\frac{30\pi}{180})^2 = 13.7\ \ J$$

علل لما يأتي :

1- إذا أسقطت مطرقة علي مسمار من مكان مرتفع ينغرز المسمار مسافة أكبر مقارنة بإسقاطها من مكان اقل ارتفاعا

لأن المطرقة في الحالة الأولي تمتلك طاقة كامنة تثاقلية أكبر فتبذل شغل أكبر علي المسمار

2- يعود الزنبرك إلي وضعه الأصلي عند إفلاته

بسبب الشغل المبذول في الزنبرك يختزن علي شكل طاقة كامنة مرنة

** من أمثلة الطاقة الكامنة داخل المركبات الكيميائية **الغذاء و البطاريات الكهربائية و الفحم**

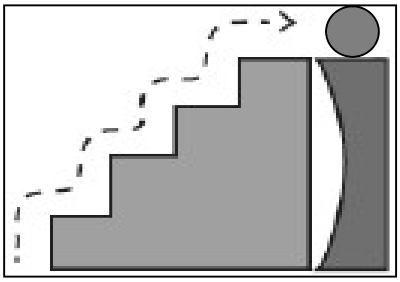
** من أمثلة الطاقة الكامنة التثاقلية **الطاقة المختزنة في مياه الشلالات**

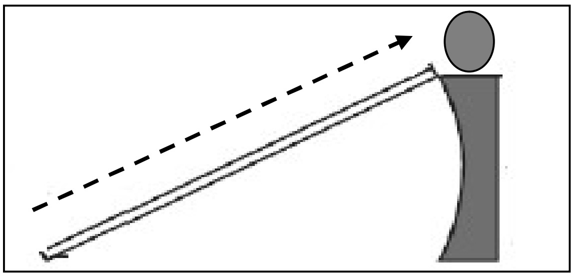
** سطح الأرض يسمي **المستوي المرجعي** والطاقة الكامنة التثاقلية عنده تساوي **صفر** لأن **الارتفاع يساوي صفر**

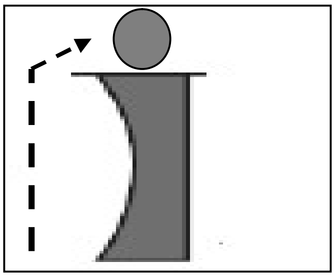
** تحت المستوي المرجعي الطاقة الكامنة التثاقلية تساوي مقدار **سالب** بينما فوق المستوي المرجعي مقدار **موجب**

المستوى المرجعي: **المستوى الذي نبدأ منه قياس الطاقة الكامنة التثاقلية وتساوي عنده صفر**

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


رفع الحجر على سلم مدرج


رفع الحجر على سطح مائل


رفع الحجر مرة واحدة

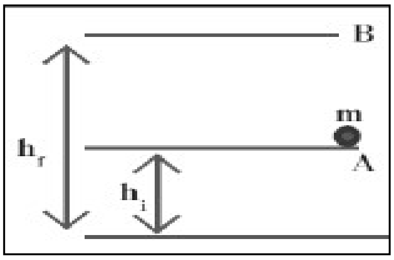
أ) ماذا تلاحظ : **الطاقة الكامنة التثاقلية لا يتغير**

ب) ماذا تستنتج : **الطاقة الكامنة التثاقلية لا ترتبط بشكل وطول المسار ولكن تتوقف علي الارتفاع الرأسي عن الأرض**

التغير في طاقة الوضع التثاقلية والشغل :

$$\Delta PE_g = -W_w$$

** أستنتج أن التغير في طاقة الوضع التثاقلية يساوى معكوس الشغل المبذول من وزن الجسم :



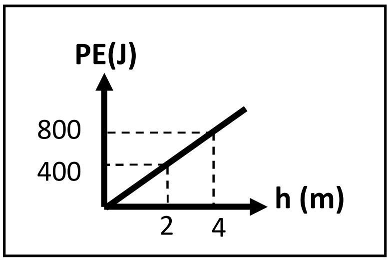
* $W_w = -mgh$

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

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

* $\Delta PE = -W_w$

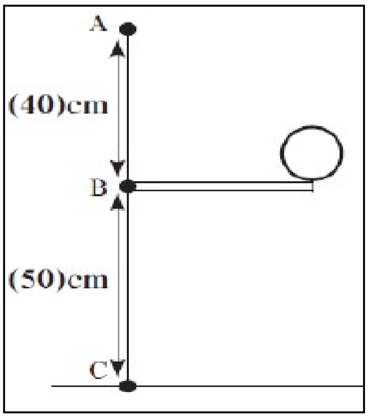
تحرك الجسم رأسياً إلي أسفل	تحرك الجسم رأسياً إلي أعلي	وجه المقارنة
سالب	**موجب**	مقدار $(h_f - h_i)$
سالب	**موجب**	مقدار (ΔPE_g)
$W_w = mgh$	$W_w = -mgh$	مقدار الشغل (W)



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

$$PE_g = mgh \Rightarrow 400 = mg \times 2 \Rightarrow mg = 200\ N$$

مثال 2 : في الشكل المقابل كرة كتلتها (1 kg) موضوعة عند المستوى المرجعي عند النقطة (B) . أحسب الطاقة الكامنة التثاقلية في الحالات الآتية :



أ) عند المستوى الأفقي المار بالنقطة (A) :

$$PE_g = mgh_A = 1 \times 10 \times 0.4 = 4\ J$$

ب) عند المستوى الأفقي المار بالنقطة (B) :

$$PE_g = mgh_B = 1 \times 10 \times 0 = 0$$

ج) عند المستوى الأفقي المار بالنقطة (C) :

$$PE_g = mgh_C = 1 \times 10 \times -0.5 = -5\ J$$

الطاقة الميكانيكية

الطاقة الميكانيكية : **مجموع الطاقة الحركية والطاقة الكامنة**

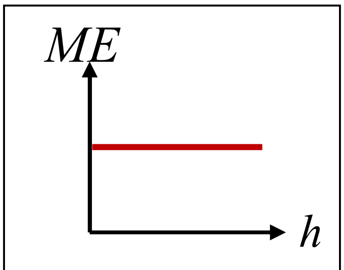
$$ME = KE + PE$$

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

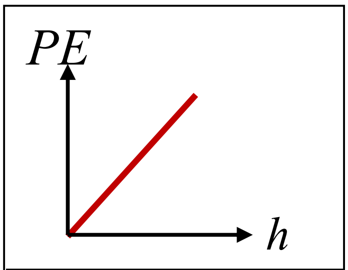
** عند أقصي ارتفاع تكون الطاقة الكامنة التثاقلية للجسم **أكبر ما يمكن** بينما تكون الطاقة الحركية **صفر**

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

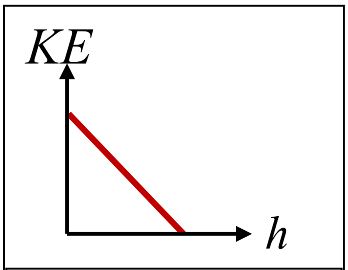
** أرسم المنحنيات أو الخطوط البيانية الدالة علي المطلوب بين العلاقات التالية بفرض إهمال الاحتكاك مع الهواء :



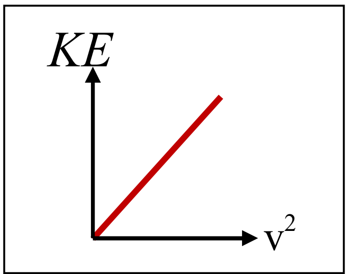
الطاقة الميكانيكية والارتفاع لجسم يقذف لأعلي



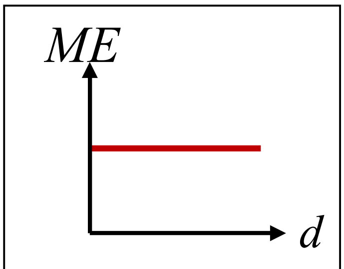
طاقة الوضع التثاقلية والارتفاع لجسم يقذف لأعلي



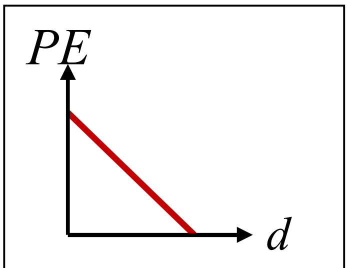
الطاقة الحركية والارتفاع لجسم يقذف لأعلي



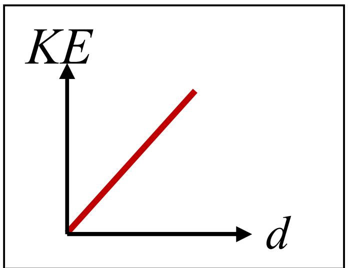
الطاقة الحركية ومربع سرعة



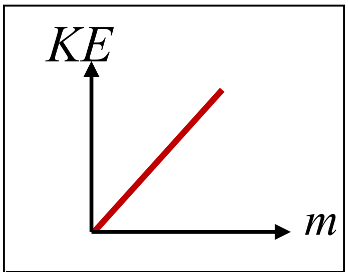
الطاقة الميكانيكية والمسافة لجسم يسقط لأسفل من موضع السقوط



طاقة الوضع التثاقلية والمسافة لجسم يسقط لأسفل من موضع السقوط



الطاقة الحركية والمسافة لجسم يسقط لأسفل من موضع السقوط



الطاقة الحركية وكتلة الجسم

مثال 1 : سقطت تفاحة كتلتها (0.15 kg) من ارتفاع (3 m) إلي أسفل ليصل في غياب الاحتكاك إلي الأرض .أحسب

