

الوحدة الأولى : الحركة

الفصل الأول : الطاقة

الدرس 1 - 1 : الشغل

الطاقة :

امكانية انجاز شغل .

الشغل :

عملية تقوم فيها قوة مؤثرة بأزاحة جسم في اتجاهها .
حاصل الضرب العددي لمتجهي القوة والازاحة .

- لذلك اذا دفع عامل صندوق من دون تحريكه فانه يجهد نفسه دون بذل شغل لأن الازاحة تساوي صفر
- عند حملك حقيبة ثقيلة دة ، تحركها فانك لا تبذل شغل ،

والازاحة

الجول :

هو الشغل الذي تبذله قوة مقدارها 1 N تحرك الجسم في اتجاهها مسافة واحد متر.

العوامل التي تتوقف عليها مقدار الشغل :

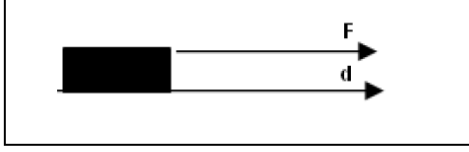
- 1
- 2
- 3

س: ما المقصود أن الشغل المبدول علي جسم يساوي 100 J

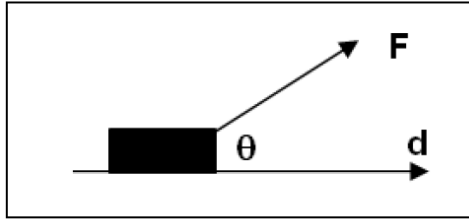
اي أنه اذا اثرت علي الجسم قوة مقدارها 100 N تسبب للجسم ازاحة مقدارها 1 m في اتجاهها .

حالات تغير الزاوية بين القوة والازاحة :

1- اذا كانت القوة والازاحة في نفس الاتجاه :



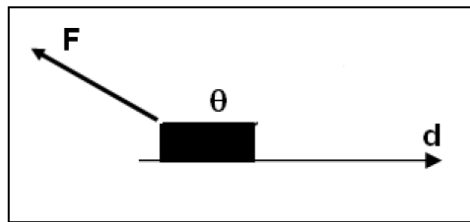
2- اذا كانت الزاوية بين القوة والازاحة



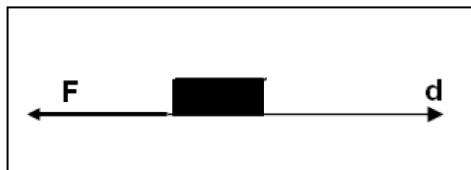
3- اذا كانت القوة عمودية علي اتجاه الأزاحة



4- اذا كانت الزاوية بين القوة والازاحة



5- اذا كانت القوة اتجاهها معاكس لاتجاه الازاحة .



ملاحظات :

1- الشغل كمية عددية و ليس كمية متجهة , لانه حاصل الضرب العددي لمتجهي القوة والازاحة .

2- يقاس الشغل بوحدة قياس تسمى الجول J وهي تكافئ N.M

3- الشغل بمفهومه الفيزيائي لا يعني بذل الجهد أو التعب .

4- اكبر قيمة للشغل عندما تكون القوة نفس اتجاه الازاحة .

$$W = Fd \quad \theta = \text{zero} \quad \cos(0) = 1$$

الشغل = قيمة موجبة تكون أكبر قيمة للشغل

5- تنعدم قيمة الشغل عندما تكون الزاوية بين القوة والازاحة 90°

$$w = \text{zero} \quad \theta = 90 \quad \cos(90) = \text{zero}$$

مثال : الشغل المبذول من وزن السيارة عندما تتحرك علي طريق أفقي يساوي صفر.
- الشغل المبذول من الوزن عند حمل حقيبة ثقيلة والتحرك بها علي مسار أفقي يساوي صفر.

6- يكون الشغل قيمة سالبة عندما تكون الزاوية بين القوة و الازاحة 180°

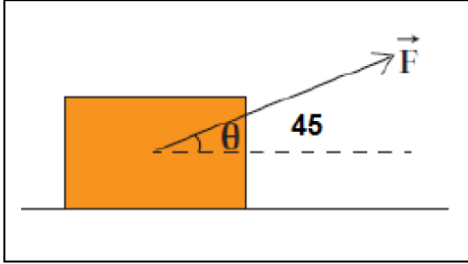
$$W = - Fd$$

لذلك يكون شغل قوة الاحتكاك دائما سالب . لان قوة الاحتكاك تعمل دائما عكس اتجاه الحركة

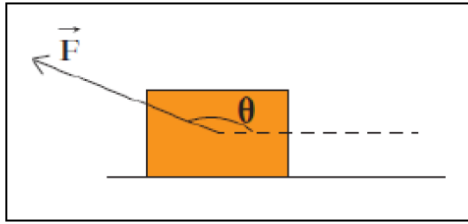
7- اذا كان الشغل قيمة موجبة يسمى شغل منتج او شغل منجز او شغل مفيد
واذا كان الشغل ينتج عنه حركة تزداد سرعة الجسم .

8- اذا كان الشغل قيمة سالبة يسمى شغل معيق او شغل مقاوم
واذا كان الشغل ينتج عنه حركة تقل سرعة الجسم .

مثال - صندوق خشبي موضوع علي مستوي افقي ينزلق مسافة 5 m بالاتجاه الموجب للمحور الأفقي أحسب الشغل الناتج عن كل من القوي التالية وحدد اذا كان الشغل منتج ام مقاوم .
1- قوة $F_1 = 10 \text{ N}$ منتظمة تصنع زاوية مقدارها 45° مع المحور الأفقي كما بالرسم .



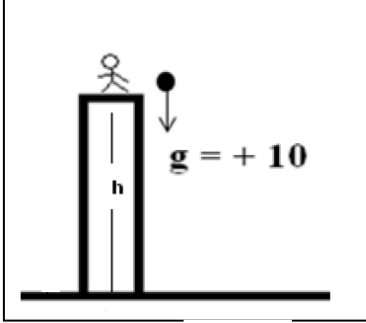
2- قوة $F_2 = 15 \text{ N}$ منتظمة تصنع زاوية مقدارها 120° مع المحور الأفقي كما بالرسم .



مثال $\frac{1}{20}$ الهامش : قوتان تعملان علي صندوق , وضع فوق سطح أفقي أملس لينزلق مسافة 2.5 m , F_1 قوة منتظمة مقدارها 10 N و تصنع زاوية مقدارها 30° , و F_2 مقدارها 7 N و تصنع زاوية 150° أحسب الشغل الناتج و حدد نوعه .

مثال $\frac{2}{20}$ الهامش : يدفع شخص عربة بقوة 45 N تصنع زاوية 40° مع المحور الأفقي أحسب الشغل الناتج عن القوة اذا دفعت العربة مسافة 15 m .

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

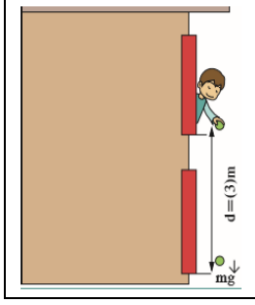


ملاحظات :

1- عندما يتحرك الجسم الي نقطة ادني من موضوعة

2- عندما يتحرك الجسم الي نقطة اعلي من موضوعة

مثال $\frac{1}{17}$: يحمل الولد في الشكل كرة كتلتها 1.5 Kg خارج نافذة غرفته التي ترتفع عن الأرض 6 m
أ- ما هو مقدار الشغل المبذول علي الكرة نتيجة أمسك الولد لها



ب- أفلت الولد الكرة لتسقط , ما هو مقدار الشغل الناتج عن قوة الجاذبية الأرضية اذا تحركت مسافة 3 m .

ج – ما هو مقدار الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك مع الهواء خلال سقوط الكرة 3 m علما ان مقدار قوة الاحتكاك 1 N .

د – أحسب الشغل الكلي المبذول علي الكرة نتيجة القوى المؤثرة فيها .

حالات ينعدم عندها مقدار قيمة الشغل :

1- اذا تحرك الجسم بسرعة منتظمة فان العجلة التي يتحرك بها تساوي صفر وبالتالي تصبح القوة المؤثرة علي الجسم مقدارها يساوي صفر (قوة متزنة) وبالتالي ينعدم قيمة الشغل .

2- اذا كانت الازاحة تساوي صفر , اذا اثرت القوة علي الجسم ولم تسبب له ازاحة .
مثلا عند دفع عامل لصندوق ضخم ولم يستع تحريكه
او عند حمل طالب لحقيبة مدرسية ثقيلة ولم يتحرك بها .

3- اذا تحرك الجسم علي مسار مغلق فان ازاحة الجسم تساوي صفر وبالتالي يصبح الشغل مساوي صفر .

4- اذا كانت الزاوية بين القوة والازاحة تساوي 90° يصبح الشغل مساوي صفر
مثلا الشغل المبذول من وزن سيارة عندما تتحرك علي مسار أفقي .
مثلا عند حمل الطالب لحقيبة ثقيلة والتحرك بها علي مسار أفقي فان الشغل المبذول من وزن السيارة يساوي صفر.

مثلا الشغل المبذول من قوة الجاذبية الأرضية علي قمر صناعي يدور حول الأرض

الشغل الناتج عن قوة منتظمة علي مسار منحنى .

عندما يتحرك جسم بتأثير قوة منتظمة من النقطة A الي النقطة B علي مسار منحنى كما بالشكل , فإن الشغل في هذه الحالة لا يتوقف علي المسار الذي سلكه الجسم .