أ) طاقة الوضع التثاقلية عند أقصي ارتفاع :

$$PE_i = mgh_i = 0.15 \times 10 \times 3 = 4.5 \text{ J}$$

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

$$W = \Delta KE \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv_f^2 - 0 \Rightarrow v_f = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 2} = 6.32 \text{ m/s}$$

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

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

د) الطاقة الحركية للتفاحة عند اصطدامها بالأرض :

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

هـ) سرعة التفاحة لحظة اصطدامها بالأرض :

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

الدرس (3 -1) : حفظ (بقاء) الطاقة

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

وجه المقارنة	الطاقة الميكانيكية الماكروسكوبية (ME)	الطاقة الميكانيكية الميكروسكوبية (الطاقة الداخلية U)
التعريف	**مجموع طاقة الوضع وطاقة الحركة للجسم**	**مجموع طاقة الوضع وطاقة الحركة لجسيمات النظام**
العلاقة الرياضية	$ME = KE_{macro} + PE_{macro}$	$U = KE_{micro} + PE_{micro}$
العوامل	1- **الطاقة الحركية الماكروسكوبية** 2- **الطاقة الكامنة الماكروسكوبية**	1- **الطاقة الحركية الميكروسكوبية** 2- **الطاقة الكامنة الميكروسكوبية**

الطاقة الكامنة الميكروسكوبية: **طاقة 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**

الطاقة الكلية: **مجموع الطاقة الداخلية و الطاقة الميكانيكية** $E = ME + U$

قانون بقاء الطاقة: **الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم وتتحول من شكل إلى آخر والطاقة الكلية للنظام ثابتة**

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

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

أ) طاقة داخلية ثابتة وطاقة ميكانيكية متغيرة :

$\Delta E = \Delta ME$ $\qquad$ $\Delta U = 0$

ب) طاقة داخلية متغيرة وطاقة ميكانيكية ثابتة :

$\Delta E = \Delta U$ $\qquad$ $\Delta ME = 0$

النظام المعزول: **نظام لا تتبادل فيه الطاقة مع الوسط المحيط و تكون الطاقة الكلية محفوظة**

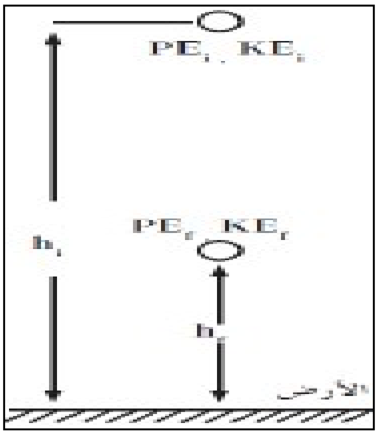
أولاً : حفظ الطاقة الميكانيكية في نظام معزول (بدون الاحتكاك)

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

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

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

** أستنتج أن في الأنظمة المعزولة يكون التغير في الطاقة الكامنة يساوى معكوس التغير في الطاقة الحركية بإهمال قوي 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 ($\Delta E = 0$) فأن التغير في الطاقة الميكانيكية يساوى **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 $\Delta ME = - W_f$

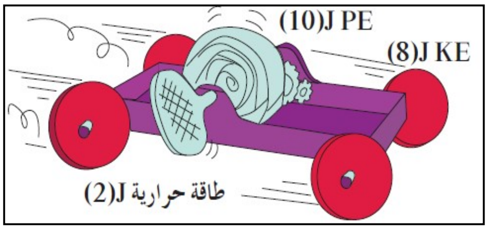
** الشغل الناتج عن قوى الاحتكاك المؤثرة على أجزاء النظام يؤدي إلي تغيير **درجة الحرارة أو حالة النظام** بالتتابع

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

$$* \Delta E = \Delta ME + \Delta U = 0$$
$$* \Delta ME = -\Delta U$$
$$* W_f = \Delta U$$
$$* \Delta ME = -W_f = -f.d$$

علل لما يأتي :

1- تزيد الطاقة الحركية الميكروسكوبية لجسيمات النظام برفع درجة حرارته .



بسبب زيادة سرعة حركة الجزئيات

2- في الأنظمة المعزولة المغلقة تكون الطاقة الكلية محفوظة .

لأنه نظام لا تتبادل فيه الطاقة مع الوسط المحيط

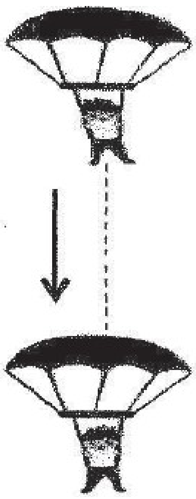
3- في الشكل المقابل الطاقة الكلية للنظام المعزول المؤلف من الأرض والسيارة الصغيرة والهواء المحيط لم تتغير .

لأن الطاقة الكامنة المرونية في النابض تتحول إلي طاقة حركية وجزء منها يتحول إلي طاقة حرارية بسبب الاحتكاك

4- الطاقة الميكانيكية للنظام المعزول المكون من (الصندوق – المستوى المائل الخشن) تكون غير محفوظة .

لأن الطاقة الكامنة التثاقلية تتحول إلي طاقة حركية وجزء منها يتحول إلي طاقة حرارية بسبب الاحتكاك

5- تكون درجة حرارة المياه عند قاعدة مسقط شلال مائي أعلي منها عند قمة المسقط نفسه .



لأن الطاقة الكامنة التثاقلية تتحول إلي طاقة حركية وجزء منها يتحول إلي طاقة حرارية بسبب الاحتكاك

6– المياه الساقطة من الشلالات يمكنها إدارة التوربينات التي تولد الطاقة الكهربائية .

لأن الطاقة الكامنة التثاقلية تتحول إلي طاقة حركية وتقوم بإدارة التوربينات

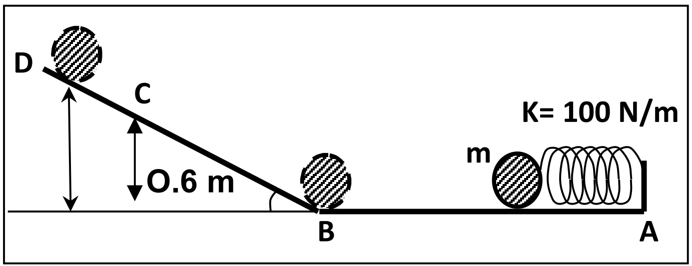
** نشاط : في الشكل المقابل هبوط المظلة باستخدام مظلي في الهواء المحيط .

ماذا تلاحظ : **ارتفاع درجة حرارة المظلة وارتفاع درجة حرارة الهواء المحيط أثناء الهبوط**

ماذا تستنتج : **المظلة تتحرك بسرعة حدية ثابتة وتكون الطاقة الحركية ثابتة**

وتتحول طاقة الوضع التثاقلية إلي طاقة حرارية بالاحتكاك مع الهواء

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



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)

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

$$\frac{1}{2}\times 100 \times 0.2^2 + 0 + 0 = 0 + \frac{1}{2}\times 0.25 \times V_B^2 \Rightarrow V_B = 4 \text{ m/s}$$

ب) سرعة الجسم عند النقطة (C) :

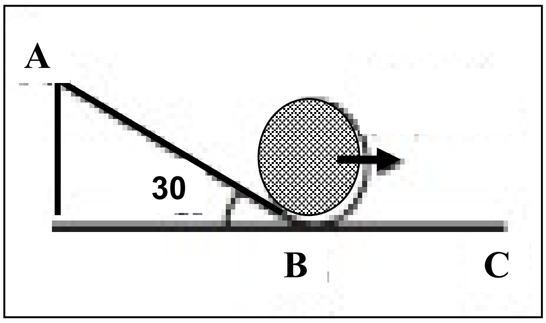
$$ME_B = ME_C \Rightarrow \frac{1}{2}mV_B{}^2 + mgh_B = \frac{1}{2}mV_C{}^2 + mgh_C$$

$$\frac{1}{2}\times 0.25 \times 4^2 + 0 = \frac{1}{2}\times 0.25 \times V_C{}^2 + 0.25 \times 10 \times 0.6 \Rightarrow V_C = 2 \text{ m/s}$$

ج) أقصي ارتفاع يصل إليه الجسم عن المستوي المرجعي عند النقطة (D) :

$$ME_B = ME_D \Rightarrow \frac{1}{2}mV_B{}^2 + mgh_B = \frac{1}{2}mV_D{}^2 + mgh_D$$

$$\frac{1}{2}\times 0.25 \times 4^2 + 0 = 0 + 0.25 \times 10 \times h_D \Rightarrow h_D = 0.8 \text{ m}$$



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 (30^0) مع المستوى الأفقي الذي يبلغ طوله (L_1) .
والمستوي الأفقي BC خشن وقوة الاحتكاك تساوى (0.1 N) ويبلغ طوله (L_2) فإذا كانت سرعة الجسم عند النقطة (B) تساوى (4 m/s)

أ) أستخدم قانون حفظ الطاقة الميكانيكية لإيجاد طول الجزء AB :

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

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

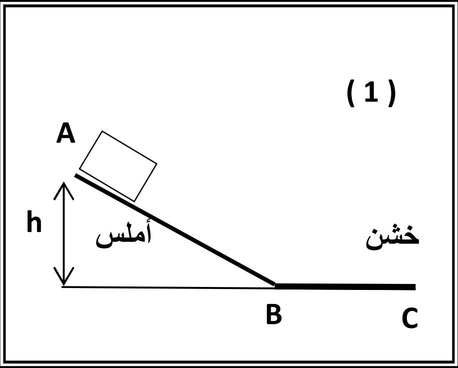
$$d_{AB} = \frac{h_A}{\sin\theta} \Rightarrow d_{AB} = \frac{0.8}{\sin 30} = 1.6 \text{ m}$$

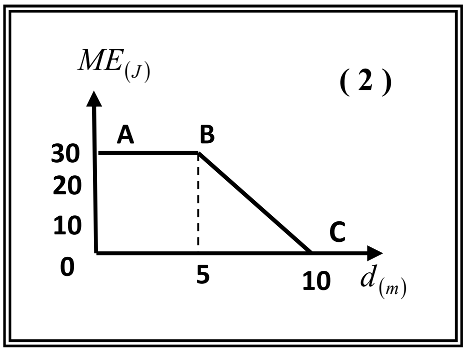
ب) أكمل الجسم مساره على المسار BC ليتوقف عند النقطة C أحسب طول المسار BC :

$$ME_C - ME_B = -W_f \Rightarrow (\frac{1}{2}mV_C{}^2 + mgh_C) - (\frac{1}{2}mV_B{}^2 + mgh_B) = -fd_{BC}$$

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

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 :





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

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

ب) مقدار سرعة الجسم عند نهاية المستوى المائل :

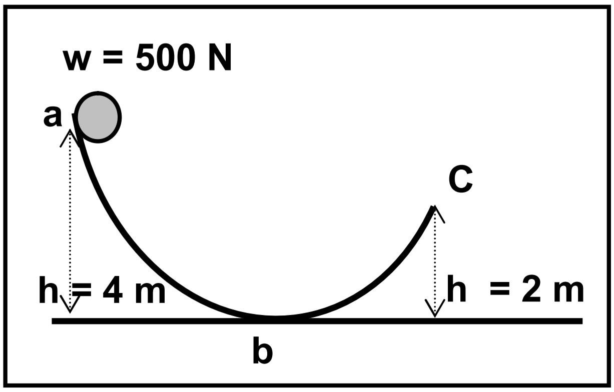
$$ME_B = mgh_B + \frac{1}{2}mV_B^{\ 2}$$

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

ج) مقدار قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح الأفقي :

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

مثال 4 : كرة وزنها (500 N) تنزلق علي سطح أملس .أحسب :



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

$PE_g = mgh = 500 \times 4 = 2000\ J$

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

$$ME_a = ME_C$$

$$\frac{1}{2}mV_a^2 + mgh_a = \frac{1}{2}mV_C^2 + mgh_C$$

$$0 + 50 \times 10 \times 4 = \frac{1}{2} \times 50 \times V_C^2 + 50 \times 10 \times 2 \Rightarrow V_C = 6.32\ m/s$$

الوحدة الأولي : الحركة

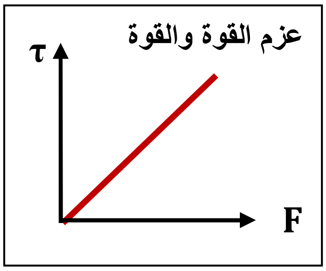
الفصل الثاني : ميكانيكا الدوران

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

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

عزم القوة : **مقدرة القوة على إحداث حركة دورانية للجسم حول محور الدوران**

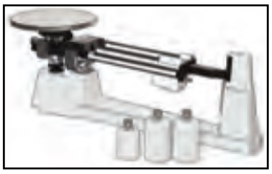
أو كمية متجهة تساوي حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهي القوة في طول ذراعها

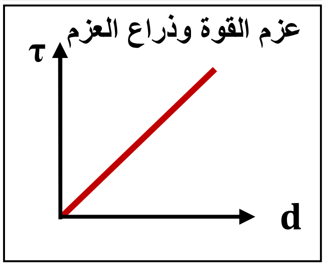


** العوامل التي يتوقف عليها عزم القوة : 1- **القوة** 2- **ذراع القوة** 3- **الزاوية بينهما**

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

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



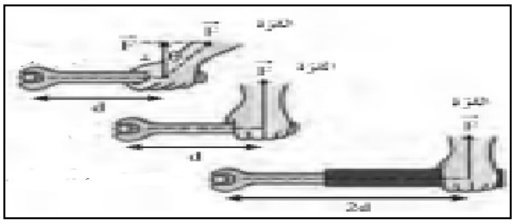


** القوة العمودية تبذل جهد **أقل** وفعل رافعة **أكبر**

** يعتمد اتزان الميزان الذي يعمل بالأوزان المنزلقة على **اتزان العزوم**

** من التطبيقات العملية على عزم الدوران : **الرافعة** - **مفتاح ربط** - **مطرقة مخلبية**

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

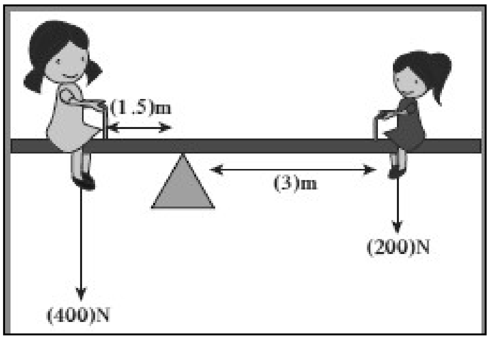
** اتجاه القوة بالنسبة لذراع القوة التي يجب ان تستخدمه لإنتاج أكبر عزم للقوة هو اتجاه **القوة العمودية**

قاعدة اليد اليمني : **قاعدة تحدد اتجاه عزم القوة والإبهام يشير إلى عزم القوة و الأصابع تشير إلى اتجاه الدوران**

دوران الجسم	مع عقارب الساعة	عكس عقارب الساعة
اتجاه عزم القوة بالنسبة للصفحة	**عمودي على الصفحة نحو الداخل**	**عمودي على الصفحة نحو الخارج**
إشارة (نوع) عزم القوة	**سالب**	**موجب**

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

العزوم المتزنة : **العزوم التي تكون محصلتها تساوي صفر**



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

أ) ماذا يفعل الطفلين لكي تتزن الارجوحة :

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

ب) ما هي الشروط الضرورية لتحقيق الاتزان الدوراني :

محصلة العزوم = صفر $\sum \vec{\tau} = 0$ **ومحصلة القوى المؤثرة = صفر** $\sum \vec{F} = 0$

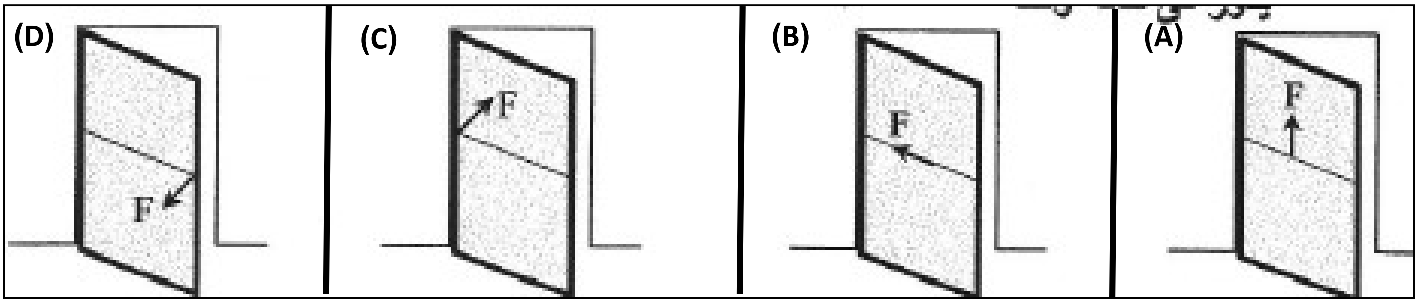
ج) هل الوزن هو الذي يسبب الدوران ؟ مع ذكر السبب :

لا - العزم هو الذي يسبب الدوران

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

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

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



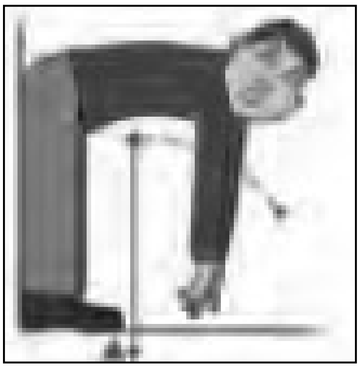
** شكل (A) : **الباب لا يدور لأن القوة توازي محور الدوران وعزم القوة يساوي صفر**

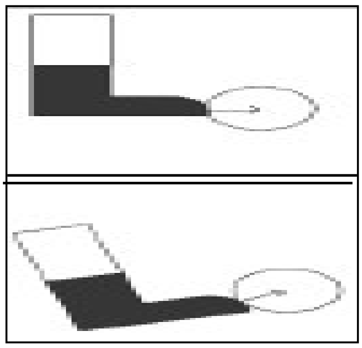
** شكل (B) : **الباب لا يدور لأن القوة توازي ذراع القوة وعزم القوة يساوي صفر**

** 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**

مركز ثقل الجسم : **الموضع الذي تكون عنده محصلة عزوم قوة الجاذبية المؤثرة في الجسم تساوي صفر**





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**

علل لما يأتى :

1- العزم كمية متجهه .

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 وذراع القوة واختلاف 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 موازيا لذراع القوة .

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

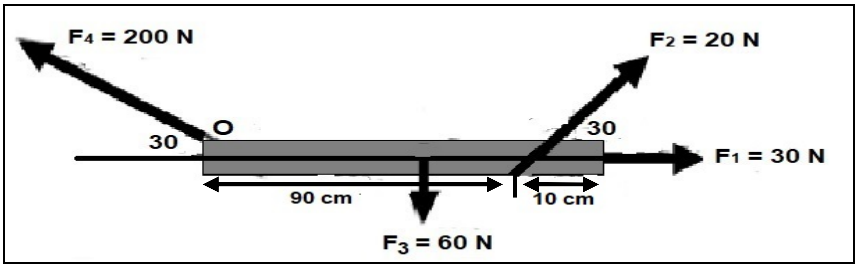
7- حدوث الأتزان الدوراني للجسم المعلق حول مركز ثقله .