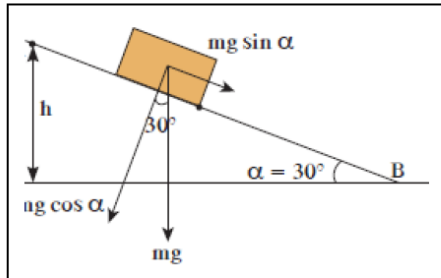
- عندما يتحرك جسم من النقطة A الموجودة علي ارتفاع h_A الي النقطة B الموجودة علي ارتفاع h_B , يمكن استنتاج قانون حساب الشغل الناتج عن وزن الجسم كما يلي :

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

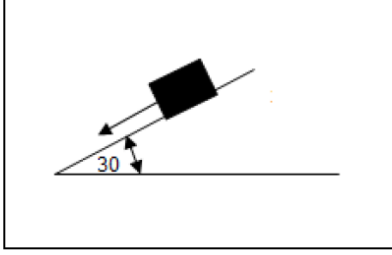
القوة الوحيدة المؤثرة على الجسم $= mg \sin \theta$

مثال $\frac{2}{19}$: وضع صندوق كتلته 100 g على مستوي أملس يميل بزاوية 30° أحسب الشغل

الناتج عن وزن الصندوق اذا تحرك على المستوي المائل
مسافة $AB = 50 \text{ cm}$



مثال : صندوق خشبي كتلته 8 Kg يتحرك على مستوي أملس يميل على الأفقي بزاوية مقدارها (30°) أحسب :
1- القوة التي تحرك الجسم

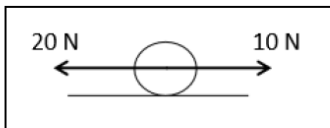


2- الشغل الناتج عن وزن الصندوق عندما يتحرك مسافة 3 m على المستوي المائل

محصلة الشغل لمجموعة من القوى المنتظمة :

يتطلب ذلك إيجاد محصلة القوى المؤثرة على الجسم ليكون الشغل مساويا لحاصل الضرب العددي لمحصلة القوى و الازاحة , أى :

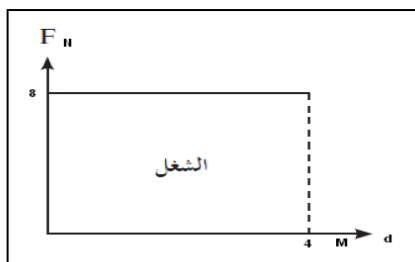
مثال : تحرك الجسم الموضح بالشكل ازاحة مقدارها 2 m شرقا , أحسب الشغل .



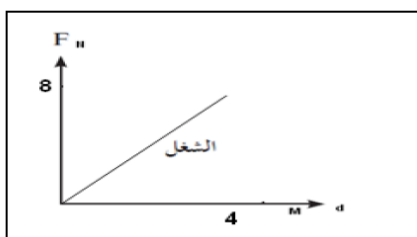
حساب الشغل بيانيا :

يمكن حساب الشغل بيانا عن طريق حساب المساحة تحت منحنى القوة و الازاحة .

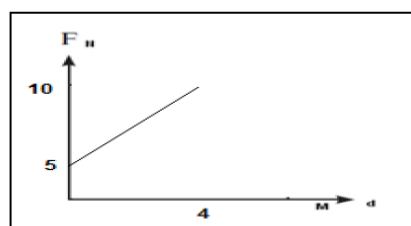
-1



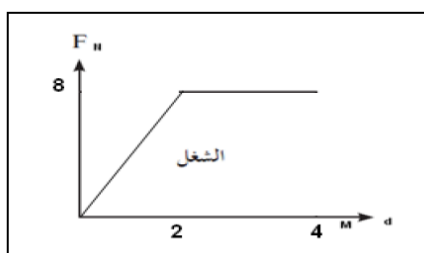
-2



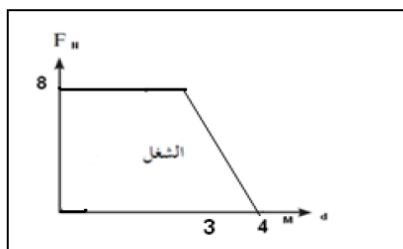
-3



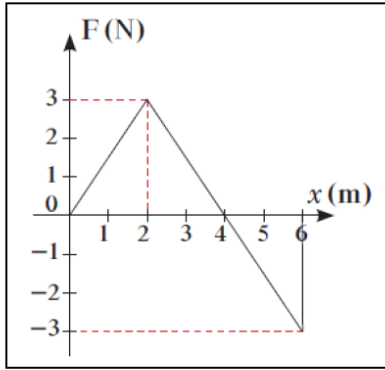
-4



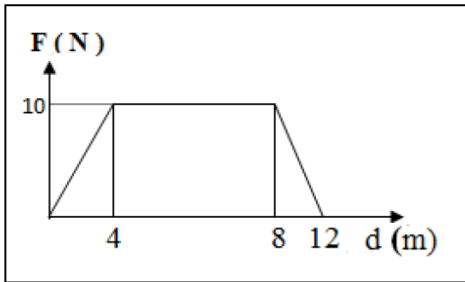
-5



مثال $\frac{6}{22}$: أحسب مقدار الشغل الناتج عن القوة المتغيرة , حين تتغير وفقا للرسم البياني التالي :



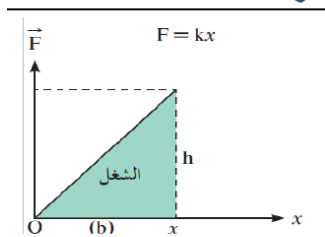
مثال : جهاز يؤثر في جسم بقوة أفقية ، يتغير مقدارها مع الإزاحة المقطوعة كما في الشكل المجاور والمطلوب : احسب الشغل الذي تنجزه القوة إذا تحرك الجسم أفقيا من $d = 0 \text{ m}$ إلى $d = 12 \text{ m}$



الشغل الناتج عن قوة متغيرة :

قانون هوك :

تتناسب قوة الشد المؤثرة في نابض طرديا مع مقدار الاستطالة الحادثة .



حساب الشغل الناتج عن قوة الشد في نابض :

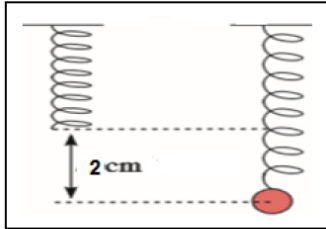
مثال $\frac{3}{22}$: زنبرك مثبت من أحد طرفيه ,ثابت مرونته يساوي 40 N/m ما هو مقدار الشغل الذي يجب بذله لجعله يستطيل 2 cm عن طوله الأصلي .

مثال $\frac{4}{22}$: اذا كان مقدار الشغل اللازم لجعل زنبرك يستطيل 8 cm عن طوله الأصلي 400 J أحسب مقدار ثابت مرونة الزنبرك

مثال $\frac{5}{22}$: زنبرك ضغط 2cm عن طوله الأصلي في مرحلة أولى , و ضغط 6 cm في مرحلة ثانية ماهو مقدار الشغل المبذول في عملية الضغط الثانية علما أن ثابت المرونة 100 N/m .

مثال : نابض مرن موضوع علي سطح أفقي أملس مثبت من أحد طرفيه في دعامة رأسية والطرف الآخر يرتبط به جسم أملس كتلته g (200) ، فإذا أثرت قوة مقدارها N (3) علي النابض فاستطال بمقدار 5) Cm (أحسب كل من : -
1 - ثابت النابض (k) .

2- مقدار الشغل .



مثال $\frac{3}{21}$: علقت كتلة مقدارها $m = 0.15 \text{ Kg}$ بالطرف الحر لزنبرك معلق رأسيا كما بالشكل , أحسب مقدار الشغل المبذول لأستطالة الزنبرك مسافة 4.6 cm .

قيمة (θ)	$\theta = 0$	$0 < \theta < 90$	$\theta = 90$	$90 < \theta < 180$	$\theta = 180$
رسم متجهي القوة والإزاحة					
قيمة $(\cos \theta)$	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

علل لما يأتي :

1- الشغل كمية عددية .

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = Fd \cos \theta \quad \text{لأنه حاصل الضرب العددي لتجهي القوة والإزاحة}$$

2- شغل قوة الاحتكاك يكون دائماً سالب .

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

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

$$W = Fd \cos \theta = 0 \quad \text{لأن الإزاحة تساوي صفر}$$

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

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

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

$$W = Fd \cos \theta = 0 \quad \text{لأن الإزاحة تساوي صفر}$$

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

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

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

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

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

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

حركة الجسم	إلي نقطة أدنى من موقعه الابتدائي	إلي نقطة علي نفس مستوي موقعه الابتدائي	إلي نقطة أعلى من موقعه الابتدائي
نوع الشغل الناتج عن الوزن	موجب	صفر	سالب
قانون الشغل الناتج عن الوزن	$W_w = mgh$	$W_w = 0$	$W_w = -mgh$

علل لما يأتي :

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

$$W = mgh = 0 \quad \text{لأن الإزاحة الرأسية (h = 0) تساوي صفر}$$

ماذا يحدث :

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

يزداد الشغل المبذول إلى أربعة أمثال

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

يقل الشغل المبذول إلى الربع

الوحدة الأولى : الحركة

الفصل الأول : الطاقة

الدرس 1 - 2 : الشغل و الطاقةالطاقة

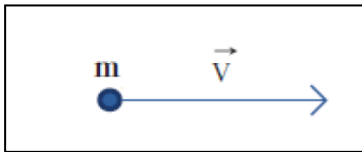
المقدرة علي انجاز شغل.

الطاقة الحركية : $K.E$

شغل ينجزه الجسم بسبب حركته .

س : اذكر العوامل التي يتوقف عليها الطاقة الحركية ؟1- الكتلة
2- السرعة الخطية .س : ما المقصود ان الطاقة الحركية لجسم $= 100 \text{ J}$.اي ان الجسم يبذل شغل مقداره 100 J بسبب حركته .حالات حساب الطاقة الحركية :

1- الطاقة الحركية لكتلة نقطية :



العلاقة بين الشغل و الطاقة الحركية

استنتج العلاقة بين الشغل و الطاقة الحركية (قانون الطاقة الحركية)

مثال- سيارة كتلتها 2000 kg تسير بسرعة 5 m/s زاد سائقها من سرعتها لتصبح 20 m/s بعجلة مقدارها 10 m/s^2 . أحسب
أ - طاقة الحركة الابتدائية للسيارة.