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 :



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

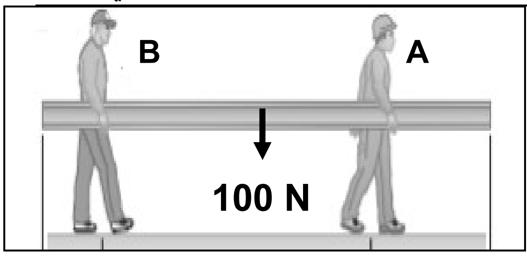
$\tau_2 = F_2 d_2 \sin\Theta_2 = 20 \times 0.9 \times \sin(30) = +9$ N.m

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

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

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

اتجاه دوران الساق مع عقارب الساعة

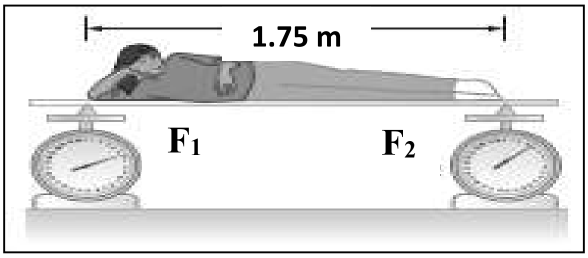


مثال 2 : ساق من الحديد متجانسة طولها (6 m) وزنها (100 N) يحملها شخصين فإذا علمت أن (A) يبعد عن منتصفها (2 m) و(B) يبعد عن منتصفها (3 m) . أحسب الوزن الذي يحمله كل منهما :

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

$$F_A d_A = F_B d_B$$

$$F_A \times 2 = (100 - F_A) \times 3 \qquad F_A = 60\ N \qquad F_B = 40\ N$$



مثال 3 : إذا كان طول الشخص (1.75 m) وكانت قراءة الميزان عند الرأس (380N) وقراءة الميزان عند القدم (320N)

أحسب بُعد مركز الثقل للرجل عن رأسه :

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

$$F_1 d_1 = F_2 d_2$$

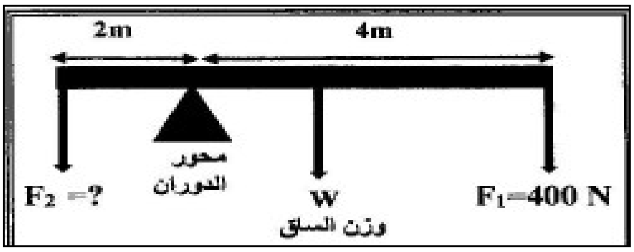
$$380 \times d_1 = 320 \times (1.75 - d_1) \qquad d_1 = 0.8\ m$$

مثال 4 : قضيب معدني متجانس طوله m (8) ووزنه N (40) يستند بإحدى نقاطه على رأس مدبب علق في إحدى نهايته ثقل قدره N (40) فإذا اتزن القضيب أفقيا . أحسب بعد نقطة الإسناد عن الثقل المعلق .

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

$$F_1 d_1 = F_2 d_2$$

$$40 \times (4 - d_2) = 40 \times d_2 \qquad d_2 = 2\ m$$



مثال 5 : الشكل المجاور يمثل ساق متجانسة طولها m (6) وزنها N (100) ترتكز علي حاجز وتؤثر فيها قوتان للأسفل F_1 = (400) N و F_2 مجهولة والنظام في حالة اتزان .

أ) أحسب عزم الدوران للقوة (F_1) :

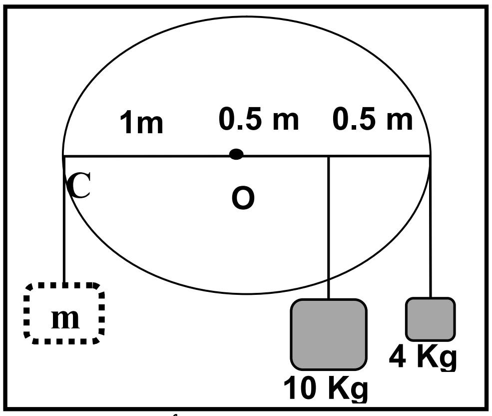
$$\tau_1 = F_1 d_1 \sin \Theta = -400 \times 4 \times \sin(90) = -1600\ N.m$$

ب) أحسب مقدار القوة (F_2) :

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

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

$$(100 \times 1) + (400 \times 4) = F_2 \times 2 \qquad F_2 = 850\ N$$



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

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

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

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

$$(m \times 1) = (10 \times 0.5) + (4 \times 1) \qquad m = 9\ Kg$$

عزم الازدواج

الازدواج : **قوتين متساويتين في المقدار و متوازيتين و متعاكستين بالاتجاه و ليس لهما خط عمل واحد**

عزم الازدواج : **محصلة عزم قوتين متساويتين و متوازيتين و متعاكستان في الاتجاه**

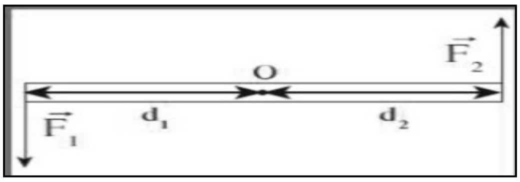
أو حاصل ضرب مقدار أحد القوتين في المسافة العمودية بينهما

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

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

وجه المقارنة	عزم القوة	عزم الازدواج
طول ذراع	**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 : **صنبور المياه - مقود السيارة - المفتاح الرباعي لفك الصواميل - مقود الدراجة**

علل لما يأتى :

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

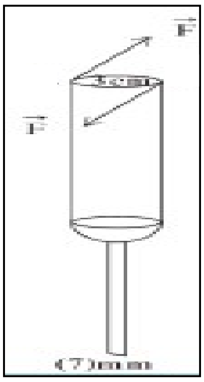
لكي يزيد طول ذراع الازدواج و يزداد عزم الازدواج و تبذل قوة أقل $\vec{C} = \vec{F} \times \vec{d}$

2- مفتاح فك 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 :

$C = F \times d$ $\qquad 1.47 = F \times 0.007$ $\qquad F = 210 \text{ N}$

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 .

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

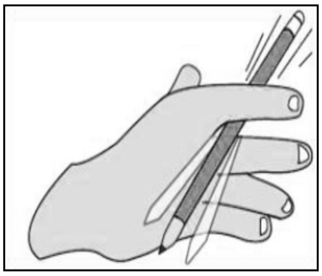
ب) ماذا تفعل لكي تتزن المسطرة ولا تدور حول محورها .

نؤثر بازدواج أخر مقداره 10 N.m و يعاكسه بالاتجاه

أ/ يوسف بدر عزمي

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 لتغير حالة الجسم	**قوة**	**عزم قوة**
وحدة القياس	**Kg**	**$kg \cdot m^2$**
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**

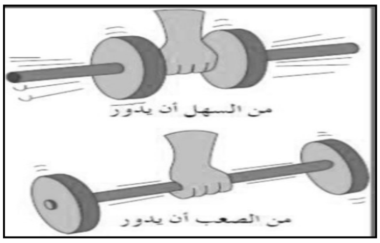
** كلما زادات المسافة بين كتلة الجسم ومحور الدوران يزداد **القصور الذاتي الدوراني**

** أرجح قلمك بين أصابعك إلي الأمام وإلي 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 الأولي وعدم دورانه في الحالة الثانية في الشكل :

الحالة الأولي : **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 والأخري مجوفة وتدوران حول محور يمر بمركز كتلتهما .

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 إلي الإمام 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 والغزال 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 و يقل القصور الذاتي الدوراني و تتحرك بسرعة أكبر

7- البهلوان المتحرك علي سلك رفيع يمد يديه ليحافظ علي اتزانه او يمسك بيده عصا طويلة .
لكي يزيد قصوره الذاتي الدوراني و يقاوم الدوران و يحافظ علي اتزانه

نظرية المحور الموازي (نظرية هوغنس)

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

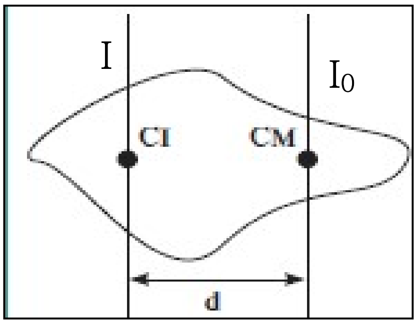
$$I = I_0 + md^2$$

(I) تمثل **القصور الذاتى الدورانى عند أي محور موازى للمحور المار بمركز الثقل**

(I_0) تمثل **القصور الذاتى الدورانى عند المحور المار بمركز ثقله**

(m) تمثل **كتلة الجسم**

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



ملاحظات هامة

1- القصور الذاتي الدوراني ليس بالضرورة كميه 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 اكبر 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 فأن ($I = 0$)

6- جسم يدور حول محور يمر بمركز ثقله فأن ($d = 0$) وبالتالي ($I = I_0$)

7- بالنسبة للكتلة النقطية فأن ($I_0 = 0$) وبالتالي ($I = md^2$)

8- جسم كروي يتدحرج علي منحدر فأن ($d = 0$) وبالتالي ($I = I_0$)

مثال 1 : اربعة كتل نقطية متساوية الكتلة كل منها (100 g) مثبته 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 محورعمودي يمر بنقطة تقاطع قطري المربع :

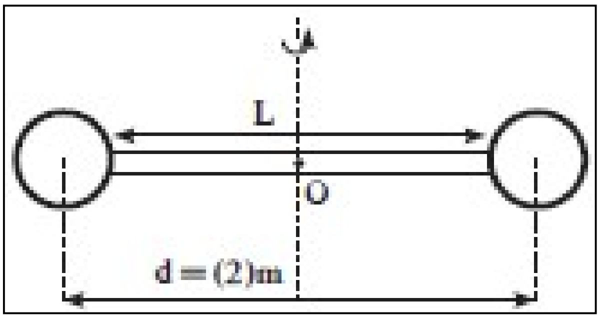
$$2R = \sqrt{0.8^2 + 0.8^2} = 1.13 \Rightarrow R = \frac{1.13}{2} = 0.56 \text{ m}$$

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

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

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

مثال 2 : احسب القصور الذاتي الدوراني للنظام المؤلف من كرتين من الحديد متماثلتين كتلة الواحدة (m = 5 kg) ونصف قطرها (r = 5 cm) مثبتتين علي طرفي عصا كتلتها (m = 2 kg) وطولها L المسافة بين مركزي كتلة 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 : $I_{0sphere} = \frac{2}{5}mr^2$ وبالنسبة للعصا : $I_{0\,rod} = \frac{1}{12}mL^2$



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

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

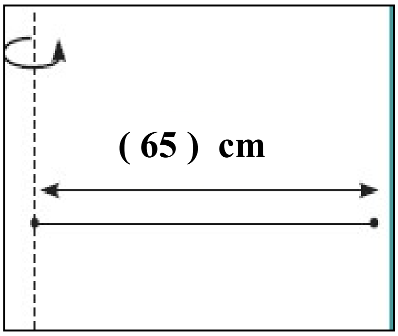
$$I_1 = I_2 = \frac{2}{5} \times 5 \times 0.05^2 + 5 \times 1^2 = 5 \text{ Kg.m}^2$$

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

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

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

مثال 3 : في الشكل المقابل :

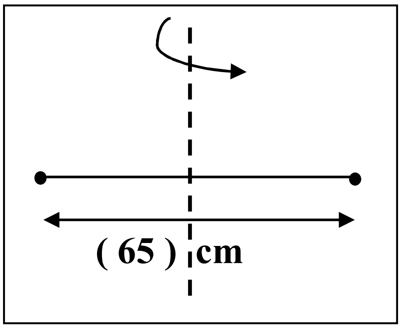


أ) أحسب القصور الذاتي الدوراني لعصا طولها (65 cm) وكتلتها مهملة تنتهي بكتلتين مقدار كل منها (0.3 kg) وتدور حول احد طرفيها علما بأن ($I = MR^2$)

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

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

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



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

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

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

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

ج) قارن بين نتيجة (أ) ونتيجة (ب) :

القصور الذاتى الدورانى للنظام عندما يدور حول محور على الطرف أكبر منه 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 :

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

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

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

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

أحسب القصور الذاتي الدوراني :

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

مثال 6 : قرص كبير أفقي يدور على محور رأسي يمر خلال مركزه اذا كان القصور الذاتي الدوراني للقرص ($I = 4000\ kg.m^2$) 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 بان ($I = MR^2$) :

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

الوحدة الأولي : الحركة

الفصل الثالث : كمية الحركة الخطية

الدرس (3 - 1) : كمية الحركة والدفع

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	$KE = \frac{1}{2} m . v^2$	$\vec{P} = m . \vec{v}$
وحدة القياس	$J = kg.m^2/S^2$	$kg.m/S$
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**

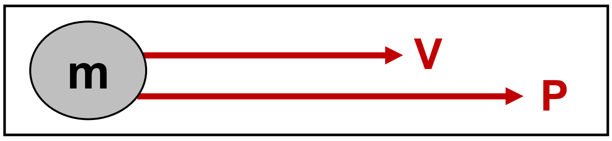
** يتساوى مقدار كمية الحركة لجسم كتلته (m) مع مقدار طاقة حركته عندما يتحرك الجسم بسرعة **2 m/s**

** كمية الحركة كمية **متجهة** ولها نفس اتجاه **السرعة المتجهة**

** سيارتين لهما الكتلة نفسها وتسيران بسرعتين مختلفتين أى منهما يسهل إيقافها ولماذا ؟

السيارة : **ذات السرعة الأقل**		السبب : **كمية الحركة الخطية لها أقل**

** أرسم متجهي السرعة وكمية الحركة للكتلة m في المربع :



** نظام مؤلف من عدة كتل نقطية فإن كمية الحركة للنظام تساوى **المجموع الاتجاهي لكميات الحركة للكتل النقطية**

** محصلة متجهين $\vec{P}_1$ و $\vec{P}_2$ لهما الاتجاه نفسه تساوى **حاصل جمعهما** واتجاهها **نفس اتجاه المتجهين**

** محصلة متجيهين $\vec{P}_1$ و $\vec{P}_2$ متعاكسين بالاتجاه تساوى **حاصل طرحهما** واتجاهها **نفس اتجاه المتجه الأكبر**

$$\vec{I} = \vec{F} \; .\Delta t$$

الدفع حاصل ضرب مقدار القوة في زمن تأثيرها على الجسم

1- العوامل التي يتوقف عليها دفع القوة : 1- **القوة المؤثرة** 2- **زمن التأثير**

2- يقاس الدفع بحسب النظام الدولى للوحدات بوحدة **N.S**

3- الدفع كمية **متجهة** ولها اتجاه **القوة المؤثرة**

4- كلما كان مقدار الدفع على جسم معين أكبر كان التغير فى كمية الحركة **أكبر**

5- المساحة تحت منحنى (القوة – الازاحة) تمثل **الشغل**

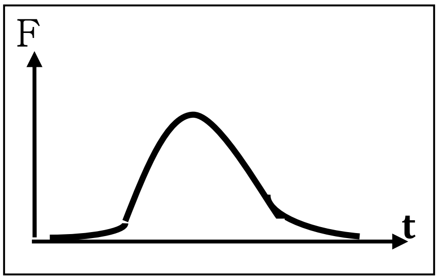
6- المساحة تحت منحنى (القوة – الزمن) تمثل **الدفع عددياً**

7- مقدار الدفع على جسم فى مدة زمنية ما يساوي التغير في **كمية الحركة الخطية** فى الفترة الزمنية نفسها

8- مقدار الشغل المبذول فى مدة زمنية ما يساوي التغير في **طاقة الحركة الخطية** فى الفترة الزمنية نفسها

9- كرة سرعتها (V) ترتد من الحائط في الاتجاة المعاكس بنفس السرعة فأن التغير في كمية الحركة يساوى **2mv**

10 - الدفع الذي يتلقاه جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة بسرعة (v) عندما يكمل نصف دورة يساوى **2mv**



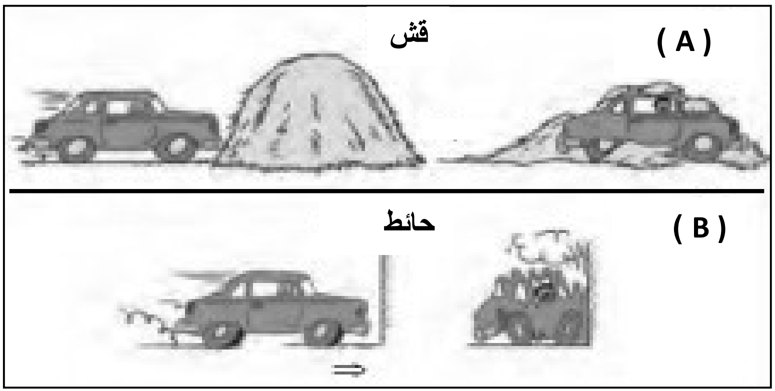
** أشرح ماذا يحدث في كرة قدم تتلقى دفع من قدم اللاعب ؟

تزداد القوة من صفر لحظة تلامس القدم بالكرة إلي قيمة عظمى ثم تتناقص و تتلاشى لحظة انفصال الكرة عن القدم

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

1- أستنتج أن الدفع يساوي التغير في كمية حركته $\vec{I} = \Delta \vec{P}$	2- استنتج أن مشتق كمية الحركة بالنسبة للزمن يساوي محصلة القوي الخارجية مستخدماً القانون الثاني لنيوتن $\sum \vec{F} = \dfrac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$
* $\vec{F} = m\,.\vec{a}$ * $a = \dfrac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$ * $\vec{F} = \dfrac{m.\ \Delta \vec{V}}{\Delta t}$ * $\vec{F}\,.\Delta t = m\,.\Delta \vec{V}$ * $\vec{I} = \Delta \vec{P}$	* $\sum \vec{F} = m\,.\vec{a}$ * $a = \dfrac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$ * $\sum \vec{F} = \dfrac{m.\ \Delta \vec{V}}{\Delta t}$ * $\sum \vec{F} = \dfrac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$

علل لما يأتي :



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

لأن التغير في كمية الحركة يتم في زمن أطول

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

لأن التغير في كمية الحركة يتم في زمن أقل

3- الدفع كمية متجهه .

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

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

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

6- التغير فى السرعة المتجهة يسبب تغير في كمية الحركة .

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

7- التغير في كمية الحركة الخطية يساوي صفر للجسم المتحرك بسرعة ثابتة المقدار و الاتجاه .