ب - طاقة الحركة النهائية للسيارة .

ج - التغير في طاقة الحركة للسيارة (قيم أجابتك) (الشغل المبذول في تحريك السيارة) .

هـ - المسافة التي قطعتها السيارة .

مثال (1)

إستخدم قانون الطاقة الحركية لإيجاد سرعة كرة سقطت من سكون من ارتفاع 50cm عن سطح الأرض لحظة ارتطامها بالسطح. (أهمل الاحتكاك مع الهواء وإستخدم عجلة الجاذبية $g = 10\text{m/s}^2$)

1. انزلق جسم من سكون من النقطة A على المستوى المائل الأملس، زاوية ميله 30° مع المستوى الأفقي، ليصل إلى النقطة B حيث $AB = 2\text{m}$.
أحسب سرعة الجسم عند النقطة B مستخدماً قانون الطاقة الحركية، (علماً أن $g = 10\text{m/s}^2$).
الإجابة: $v_B = 4.47\text{m/s}$

2. قذف جسم كتلته $g(200)$ من النقطة A رأسياً إلى أعلى بسرعة ابتدائية $v_A = (20)m/s$ ليصل في غياب الاحتكاك إلى أقصى ارتفاع عند النقطة B.

(أ) أحسب الطاقة الحركية للجسم عند نقطة الانطلاق A.

(ب) أحسب الطاقة الحركية للجسم عند النقطة B.

(ج) أحسب المسافة التي قطعها الجسم في غياب الاحتكاك

الإجابات: (أ) $J(40)$

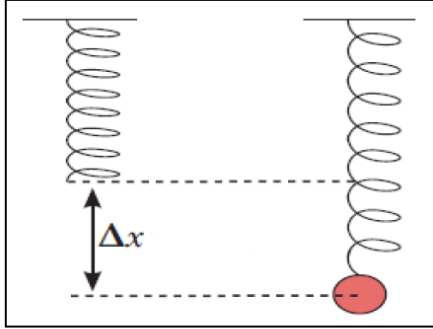
(ب) $J(0)$

(ج) $m(20)$

الطاقة الكامنة :

طاقة يختزنها الجسم وتسمح له بانجاز شغل للتخلص منها .

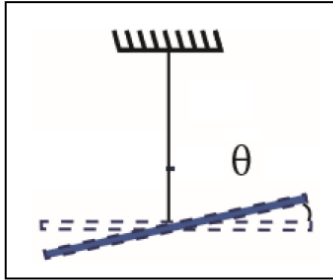
- توجد الطاقة الكامنة في الفحم الحجري و الغذاء و البطاريات الكهربائية .

الطاقة الكامنة المرنة في الزنبرك :

عند شد أو ضغط النابض فإنه يختزن طاقة كامنة مرونية
- تسمح هذه الطاقة للزنبرك بالعودة الى وضعه الأصلي
عند افلاته و يمكن حسابها من العلاقة التالية:

س : اذكر العوامل التي يتوقف عليها الطاقة الكامنة المرنة في زنبرك ؟

- 1- الابعاد الهندسية للنابض
- 2- نوع المادة
- 3- الاستطالة .

الطاقة الكامنة المرنة في الخيط المرن :

عند لي جسم مثبت في خيط مطاطي فإنه يختزن طاقة كامنة
- تسمح هذه الطاقة للخيط المرن بالعودة الى
وضعه الأصلي عند افلاته و يمكن حسابها من العلاقة التالية:

س : اذكر العوامل التي يتوقف عليها الطاقة الكامنة المرنة في خيط مرن ؟

- 1- طول الخيط
- 2- سمك الخيط
- 3- الخواص الميكانيكية للجسم المرن .

الطاقة الكامنة التثاقلية : (طاقة الوضع التثاقلية)

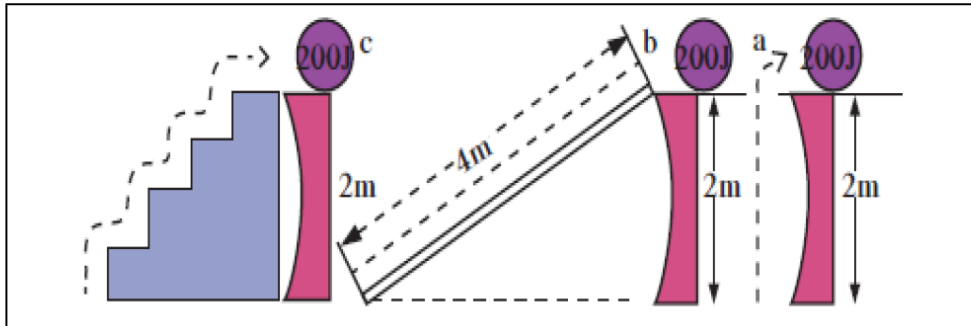
الشغل المبذول علي الجسم لرفعه الي نقطة ما .

المستوي المرجعي :

المستوي الذي نبدأ من عنده قياس الطاقة الكامنة .
المستوي الذي تكون عنده طاقة الوضع التثاقلية تساوي صفر .

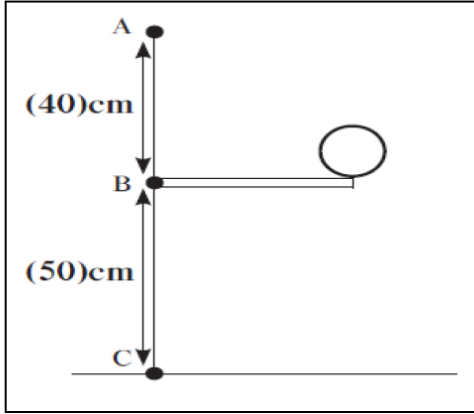
ملاحظات :

- 1- اختيار المستوي المرجعي هو اختياري بحت . من الممكن اخيار ارضية مختبر في الدور الثاني مستوي مرجعي
- 2- أشهر الامثلة علي الطاقة الكامنة التثاقلية مياه الشلالات , لذلك فهي تبذل شغل يمكنها من الهبوط.
- 3- الطاقة الكامنة التثاقلية لا ترتبط بكيفية الوصول الي الارتفاع ولكن بالمسافة الرأسية بين النقطة والمستوي المرجعي .

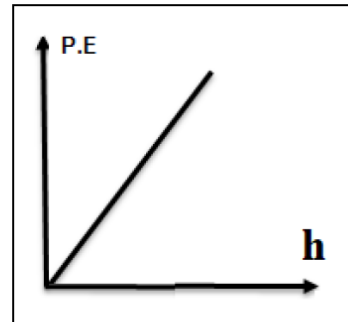
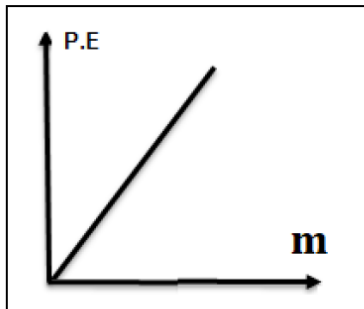


مثال $\frac{2}{30}$: كرة كتلتها 0.1 Kg , موضوعة علي المستوي الأفقي المار بالنقطة B , أحسب الطاقة الكامنة الثقالية للكرة بالنسبة للمستوي المرجعي B في الحالات التالية :

- 1- عند المستوي الأفقي المار بالنقطة B
- 2- عند المستوي الأفقي المار بالنقطة A الذي يرتفع 40 cm عن المستوي المرجعي
- 3- عند المستوي الأفقي المار بالنقطة C الذي ينخفض 50 cm عن المستوي المرجعي



العلاقات البيانية لقانون طاقة الوضع :

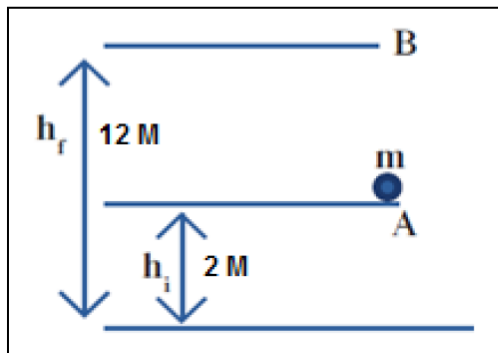


العلاقة بين الشغل و الطاقة الكامنة الثقالية .

الشغل هو منقوص التغير في الطاقة الكامنة الثقالية

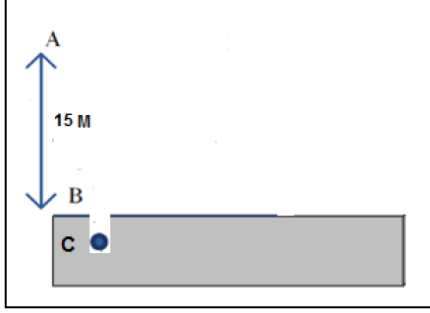
مثال $\frac{3}{31}$: كتلة مقدارها 5kg تم رفعها رأسياً من النقطة A إلى النقطة B , أحسب :

1- الطاقة الكامنة عند النقطة A و النقطة B.



2- التغير في طاقة الوضع التثاقلية خلال الأزاحة من A إلى B

3- الشغل المبذول من وزن الجسم خلال الأزاحة من A إلى B



مثال : كرة كتلتها 200 gm سقطت من النقطة A علي ارتفاع 15 m عن سطح أرض رخوة فغاصت بها مسافة 10 cm الي أن توقفت عن الحركة عند النقطة C , اذا اعتبرنا سطح الأرض الرخوة عند النقطة B هو المستوي المرجعي أحسب :

1- طاقة الحركة و طاقة الوضع الثقالية للكرة عند النقطة A .

2- طاقة الحركة و طاقة الوضع الثقالية للكرة عند النقطة B .

3- سرعة الكرة عند النقطة B .

4- طاقة الحركة و طاقة الوضع الثقالية للكرة عند النقطة C .

5- الشغل المبذول من وزن الكرة عندما تسقط من النقطة B الي النقطة C .

6- قوة الاحتكاك المعيقة لحركة الكرة اثناء غوصها في الأرض الرخوة .

ثانيًا – أحسب الطاقة الحركية لسيارة كتلتها 1500kg تتحرك على طريق أفقية بسرعة 72km/h .

ثالثًا – أحسب الطاقة الكامنة الثقالية لكرة صغيرة كتلتها 100g موجودة على ارتفاع 80cm عن سطح الأرض. استعمل عجلة الجاذبية الأرضية $g = 10\text{N/kg}$.

- رابعاً - تفاحة كتلتها $g(150)$ موجودة على غصن ارتفاعه $m(3)$ عن سطح الأرض الذي يُعتبر السطح المرجعي للطاقة الكامنة الثقالية.
- (أ) أحسب الطاقة الحركية للتفاحة أثناء وجودها على الغصن.
- (ب) أحسب الطاقة الكامنة الثقالية للتفاحة وهي معلقة على الغصن.
- (ج) استخدم قانون الطاقة الحركية لتجد سرعة التفاحة بعد سقوطها مسافة $m(2)$ من موضعها في غياب الاحتكاك مع الهواء.
- (د) أحسب الطاقة الميكانيكية للتفاحة عند وجودها على بُعد $m(2)$ أسفل موضعها الابتدائي.
- (هـ) أحسب مقدار الطاقة الحركية للتفاحة لحظة اصطدامها بالأرض في غياب الاحتكاك مع الهواء.

الطاقة الميكانيكية : M.E

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

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 .

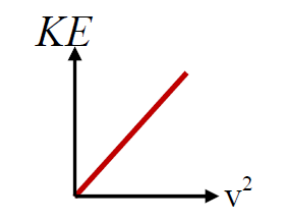
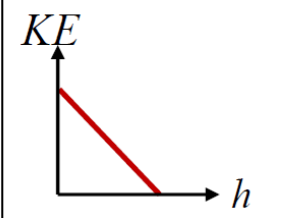
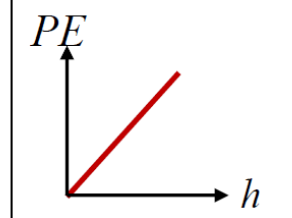
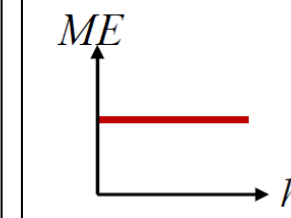
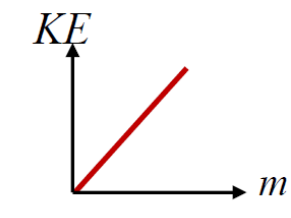
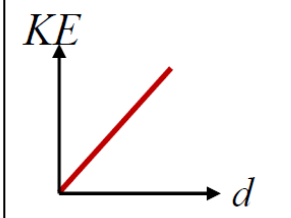
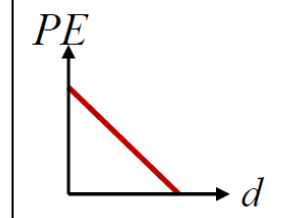
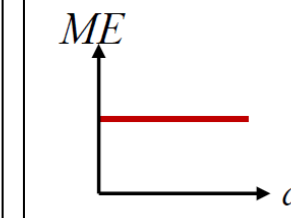
لأن الكرة في الحالة الأولى تمتلك طاقة حركية أكبر

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

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

2- يعود الزنبرك إلي وضعه الأصلي عند إفلاته

بسبب الشغل المبذول في الزنبرك يخزن علي شكل طاقة كامنة مرنة

			
الطاقة الحركية ومربع سرعة	الطاقة الحركية والارتفاع لجسم يقذف لأعلي	طاقة الوضع الثقالية والارتفاع لجسم يقذف لأعلي	الطاقة الميكانيكية والارتفاع لجسم يقذف لأعلي
			
الطاقة الحركية وكتلة الجسم	الطاقة الحركية والمسافة لجسم يسقط لأسفل من موضع السقوط	طاقة الوضع الثقالية والمسافة لجسم يسقط لأسفل من موضع السقوط	الطاقة الميكانيكية والمسافة لجسم يسقط لأسفل من موضع السقوط

الوحدة الأولى : الحركة

الفصل الأول : الطاقة

الدرس 1 - 3 : حفظ (بقاء) الطاقة

الطاقة الميكانيكية الماكروسكوبية :الجسم الماكروسكوبي :

الجسم الذي يملك ابعاد يمكن رؤيتها بالعين

الاجسام الميكروسكوبية :

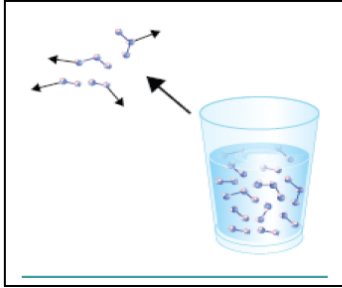
الاجسام التي لا تري بالعين المجردة .

الطاقة الميكانيكية الماكروسكوبية :

مجموع الطاقة الحركية و الطاقة الكامنة للجسم الماكروسكوبي .

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

$$M.E_{MACRO} = K.E_{MACRO} + P.E_{MACRO}$$

الطاقة الميكانيكية الميكروسكوبية : U

هي مجموع طاقة الوضع و طاقة الحركة لجسيمات النظام .
حيث يخزن كوب الماء الموضح بالشكل طاقة داخلية لان
جزيئاته تتحرك بسرعة وتزداد هذه السرعة بارتفاع
درجة حرارة الجسم .

كذلك تتغير الروابط بين الجزيئات عندما تتغير حالة المادة
كالانصهار او التجمد .

لذلك تسمى الطاقة التي تتبادلها جسيمات النظام و تؤدي الي تغيير حالته بتغير طاقة الربط
بين اجزاء بالطاقة الميكروسكوبية .

وبالتالي :

$$M.E_{micro} = K.E_{micro} + P.E_{micro} = U$$

- وسنطلق عليها لفظ الطاقة الداخلية لمنع الخلط بين ماكرو ومايكرو

حفظ (بقاء) الطاقة الكلية :

الطاقة الكلية E :

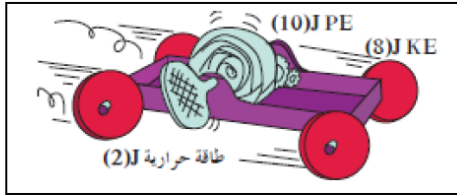
هي مجموع الطاقة الداخلية U والطاقة الميكانيكية ME .

العالم هرمان هلمهولتز : الطبيعة تحتوي علي مصادر للطاقة لايمكن بأي طريقة ان تزيد او تنقص .

قانون بقاء الطاقة :

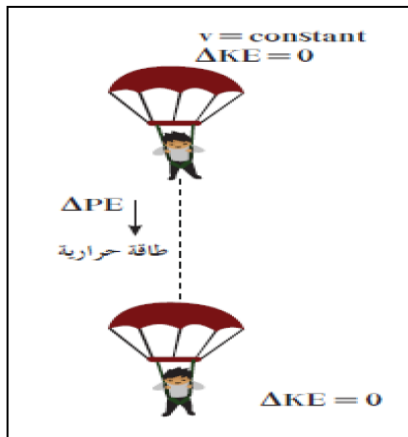
الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من عدم , ويمكن داخل أي نظام معزول أن تتحول من شكل الي اخر , فالطاقة الكلية للنظام ثابتة لا تتغير .

أمثلة علي بقاء الطاقة :



1- في الشكل المقابل عند لف الزنبرك للعبة السيارة نجد أن جزء من الطاقة الكامنة المرنة يتحول الي طاقة حركية والجزء الباقي الي طاقة حرارية نتيجة الاحتكاك .

وبالتالي فان الطاقة الكلية للنظام (السيارة و الأرض و الهواء المحيط) لم تتغير .



2- اذا اخذنا نظام معزول مؤلف من مظلي و الارض والهواء المحيط . المظلي الذي يهبط باستخدام المظلة يصل الي سرعة حدية ثابتة وبالتالي لا تتغير طاقة حركته بينما تتناقص طاقة الوضع الثقالية وتتحول الي طاقة حرارية تسبب ارتفاع درجة حرارة الهواء المحيط و المظلة

قبل بلوغ السرعة الحديةبعد بلوغ السرعة الحديةقارن

نظام معزول مكون من (مظلي وارض وهواء) يوجد احتكاك أثناء السقوط	نظام معزول مكون من (مظلي – ارض) عديم الاحتكاك 6اثناء السقوط	
		الطاقة الكلية
		الطاقة الكامنة الثقالية
		الطاقة الحركية
		الطاقة الميكانيكية
		الطاقة الداخلية
		القانون

حفظ الطاقة في نظام معزول :



الطاقة الميكانيكية محفوظة وبالتالي $\Delta E = \text{ZERO}$, وبإهمال الاحتكاك دائما فإن الطاقة الداخلية للنظام لا تتغير $\Delta U = \text{ZERO}$ و وهذا يعني ان :

الطاقة الميكانيكية للنظام ثابتة لا تتغير بإهمال قوي الاحتكاك مع الهواء .

$$\Delta E = \Delta M.E + \Delta U$$

في الأنظمة المعزولة عندما تكون الطاقة الميكانيكية محفوظة يكون التغير في الطاقة الكامنة (طاقة الوضع) مساوي لمعكوس التغير في الطاقة الحركية

أي ان في الانظمة المعزولة تكون الطاقة الميكانيكية محفوظة (ثابتة) عند جميع النقاط ولا تتغير بتغير موضع الجسم .