لأن التغير في السرعة يساوي صفر وبالتالي العجلة والقوة تساوي صفر والدفع يساوي صفر $\Delta\vec{P} = m . \Delta\vec{v} = 0$

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

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

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

لأن التغير بكمية الحركة يحدث في زمن أقل ويكون تأثير قوة الدفع أكبر في الأرض الأسمنتية $\vec{F} = \dfrac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$

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 ويكون تأثير قوة الدفع أكبر في الأرض الصلبة $\vec{F} = \dfrac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$

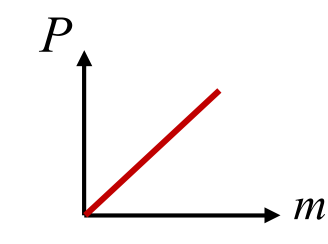
11- وجود أكياس هوائية داخل السيارات كوسائل أمان .

بسبب زيادة زمن التلامس وبالتالي يقل تأثير القوة ويقلل احتمال إصابة السائق $\vec{F} = \dfrac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$

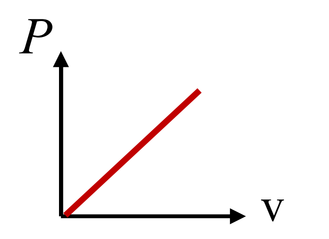
12- الدفاعات المطاطية التي تلف سيارات اللعب في مدينة الملاهي تحمي الأولاد أثناء التصادم .

لأن زمن التغير في كمية الحركة يزداد وتقل قوة التأثير $\vec{F} = \dfrac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$

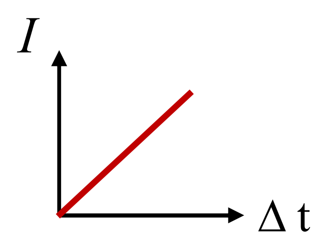
** أرسم المنحنيات أو الخطوط البيانية الدالة علي المطلوب بين العلاقات التالية :



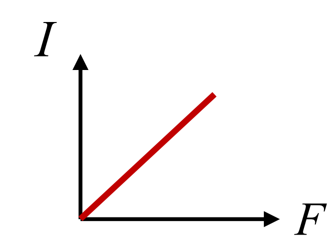
كمية الحركة وكتلة الجسم



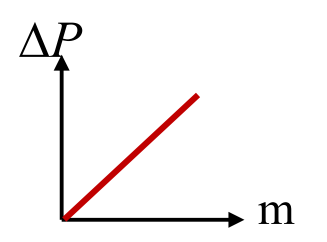
كمية الحركة ومتجه السرعة



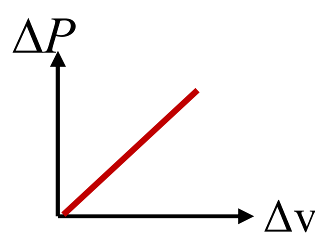
الدفع وزمن التأثير



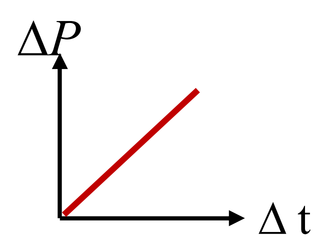
الدفع والقوة المؤثرة



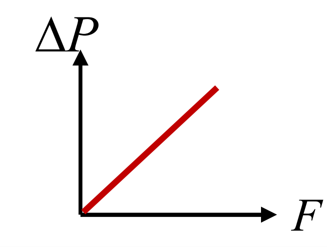
التغير في كمية الحركة وكتلة الجسم



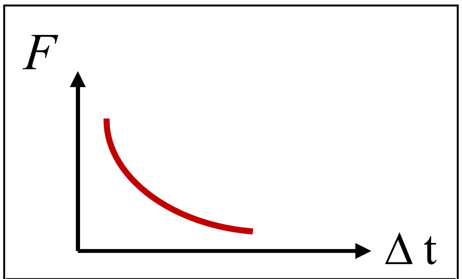
التغير في كمية الحركة والتغير في متجه السرعة



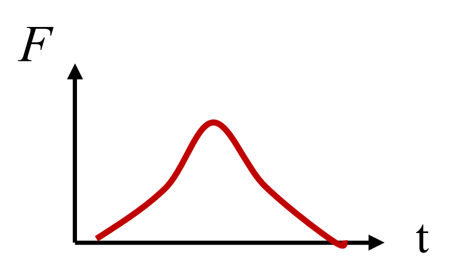
التغير في كمية الحركة وزمن التأثير



التغير في كمية الحركة والقوة المؤثرة



القوة المؤثرة وزمن تأثيرها عند ثبات الدفع



القوة المؤثرة وزمن تأثيرها عند ركل لاعب لكرة قدم

متوسط القوة المؤثرة وزمن تأثيرها أثناء الدفع

مثال 1 : تدور الأرض حول الشمس بسرعة خطية مقدارها (30 km/S) وكتلة الأرض تساوي (6×10^{24} kg) .

أ) أحسب كمية الحركة لمركز كتلة الأرض :

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

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

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{m.\Delta V}{\Delta t} = \frac{0.5 \times 4 - (-8)}{0.001} = 6000 \quad N$$

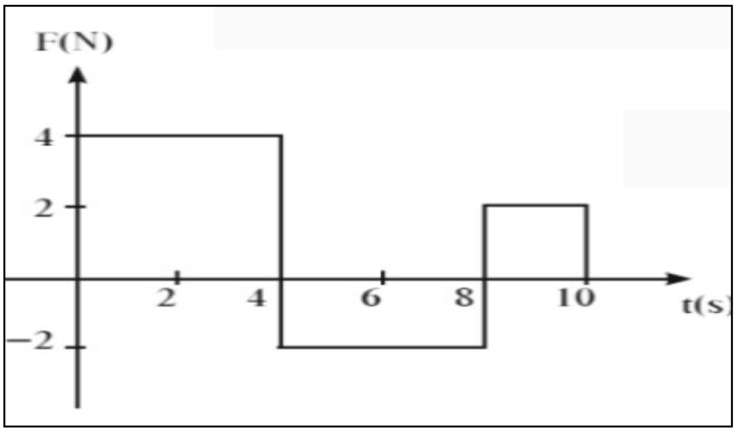
القوة المؤثرة من الكرة في الأرض في الاتجاه الراسي السالب و من الأرض في الكرة في الاتجاه الراسي الموجب

ب) الارتفاع الذي ستبلغه الكرة بعد ارتدادها من الأرض :

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

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

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



أ) الدفع عند نهاية كل مرحلة :

الدفع = مساحة المستطيل = الطول X العرض

$I_1 = 4 \times 4 = 16$ N.S

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

$I_3 = 2 \times 2 = 4$ N.S

ب) دفع القوة الكلي :

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

ج) سرعة الجسم عند نهاية الثانية الرابعة :

$I_1 = m \,.\, \Delta V = m\,(V_f - V_i)$ $\quad 16 = 2\,(V_f - 0)$ $\quad V_f = 8$ m/s

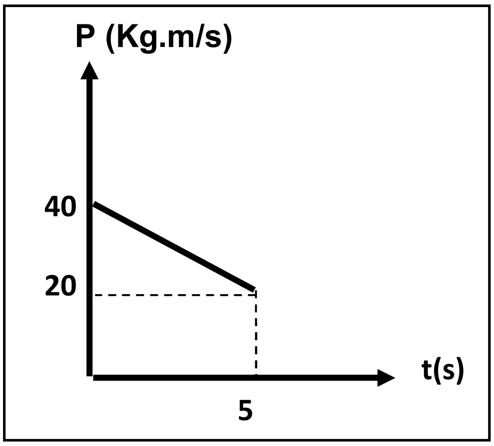
د) سرعة الجسم عند نهاية مدة التأثير :

$I_1 = m \,.\, \Delta V = m\,(V_f - V_i)$ $\quad 12 = 2\,(V_f - 0)$ $\quad V_f = 6$ m/s

هـ) الطاقة الحركية في نهاية مدة التاثير :

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



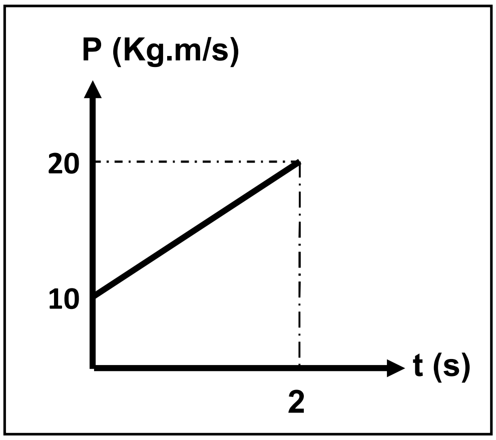
أ) الدفع الذي تلقاه الجسم :

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

ب) مقدار متوسط القوة المؤثرة عليه :

$I = F \,.\, \Delta t$ $\quad -20 = F \times 5$ $\quad F = -4$ 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 :

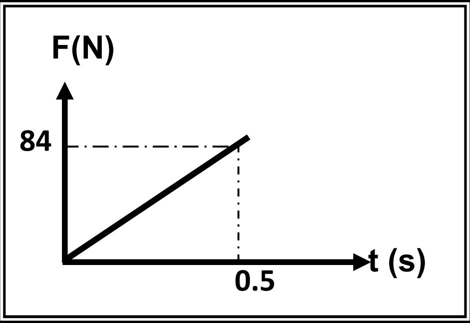


أ) الدفع الذي تلقاه الجسم :

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

ب) مقدار التغير في سرعة الجسم :

$I = m \,.\, \Delta V$ $\quad 10 = 2 \times \Delta V$ $\quad \Delta V = 5$ m/s



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

أ) مقدار التغير في كمية حركة الجسم :

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

ب) مقدار التغير في سرعة الجسم :

$\Delta P = m . \Delta V \qquad 21 = 3 \times \Delta V \qquad \Delta V = 7$ 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 :