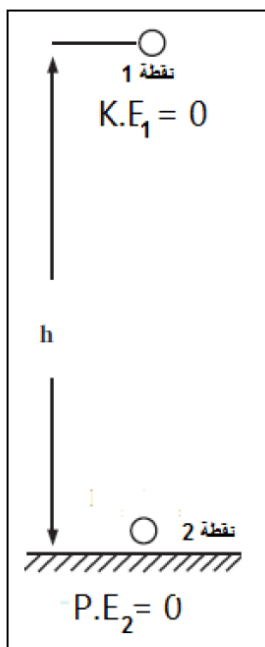
- ينطبق ذلك علي العديد من الحالات كما يلي :

حالة (1):

عندما يتحرك الجسم من النقطة 1 (أقصى ارتفاع) الي النقطة 2 (المستوي المرجعي):
 $M.E_1 = M.E_2$

عند أقصى ارتفاع : (النقطة 1)

- الجسم يتحرك من السكون



عند سطح الارض (المستوي المرجعي) (النقطة 2)

ومن قانون حفظ الطاقة في الانظمة المعزولة نجد أن :

مثال - جسم كتلته $kg (30)$ موجود على سطح مبنى ارتفاعها $m (20)$ فإذا سقط سقوطاً حراً
أحسب كل من:
أ - طاقة الوضع الثقالية للجسم قبل سقوطها

ب - الطاقة الميكانيكية للجسم قبل سقوطه

ج - طاقة حركة الجسم عندما يصل لسطح الأرض .

د - سرعة الجسم عند لحظة وصوله لسطح الأرض .

و - الشغل الذي يبذله الجسم نتيجة سقوطه

هـ - الارتفاع الذي تصبح عنده سرعة الجسم تساوي 10 m/s

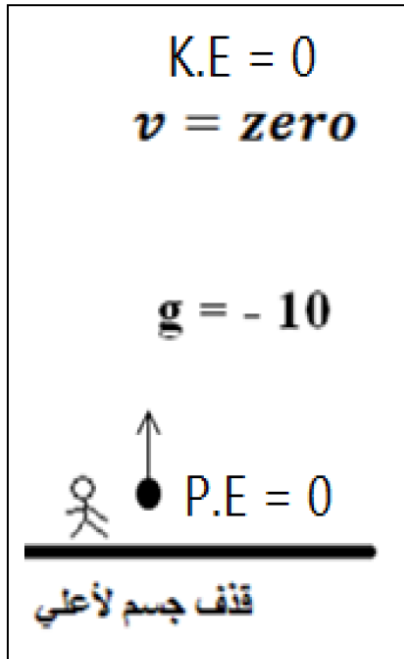
ز- سرعة الجسم عند ارتفاع 10 m من سطح الأرض .

حالة (2) عند قذف الجسم لأعلى :عند نقطة القذف :

وبالتالي :

عند أقصى ارتفاع :

وبالتالي



ملاحظة : عند حساب قيمة الشغل تكون عجلة الجاذبية الأرضية سالبة .

- مثال $\frac{1}{42}$ الهامش : كتلة نقطية مقدارها 10 g أطلقت رأسياً لأعلى من النقطة O , بسرعة ابتدائية مقدارها 10 m/s , أهمل احتكاك الهواء , أحسب :
- 1- الطاقة الميكانيكية للكتلة عند النقطة O , علماً أن النقطة O تمثل المستوي المرجعي .
 - 2- الطاقة الميكانيكية عند أعلى نقطة تصل إليها الكرة 3- أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة

استنتج ان الطاقة الميكانيكية للبندول البسيط تعطى من العلاقة

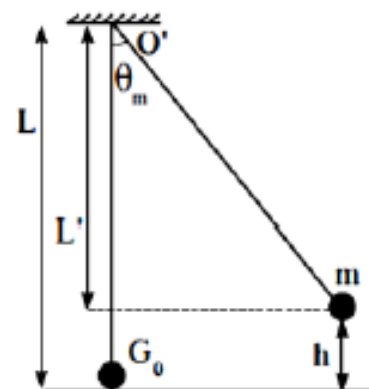
$$PE = mgh$$

$$h = L - L'$$

$$L' = L \cos \theta_m$$

$$h = L - L \cos \theta_m$$

$$h = L(1 - \cos \theta_m)$$



1 - البندول في هذه الحالة () طاقة الحركة = ... ولذلك تكون الطاقة الميكانيكية للنظام

2- بعد أفلات البندول من السكون ، وفي أي لحظة من نقطة الإفلات

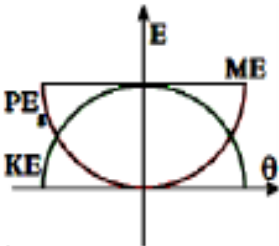
والنقطة يكتسب البندول البسيط طاقة ويخسر جزءا من طاقة وعلى نكتب الطاقة الميكانيكية هذه اللحظة



3- وعندما يصل البندول الى النقطة تصبح طاقة وضعة التناقلية = ... وتصبح طاقة الحركة قيمة وتساوى

ان غياب الاحتكاك مع الهواء يجعل الطاقة الميكانيكية للنظام محفوظة أي ان

.....



فيزياء ثاني عشر – الكتاب الاول

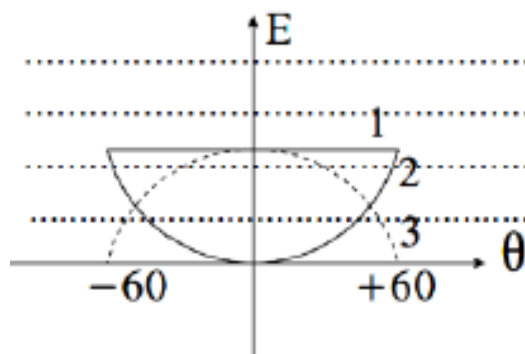
1 - تبادل الطاقة الحركية وطاقة الوضع التناظرية بغياب الاحتكاك بدلالة تغير الزاوية ()

2- في غياب الاحتكاك يكون

1- الطاقة الكلية للنظام
2- الطاقة الميكانيكية للنظام
3- الطاقة الداخلية

* مسألة 6 ص 43 : بندول بسيط كتلته $m = 200\text{g}$ طول خيطه $L = 1\text{m}$ ازيح بزاوية $\theta_m = 60^\circ$ وافلت من السكون .

((حدد أي نوع من الطاقة يمثلها كل من الرسوم البيانية الثلاثة معطلا اجابتك ؟



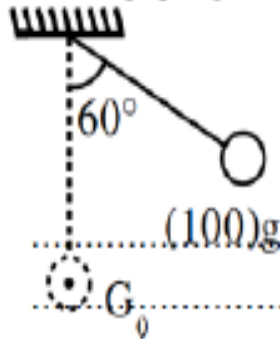
((استنتج مقدار الطاقة الميكانيكية للنظام .

((اكتب بالنسبة للزاوية θ الصيغة الرياضية للطاقة الكامنة الثقالية ؟

((اكتب بالنسبة للزاوية θ الصيغة الرياضية لطاقة الحركة ؟

((استنتج رياضيا الزاوية التي تتساوى عندها الطاقة الحركية والطاقة الكامنة الثقالية ؟

** مسألة 1 ص 64 : بندول بسيط مؤلف من كتلة نقطية $m = 100g$ مربوط بخيط عديم الوزن لا يتمدد طوله $40cm$ سحبت الكتلة مع ابقاء الخيط مشدود من وضع الاتزان العمودي بزاوية 60° وافتتت من دون سرعة ابتدائية لتتهتز في غياب الاحتكاك مع الهواء فلنعتبر المستوى الافقي المار بمركز كتلة كرة البندول عند حالة اتزان G_0 ليكون المستوى المرجعي .



((احسب الطاقة الميكانيكية للنظام .

((ب) استنتج سرعة الكتلة لحظة مرورها بالنقطة G_0

((ج) احسب مقدار الزاوية عندما تتساوى طاقة الكامنة الثقالية وطاقة الحركة .

مثال - قذف حجر كتلته 2 Kg بسرعة 16 m/s رأسياً إلى أعلى أعتبر ان نقطة القذف هي المستوي المرجعي ثم احسب كل من:
أ - طاقة حركة الحجر لحظة قذفه

ب- الطاقة الميكانيكية للنظام.

ج- طاقة وضع الحجر عندما أقصى ارتفاع يصل إليه .

د- أقصى ارتفاع وصل إليه الحجر.

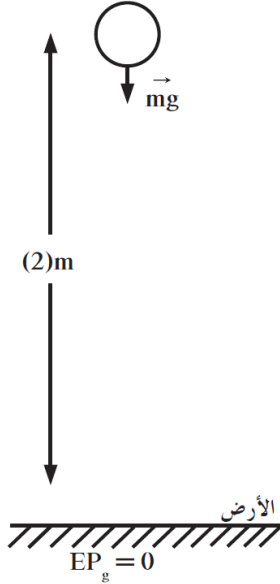
هـ- الشغل الذي بذلته قوة جذب الأرض .

و- الارتفاع التي يتساوي عندها طاقتي الوضع و الحركة .

هـ - السرعة التي يتساوي عندها طاقتي الوضع و الحركة .

مثال (1)

كرة موجودة على ارتفاع 2m من سطح الأرض الذي يُعتبر مستوى مرجعياً سقطت من سكون في غياب الاحتكاك لتتصادم بالأرض (شكل 36). استخدم قانون حفظ (بقاء) الطاقة الميكانيكية لحساب سرعة الكرة لحظة الاصطدام علماً أن عجلة الجاذبية الأرضية $g = 10\text{N/kg}$.

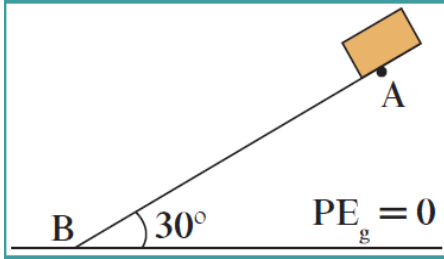


مسألة مع إجابة

1. ما مقدار الطاقة الكامنة الثقالية لحجر وزنه 8N وُضع على ارتفاع 6m عن سطح الأرض؟ وما مقدار الطاقة التي يفقدها الجسم عندما يُصبح على ارتفاع 4.5m عن سطح الأرض؟
الإجابة: 48J ، -12J

مثال (2)

صندوق صغير كتلته $m = 100\text{g}$ أُفِلت من سكون من النقطة A على المستوى المائل الخشن $AB = 4\text{m}$ الذي يصنع زاوية ميل α مع المستوى الأفقي مقدارها 30° كما في الشكل (37).
أحسب مقدار قوّة الاحتكاك على المستوى المائل إذا ما وصل الصندوق إلى النقطة B عند نهاية المستوى المائل بسرعة مقدارها $v_B = 6\text{m/s}$. اعتبر أن قوّة الاحتكاك قوّة ثابتة وأن $g = 10\text{N/kg}$



1. أحسب سرعة انطلاق جسم

كتلته $g(50)$ موضوع على
سطح أملس ملاصق للزنبرك
موضوع أفقيًا على السطح
نفسه بحيث تساوي الطاقة
الكامنة الثقالية صفرًا،
ومضغوط عن طوله الأصلي
بإزاحة قدرها $cm(20)$ ، علمًا
أن ثابت المرونة للزنبرك
يساوي $k = (100)N/m$.

الإجابة: $(8.94)m/s$

2. أكتب معادلة تعبر عن الطاقة

الكلية للنظام في الحالتين
التاليتين:

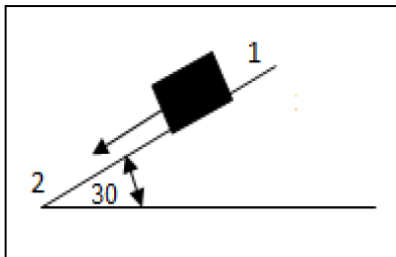
(أ) طاقة داخلية ثابتة وطاقة
ميكانيكية متغيرة.

(ب) طاقة داخلية متغيرة وطاقة
ميكانيكية ثابتة.

الإجابة: (أ) $\Delta E_T = \Delta ME$

(ب) $\Delta E_T = \Delta U$

مثال : صندوق خشبي كتلته 10 Kg أنزل من سكون من النقطة (1) على مستوي أملس طوله 5 m يميل على المستوي المرجعي بزاوية مقدارها (30°) حتي وصل الي المستوي المرجعي عن النقطة (2) أحسب :
أ- الطاقة الميكانيكية للنظام



ب- طاقة حركة الكرة أسفل المستوي المائل .

ج- ارتفاع المستوي الذي تكون عنده سرعة الجسم تساوي 5 m/s .

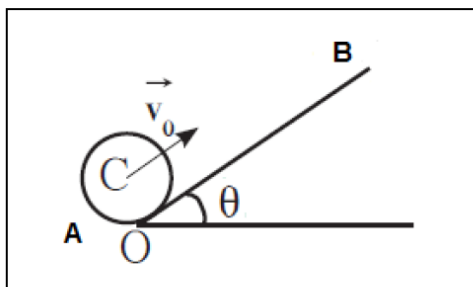
د- سرعة الكرة علي ارتفاع 2 m من المستوي المرجعي .

هـ - الارتفاع الذي يتساوي عنده طاقتي الوضع و الحركة .

و - سرعة الجسم عند الموضع الذي يتساوي فيه طاقتي الوضع و الحركة

مثال : جسم كتلته 100 g موضوع أسفل مستوي مائل كما بالشكل . اذا اعتبرنا سطح المستوي المائل هو المستوي المرجعي . اذا اطلق الجسم لأعلي من النقطة A بسرعة ابتدائية 10 m/s . أحسب

أ- الطاقة الميكانيكية للجسم .



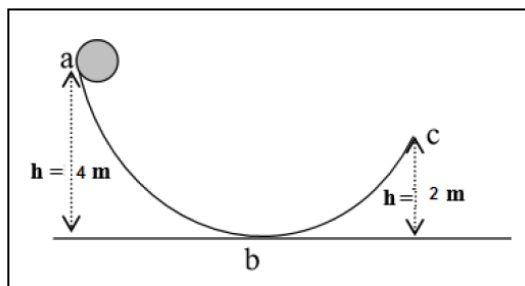
ب- أقصى ارتفاع يصل اليه الجسم .

ج – ارتفاع الجسم الذي يجعل سرعته 5 m/s

د- الارتفاع الذي يتساوي عنده طاقتي الوضع والحركة .

هـ - سرعة الجسم عند الموضع الذي يتساوي فيه طاقتي الوضع و الحركة

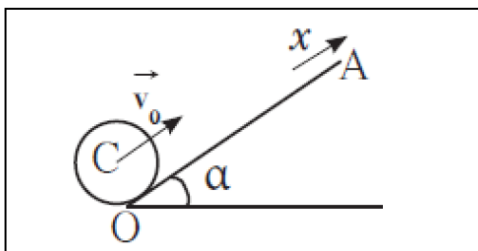
مثال : كرة وزنها 200 N تنزل من النقطة a على المسار الأملس abc الموضح بالشكل , إذا علمت ان النقطة b تمثل المستوي المرجعي أحسب :1- طاقة وضع الكرة عند النقطة a .



2- الطاقة الميكانيكية للكرة عند النقطة a .

2- سرعة الكرة عند النقطة b .

3- سرعة الكرة عند النقطة c .

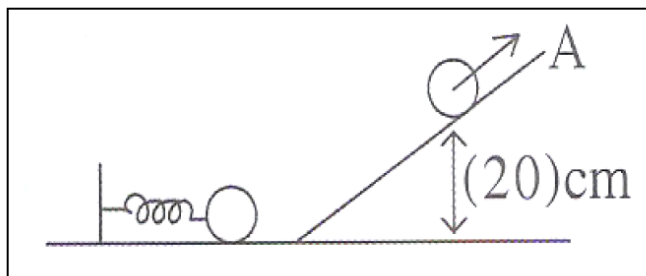


مثال $\frac{5}{42}$: الجسم الموضح بالشكل كتلته 200 gm
يتحرك دون احتكاك على المستوي المائل الأملس
الذي يصنع زاوية 30° , أطلق الجسم من النقطة O
بسرعة ابتدائية مقدارها 4 m/s و استخدم المستوي
المرار بالنقطة O كمستوي مرجعي
1- أحسب الطاقة الميكانيكية للنظام

ب- أوجد صيغة رياضية لطاقة الجسم الكامنة التثاقلية بدلالة البعد x .

ج – أحسب ارتفاع الجسم عندما تكون سرعته 1 m/s .

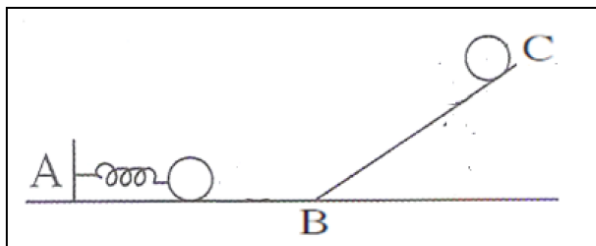
د – أحسب أقصى ارتفاع تصل اليه الكرة .



مثال $\frac{6}{47}$: لاطلاق جسم كتلته 200gm وضع الجسم امام زنبرك طوله الحقيقي 25 cm قبل اطلاق الجسم تم ضغطه حتي أصبح طوله 20 cm وصل الجسم بعد الاطلاق الي النقطة A علي المستوي الأملس المائل التي تقع علي ارتفاع 20 cm , من المستوي الأفقي بسرعة $V_A = 1 \text{ m/s}$, أحسب :
أ- ثابت مرونة الزنبرك

ب- اقصي ارتفاع عن المستوي الأفقي يمكن ان تبلغه الكتلة

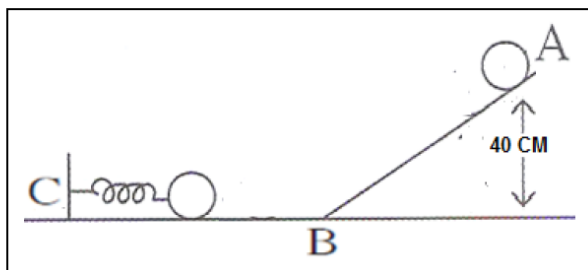
مثال : نابض طوله 100 cm ضغط حتي أصبح طوله 50 cm عند النقطة A ووضع امامه جسم كتلته 2Kg , اذا كان ثابت مرونة النابض يساوي 200 N/M , و تحرك الجسم علي المسار الاملس ABC أحسب :



1- سرعة الجسم عند النقطة B .

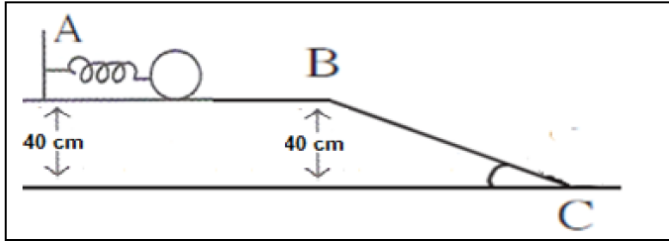
2- اقصي ارتفاع يصل اليه الجسم عند النقطة C .