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

مثال 8 : سيارة كتلتها (1500 kg) تصطدم بجدار بالسرعة الابتدائية للسيارة ($v_i = 4.5$ m/s) باتجاه اليسار وترتد بعد التصادم بالسرعة النهائية ($v_f = 1.5$ m/s) باتجاه اليمين . أحسب :

أ) الدفع الناشئ عن التصادم :

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

ب) زمن التصادم . إذا كان متوسط القوة المبذولة على السيارة هي (F = 180000 N) :

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

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

أ) احسب سرعة الكرة لحظة اصطدامها بسطح الأرض :

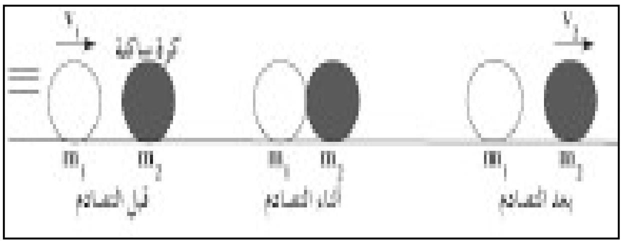
$$ME_i = ME_f \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{2} m V_i^2 + mgh_i = \frac{1}{2} m V_f^2 + mgh_f$$

$$0 + 2 \times 10 \times 10 = \frac{1}{2} \times 2 \times V_f^2 + 0 \quad \Rightarrow \quad V_f = 14 \text{ m/s}$$

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

$$I = m . \Delta V = m\,(V_f - V_i) = 2 \times \{(2) - (-14)\} = 32 \text{ N.S}$$

الدرس (3 - 2) : حفظ كمية الحركة و التصادمات



** في الشكل كرة بلياردو ساكنة (A) علي سطح الطاولة الأملس وكرة متحركة (B) مشابهة لها تتحرك نحوها لتصطدم 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 و تقل للكرة المتحركة (تنعدم)

ج) التفسير : **كمية الحركة التي اكتسبتها الكرة (A) تساوي في المقدار كمية الحركة التي خسرتها الكرة (B)**

قانون بقاء كمية الحركة : **كمية الحركة للنظام في غياب القوي الخارجية تبقي ثابتة و لا تتغير**

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 مؤثرة في الجسم أو النظام .

لأن القوة المؤثرة هي القوي 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 فأن النظام يتصف بعدم بقاء كمية الحركة .

لأن مقدار السرعة يتغير و بالتالي تتغير كمية الحركة

5- الحركة الدائرية نظام يتصف بعدم بقاء كمية الحركة .

لأن اتجاه السرعة يتغير و بالتالي تتغير كمية الحركة

** حاول أن تقف علي زلاجة في حالة سكون وأحمل جسما له كتلة ما ثم اقذف بالجسم إلي الأمام أو إلي الخلف .

أ) ماذا تلاحظ : **سوف ترتد في اتجاه معاكس**

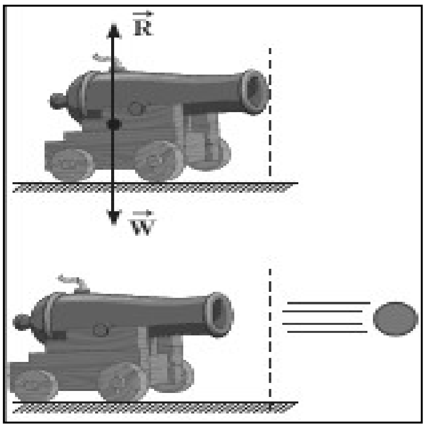
ب) ماذا تستنتج : **كمية حركة الجسم المقذوف تساوي كمية حركة الجسم المرتد و محصلة كمية الحركة تساوي صفر**

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 فأن : $\Delta P_2 = -\Delta P_1$



** أستنتج أن في نظام (مدفع – قذيفة) تكون سرعة الإطلاق وسرعة الارتداد متعاكستان في الاتجاه بإهمال كمية حركة الغاز بالنسبة إلي القذيفة :

$$* \Delta \vec{P} = 0 \quad \Rightarrow \quad \vec{P}_i = \vec{P}_f$$

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

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

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

علل لما يأتي :

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

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

2- سرعة ارتداد المدفع أقل من سرعة انطلاق القذيفة .

لأن كتلة المدفع أكبر من كتلة القذيفة و كمية الحركة للنظام محفوظة (ΔP = 0)

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

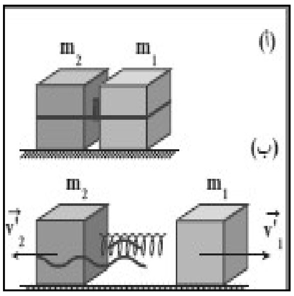
بحسب القانون الثالث لنيوتن لكل فعل له رد فعل مساوي له في المقدار و معاكس له بالاتجاه

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

لان قوة الغاز علي القذيفة و المدفع قوي داخلية و بالتالي محصلة القوي الخارجية تساوي صفر $\sum \vec{F}_{ext} = 0$

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

مثال 1 : كتلتان نقطيتان ($m_1 = 1$ kg – $m_2 = 2$ kg) مربوطتان بخيط من النايلون وتضغطان زنبرك بينهما وموضوعان علي سطح أفقي أملس عديم الاحتكاك عند حرق الخيط يتحرر الزنبرك ويدفع الكتلتين فتتحرك (m_1) بسرعة ($V_1' = 1.8$ 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 واتجاهاً :

$$m_1 v'_1 = - m_2 v'_2$$

$$1 \times 1.8 = - 2 \times v'_2 \quad \Rightarrow \quad v'_2 = - 0.9 \quad m/s$$

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 :

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

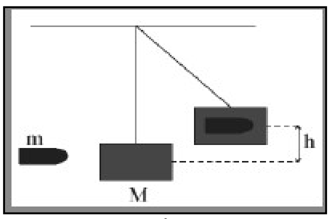
$$76 \times 2.5 = - 45 \times v_2' \quad \Rightarrow \quad v_2' = (- 4.2) \quad m/s$$

التصادمات

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 الجزئيات والذرات**	**تصادم السيارات**
التعريف	**تصادم تكون الطاقة الحركية للنظام محفوظة ولا ينتج تشوه ولا يولد حرارة**	التصادم اللامرن : **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	$KE_i = KE_f$ $\frac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2^2 = \frac{1}{2}m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2'^2$	$\Delta KE = KE_f - KE_i$ $= \left[\frac{1}{2}(m_1 + m_2)v'^2\right] - \left[\frac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2^2\right]$
حفظ كمية الحركة	**محفوظة**	**محفوظة**
معادلة كمية الحركة	$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$	$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2)v'$
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 : $v'_1 = \frac{2m_2 v_2 + (m_1 - m_2)v_1}{(m_1 + m_2)}$ سرعة الجسم الثاني : $v'_2 = \frac{2m_1 v_1 - (m_1 - m_2)v_2}{(m_1 + m_2)}$	سرعة الجسمين معاً : $v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{(m_1 + m_2)}$

البندول القذفي: **جهاز يستخدم لقياس سرعة القذائف السريعة مثل الرصاصة**



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

علل لما يأتي :

1- يعتبر النظام المنفجر والأجسام المتصادمة نظاما معزولا أو كمية حركة للنظام محفوظة عند حدوث عملية التصادم

لأنه يحدث في زمن قصير جداً و القوة الخارجية مهملة بالنسبة للقوة الداخلية أو محصلة القوي الخارجية تساوي صفر

2- يحدث فقد في طاقة حركة جملة جسمين 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

ماذا يحدث عند حدوث التصادم في الحالات الأتية :

1- إذا كانت الكتلة المتحركة (m_1) أكبر من الكتلة الساكنة (m_2) :

ستتحرك الكتلتان بعد التصادم باتجاه $\vec{v}_1$

2- إذا كانت الكتلة المتحركة (m_1) اصغر من الكتلة الساكنة (m_2) :

سترتد الكتلة m_1 باتجاه عكس $\vec{v}_1$ فيما تتحرك الكتلة m_2 باتجاه $\vec{v}_1$

3- إذا كانت الكتلة المتحركة (m_1) تساوي الكتلة الساكنة (m_2) :

الكتلة الأولي بعد التصادم تصبح ساكنة فيما تتحرك الكتلة الثانية بسرعة الكتلة الأولي $\vec{v}_1$

وكمية الحركة تنتقل كليا من الكتلة الأولي إلي الكتلة الثانية

** تدافع صديقان عندما كانا في صالة التزلج فتحركا في اتجاهين متعاكسين وكانت كتلة احدهما (50 kg) وتحرك بسرعة (3 m/s) وكتلة الأخر (75 kg) وتحرك بسرعة (2 m/s) .

فان التغير في كميه حركة الصديق الأول تساوي (150 kg.m/s) والثاني تساوي (- 150 kg.m/s)

والتغير في كميه حركة الصديقين معاً تساوي **صفر**

مثال 1 : تصادمت كرة كتلتها (0.25 kg) وتتحرك بسرعة مقدارها (8 m/s) مع كرة أخري ساكنة كتلتها (0.5 kg) وإذا كان النظام معزولاً وتحركت الكرة الثانية بعد التصادم مباشرة بسرعة مقدارها (2 m/s) .