مثال: جسم كتلته 2 Kg انزلق من سكون من النقطة A علي ارتفاع 40 cm أعلي المستوي المرجعي ليتحرك علي المسار الاملس ABC ليصطدم عند النقطة C بالنابض , اذا كان ثابت النابض يساوي 200 N/m , أحسب
1- سرعة الجسم عند النقطة B .



2- مقدار الانضغاط الحادث في النابض بفرض عدم حدوث فقد في الطاقة .

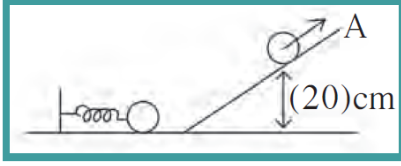
مثال : نابض ثابت مرونته 200 N/m موضوع علي مستوي أملس أفقي أملس AB اذا ضغط بمقدار 50 cm عند النقطة A ثم وضع امامه جسم كتلته 2 kg ليتحرك الجسم علي المستوي الافقي الذي ارتفاعه 40 cm أحسب سرعة الجسم عند النقطة B .



ب- اذا تحرك الجسم ليصل الي النقطة C والتي تمثل المستوي المرجعي و تحركت علي المستوي الاملس المائل BC أحسب سرعة الجسم عند النقطة C .

3. استخدم قانون الطاقة الحركية لحساب مقدار القوة المنتظمة التي جعلت كتلة مقدارها $(0.5) \text{ kg}$ تنطلق من سكون لتصل إلى سرعة $(60) \text{ m/s}$ بعد إزاحة مقدارها $(100) \text{ m}$ على سطح خشن حيث قوة الاحتكاك ثابتة وتساوي $(93) \text{ N}$.

6. لإطلاق جسم كتلته $(200) \text{ g}$ على المستوى المائل، استخدمنا الجهاز في الشكل (45). يبلغ طول الزنبرك الحقيقي $L_0 = (25) \text{ cm}$. قبل إطلاق الجسم، تم ضغطه حتى أصبح طوله $L = (20) \text{ cm}$. وصل الجسم، بعد الإطلاق، إلى النقطة A على المستوى المائل الأملس التي تقع على ارتفاع $h = (20) \text{ cm}$ من المستوى الأفقي بسرعة $v_A = (1) \text{ m/s}$.
- (أ) أحسب ثابت مرونة الزنبرك.
- (ب) استنتج مقدار أقصى ارتفاع عن المستوى الأفقي الذي يمكن أن تبلغه الكتلة.



(شكا 45)

عدم حفظ الطاقة الميكانيكية في نظام معزول :

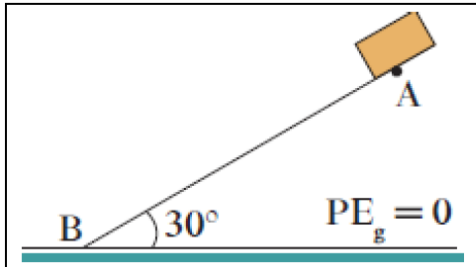
التغير في الطاقة الكلية للنظام يكون نتيجة التغير في الطاقة الداخلية أو الميكانيكية أو الاثنين معا .

∠

ومع حفظ الطاقة في النظام المعزول يصبح $\Delta E = \text{ZERO}$ وبالتالي :

وبما أن الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك يتحول الي طاقة داخلية , تعمل علي تغير درجة حرارته أو تغير حالته الفيزيائية أو الاثنين معا .

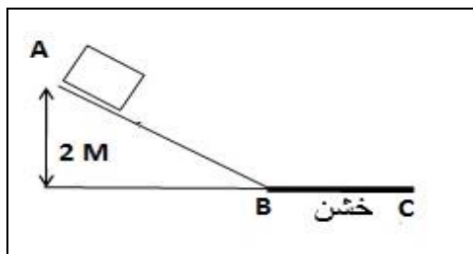
مثال $\frac{2}{40}$ صندوق صغير كتلته $m = 100 \text{ gm}$, أفلت من سكون من النقطة A , علي المستوي المائل الخشن , طول المسار AB يساوي 4 m , و يصنع زاوية مقدارها 30° , اذا وصل الصندوق الي النقطة B بسرعة $V_B = 6 \text{ m/s}$ أحسب مقدار قوة الاحتكاك علي المستوي المائل



h
h
h

مثال : الشكل المقابل يوضح جسم كتلته 5kg موضوع اعلي مستوي مائل أملس , تحرك الجسم من السكون من النقطة A التي ترتفع عن الارض بمقدار 2 m لتصل الي النقطة رقم B , ثم تحركت علي المستوي الخشن لتتوقف عن الحركة عند النقطة C و المطلوب أحسب :

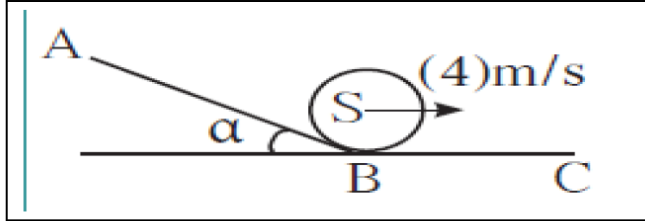
1- الطاقة الميكانيكية للجسم عند النقطة A



2- سرعة الجسم عند النقطة B .

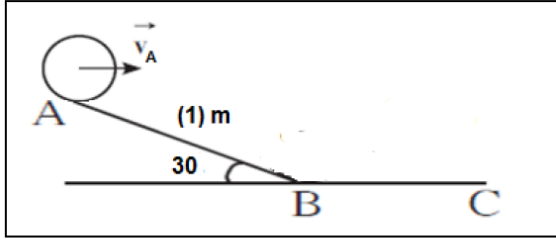
3- اذا كان طول المسار (BC) 1m أحسب مقدار قوة الاحتكاك .

مثال $\frac{4}{42}$ أفلت الجسم S و كتلته 100 gm , من النقطة A علي المسار ABC , المستوي AB مائل أملس يصنع زاوية 30° في حين المستوي الأفقي BC خشن و قوة الاحتكاك ثابتة و تساوي $f = 0.1 \text{ N}$, اذا كانت سرعة الجسم لحظة مروره بالنقطة B تساوي 4 m/s , أحسب : 1- طول الجزء AB



2- اذا أكمل الجسم مساره علي المسار BC ليتوقف عند النقطة C أحسب طول المسار BC

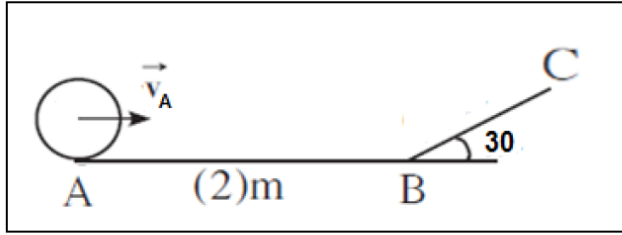
مثال : جسم كتلته 2 kg موضوع اعلي المستوي الخشن AB المائل بزاوية 30° عند النقطة A انزلق من سكون علي المسار AB , اذا علمت ان طول المسار AB يساوي 30 cm و أن قوة الاحتكاك علي المسار ABC منتظمة و تساوي 0.5 N
 أ- أحسب سرعة الجسم عند النقطة B



1
1

ب- اذا أكمل الجسم مساره علي المستوي الخشن BC ليتوقف عند النقطة C , أحسب طول المسار BC .

مثال : جسم كتلته 2 kg انطلق من النقطة A بسرعة مقدارها 5 m/s علي المسار AB الخشن و طوله يساوي 2 m , بفرض أن قوة الاحتكاك علي طول المسار AB ثابتة و تساوي 0.5 N .



أ- أحسب سرعة الجسم عند النقطة B

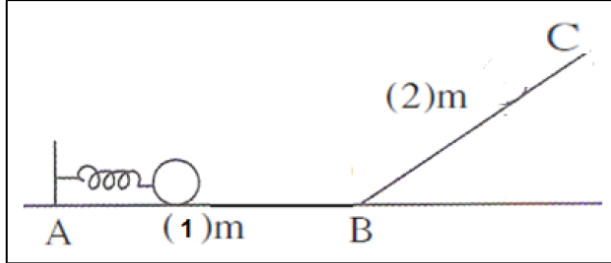
Δ
M
[
I
:
[
N

ب- اذا أكمل الجسم حركته علي المستوي الاملس BC والذي يميل بزاوية مقدارها 30° ليتوقف عن الحركة عند النقطة C أحسب طول المسار BC .

مثال : نابض طوله 75 cm ثابت مرونته 900 N/m , ضغط حتي أصبح طوله 25cm ثم وضع امامه جسم كتلته 5 Kg عند النقطة A لينطلق الجسم علي المسار الخشن ABC , إذا كان طول المسار AB يساوي 1 M و المسار BC يساوي 2 m وذلك بفرض أن قوة الاحتكاك ثابتة علي المسار ABC الخشن

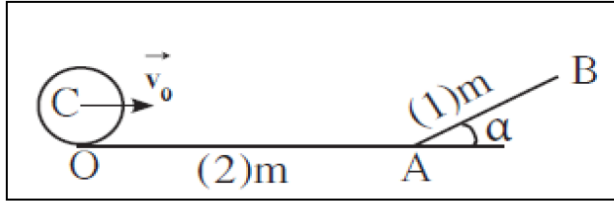
و تساوي 0.5 N .

أ- أحسب سرعة الجسم عند النقطة B



Δx

ب- إذا أكمل الجسم حركته علي المستوي المائل BC حتي توقف عند النقطة C أحسب ارتفاع النقطة C .