فأحسب سرعة الكرة الاولي بعد التصادم :

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$
$$0.25 \times 8 + 0 = 0.25 \times v_1' + 0.5 \times 2$$
$$v_1' = 4 \text{ m/s}$$

مثال 2 : سمكة كبيره 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 3 : كرتان من الصلصال تتصادمان تصادما لأمرنا كليا كتلة الأولي (0.5 kg) وتتحرك لليمين بسرعة (4 m/s) والكرة الثانية كتلتها (0.25 kg) وتتحرك نحو اليسار بسرعة (3 m/s) . أحسب :

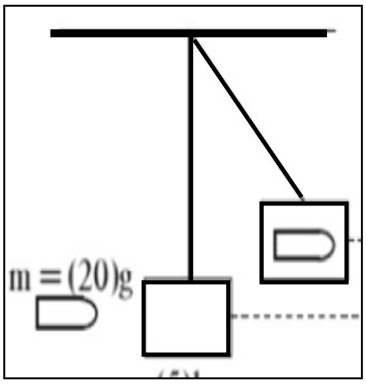
أ) سرعة النظام بعد التصادم :

$$v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{0.5 \times 4 + 0.25 \times -3}{0.5 + 0.25} = 1.67 \text{ m/s}$$

ب) أحسب مقدار التغير في مقدار الطاقة الحركية :

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

$$\Delta KE = \left[\frac{1}{2} \times 0.75 \times 1.67^2\right] - \left[\frac{1}{2} \times 0.5 \times 4^2 + \frac{1}{2} \times 0.25 \times 3^2\right] = -4 \text{ J}$$



مثال 4 : أطلقت رصاصة كتلتها **(20 g)** علي بندول قذفي ساكن كتلته **(5 kg)** فارتفع مسافة **(10 cm)** عن المستوي الأفقي بعدما انغرزت الرصاصة في داخله . أحسب :

أ) سرعة جملة الجسيمين معاً :

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

$$\frac{1}{2} \times 5.02 \times V'^2 = 10 \times 5.02 \times 0.1 \Rightarrow V' = \sqrt{2} \ \ m/s$$

ب) سرعة الرصاصة عند أطلاقها :

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

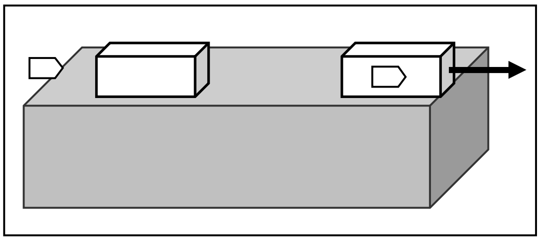
ج) الفقد في طاقة الحركة (الطاقة المبددة) :

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

$$\Delta KE = \left[\frac{1}{2} \times 5.02 \times (\sqrt{2})^2\right] - \left[\frac{1}{2} \times 0.02 \times 355^2 + 0\right] = -1255 \ \ J$$

د) حدد نوع التصادم . مع ذكر السبب :

تصادم لأمرن كليا لأن الجسمان يتحركان كجسم واحد وبسرعة واحدة



مثال 5 : 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 :

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

العلاقات الرياضية المستخدمة في المنهج

التحويلات			
الطول	$cm\times10^{-2}\rightarrow m$ $mm\times10^{-3}\rightarrow m$	الكتلة	$gm\times10^{-3}\rightarrow Kg$ $mg\times10^{-6}\rightarrow Kg$
المساحة	$cm^{2}\times10^{-4}\rightarrow m^{2}$ $mm^{2}\times10^{-6}\rightarrow m^{2}$	الزمن	$\min\times60\rightarrow S$ $hr\times3600\rightarrow S$
الحجم	$cm^{3}\times10^{-6}\rightarrow m^{3}$ $mm^{3}\times10^{-9}\rightarrow m^{3}$	السرعة	$Km/h\times\frac{1000}{3600}\rightarrow m/s$

قوانين الشغل والطاقة	
الشغل الذي تبذله قوة في إزاحة جسم أفقياً	$W=\vec{F}.\vec{d}=F.d\cos\theta$
الشغل الناتج عن وزن جسم عند إزاحته رأسياً	$W_w=mgh$
الشغل الناتج عن وزن كتلة معلقة في نابض مرن	$W=\frac{1}{2}F\Delta X=\frac{1}{2}K.\Delta X^{2}$
الطاقة الحركية للجسم	$KE=\frac{1}{2}mV^{2}$
الطاقة الكامنة التثاقلية	$PE_g=mgh$
الطاقة الكامنة المرنة في النابض	$PE_e=\frac{1}{2}F\Delta X=\frac{1}{2}K.\Delta X^{2}$
الطاقة الكامنة المرنة في خيط مطاطي	$PE_e=\frac{1}{2}C.\Delta\theta^{2}$
سرعة الجسم بدلالة طاقته الحركية	$v=\sqrt{\frac{2KE}{m}}$
السرعة النهائية لجسم بدلالة الإزاحة الراسية	$v=\sqrt{2g.h}$
الطاقة الميكانيكية للجسم	$ME=KE+PE$
الطاقة الكلية للجسم	$E=ME+U$
علاقة الشغل والطاقة الحركية	$W=\Delta KE$
علاقة الشغل والطاقة الكامنة التثاقلية	$W_W=-\Delta PE$
علاقة الطاقة الحركية والطاقة الكامنة التثاقلية	$\Delta PE=-\Delta KE$

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

قوانين ميكانيكا الدوران

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

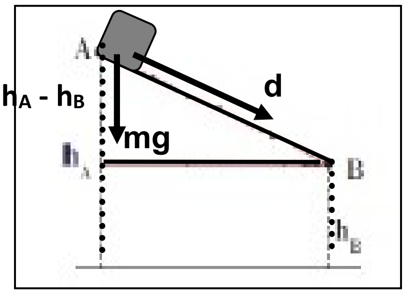
قوانين حفظ كمية الحركة والتصادمات

كمية الحركة الخطية	$\vec{P} = m\,.\,\vec{v}$
الدفع الذي يتلقاه الجسم	$\vec{I} = \Delta\vec{P} = \vec{F}\,.\,\Delta t = m\,.\,\Delta V$
سرعة الارتداد للمدفع وسرعة الإطلاق للقذيفة	$m_1.v'_1 = -\,m_2.v'_2$

	التصادم المرن (تام المرونة)	التصادم اللامرن (اللامرن كلياً)
طاقة الحركة	$KE_i = KE_f$	$\Delta KE = \left[\frac{1}{2}(m_1+m_2)v'^2\right] - \left[\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2\right]$
سرعة الجسمين بعد التصادم	$v'_1 = \frac{2m_2v_2 + (m_1-m_2)v_1}{(m_1+m_2)}$ $v'_2 = \frac{2m_1v_1 - (m_1-m_2)v_2}{(m_1+m_2)}$	$v' = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{(m_1+m_2)}$

الاستنتاجات في المنهج

1- الشغل الناتج عن وزن الجسم لا يرتبط بالمسار بين النقطتين ولكن بمقدار الإزاحة الرأسية بين النقطتين .

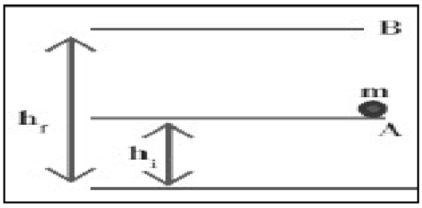


$$*W = F.d$$
$$*W = mg\ d\cos\theta$$
$$*W = mg\ d\ (\frac{h_A - h_B}{d})$$
$$*W = mg\,(h_A - h_B) = mgh$$

2- الشغل الناتج عن محصلة القوة الخارجية المؤثرة في الجسم يساوي التغير في طاقته الحركية .

$$*W = F.d$$
$$*W = m.a.d$$
$$*V_f^2 = V_i^2 + 2ad$$
$$*\frac{1}{2}mV_f^2 = \frac{1}{2}mV_i^2 + mad$$
$$*\text{mad} = \frac{1}{2}m.V_f^2 - \frac{1}{2}m.V_i^2$$
$$*W = KE_f - KE_i = \Delta KE$$

3- الشغل المبذول علي الجسم لرفعه إلي نقطة ما يساوي معكوس التغير في الطاقة الكامنة له عند هذه النقطة .



$$*W = -mgh$$
$$*\Delta PE = PE_f - PE_i$$
$$*\Delta PE = mgh_f - mgh_i$$
$$*\Delta PE = mg(h_f - h_i) = mgh$$
$$*W = -\Delta PE$$

4- التغير في الطاقة الكامنة يساوى معكوس التغير في الطاقة الحركية في الأنظمة المعزولة بإهمال الاحتكاك مع الهواء .

$$*\Delta ME = 0$$
$$*ME_i = ME_f$$
$$*KE_i + PE_i = KE_f + PE_f$$
$$*PE_f - PE_i = KE_i - KE_f$$
$$*\Delta PE = -\Delta KE$$

5- التغير في الطاقة الميكانيكية في نظام معزول يساوى الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك المؤثرة .

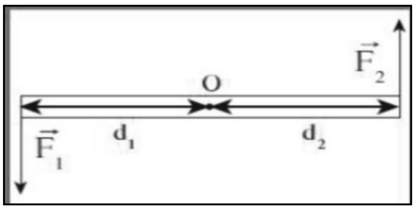
$* \Delta E = \Delta ME + \Delta U = 0$

$* \Delta ME = -\Delta U$

$* W = \Delta U$

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

6- عزم الازدواج يساوي حاصل ضرب مقدار أحدي القوتين بالمسافة العمودية بينهما .



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

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

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

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

7- مشتق كمية الحركة بالنسبة إلى الزمن يساوى محصلة القوى الخارجية المؤثرة مستخدما القانون الثاني لنيوتن .

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

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

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

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

8- الدفع المؤثر علي الجسم يساوي التغير في كمية الحركة

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

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

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

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

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

9- سرعة الانطلاق وسرعة الارتداد متعاكستان في الاتجاه بإهمال كمية حركة الغاز الناتج عن الانفجار بالنسبة للقذيفة

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

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

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

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

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