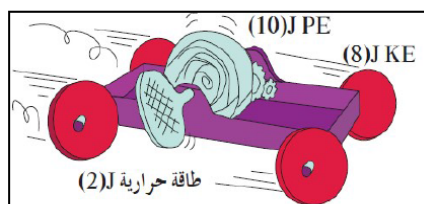


مثال $\frac{3}{42}$: الجسم C كتلته 0.1 kg يستطيع ان يتحرك علي المستوي الخشن حيث قوة الاحتكاك ثابتة و تساوي 0.5 N , علي المسار OAB , المسار OA = 2 m

و AB = 1 m و مائل بزاوية 30° علي المستوي الأفقي , أطلق الجسم بسرعة ابتدائية V_0 من النقطة A , و اعتبر المستوي OA هو المستوي المرجعي , أوجد :
أ- أوجد علاقة بين السرعة الابتدائية V_0 و سرعة الجسم V_A عند النقطة A

ب- أحسب السرعة الابتدائية للجسم V_0 , اذا بلغت سرعة الجسم عند النقطة B $V_B = 1 \text{ m/s}$

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 .

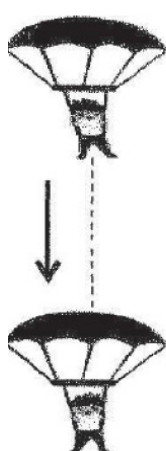
لأنه نظام لا تتبادل فيه الطاقة مع الوسط المحيط

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

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

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

لأن الطاقة الكامنة الثقالية تتحول إلى طاقة حركية وجزء منها يتحول إلى طاقة حرارية بسبب الاحتكاك



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

لأن الطاقة الكامنة الثقالية تتحول إلى طاقة حركية وجزء منها يتحول إلى طاقة حرارية بسبب الاحتكاك

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

لأن الطاقة الكامنة الثقالية تتحول إلى 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 الثقالية إلى 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)	$W_w = \pm m g h$ $W_f = 0$ $W_T = W_w$	$W_w = \pm m g h$ $W_f = - f d$ $W_T = W_w + W_f$

الوحدة الأولى : الحركة

الفصل الثاني : كمية الحركة الخطية

الدرس 1-2: عزم القوة

عزم القوة (عزم الدوران) : τ

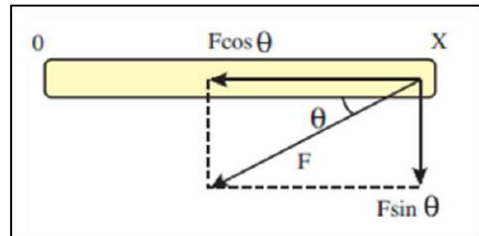
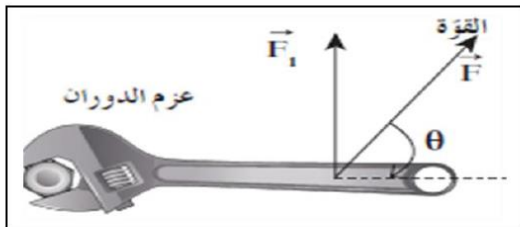
كمية فيزيائية تعبر عن مقدرة القوة علي أحداث حركة دورانية للجسم حول محور الدوران .

- عندما تؤثر القوة علي صنبور أو عند فتح الباب او ربط صامولة فأن المسبب لدوران الجسم هو عزم القوة و ليس القوة .
- القوة تكسب الجسم تسارع اما عزم القوة يكسب الجسم دوران .

ذراع القوة : المسافة من محور الدوران الي نقطة تأثير القوة .

ملاحظات

- 1- يقاس عزم القوة بوحد N.m وهي لا تكافئ وحدة الجول
- 2- عندما تؤثر علي الجسم قوة بزاوية تميل علي محور الدوران فأن مركبة القوة العمودية فقط هي التي تسهم في عمل القوة



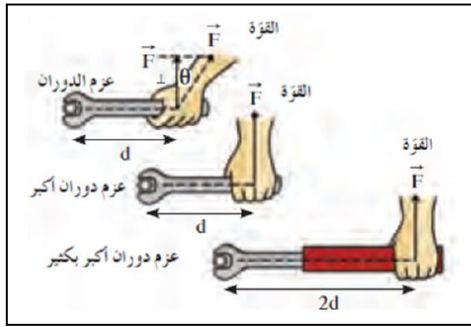
- وعند التأثير علي الجسم بزاوية فأنا نتعامل فقط مع المركبة العمودية وبالتالي تتحول معادلة حساب العزم كما يلي :

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

درجة θ الزاوية بين القوة و محور الدوران $\Rightarrow$

3- يزداد مقدار عزم القوة بزيادة مقدار القوة المؤثرة .

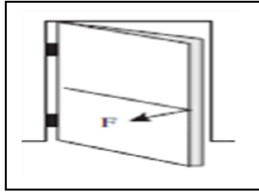
4- يزداد مقدار عزم القوة بزيادة ذراع العزم (ذراع القوة)



5- عند استخدامنا لمفتاح ربط كما بالشكل , فإن
- استخدام مفتاح الربط الطويل يؤدي الي بذل
جهد أقل و عزم أكبر و يفتح البرغي بسهولة
- استخدام قوة عمودية تؤدي الي عزم أكبر
وبالتالي يسهل فتح البرغي



6- عند استخدام مطرقة لسحب مسمار فإن
بزيادة ذراع المطرقة يسهل انتزاع المسمار



7- يوضع مقبض الباب بعيدا عن محور
دوران الباب ليمدنا بأكثر عزم للقوة
و يسهل فتح الباب .

- كذلك عن دفع الباب فاننا لا ندفع المقبض جانبا بل يتم الدفع بصورة عمودية لان
القوة العمودية تعطي عزم أقوى . (دوران أكثر بجهد أقل)

8- يحدد اتجاه عزم القوة بقاعدة اليد اليمنى

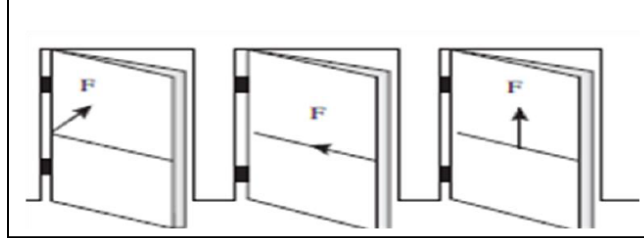
- اذا كان اتجاه عزم القوة عكس عقارب الساعة فإن اتجاه العزم عمودي علي
الصفحة للخارج و يعتبر العزم موجب .

- اذا كان اتجاه عزم القوة مع عقارب الساعة فإن اتجاه العزم عمودي علي الصفحة
لداخل و يعتبر العزم سالب .

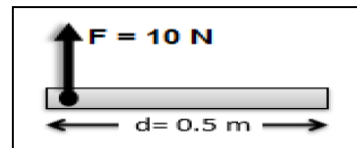
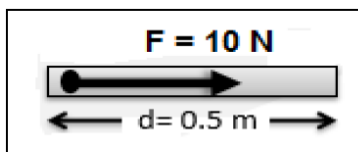
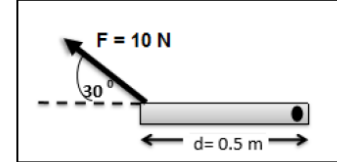
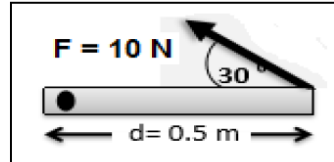
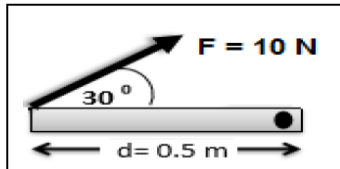
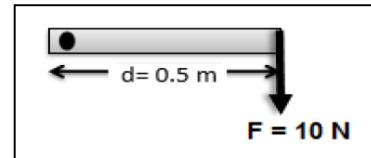
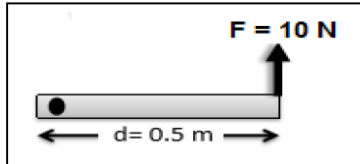
حالات يكون فيها عزم القوة صفراً :

1- إذا كان خط عمل القوة يمر بمحور الدوران .

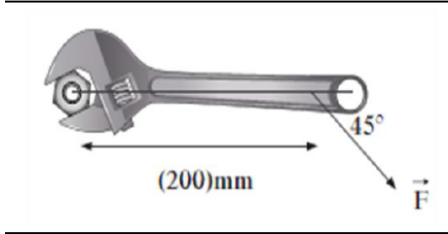
2- إذا كان خط عمل القوة يوازي محور الدوران .



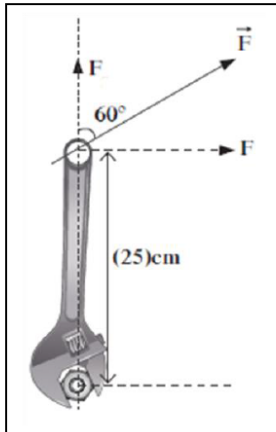
مثال : أحسب مقدار عزم القوة في الحالات التالية (مع تحديد اتجاه العزم) :



مثال $\frac{2}{57}$: أحسب مقدار عزم القوة التي تبذلها يدك علي مفك ربط , علما أن طول ذراع القوة يساوي 200 mm و مقدار القوة يساوي 100 N و الزاوية بين القوة و ذراعها 45° .

 $\vec{\tau}$ τ τ

مثال $\frac{4}{57}$: تحتاج صامولة الي عزم قوة مقداره 40 N.m باستخدام مفك ربط طوله 25 cm , أحسب مقدار القوة اللازمة لتثبيت الصامولة .

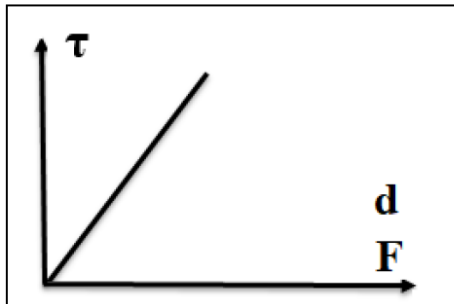
 $\vec{\tau}$

4

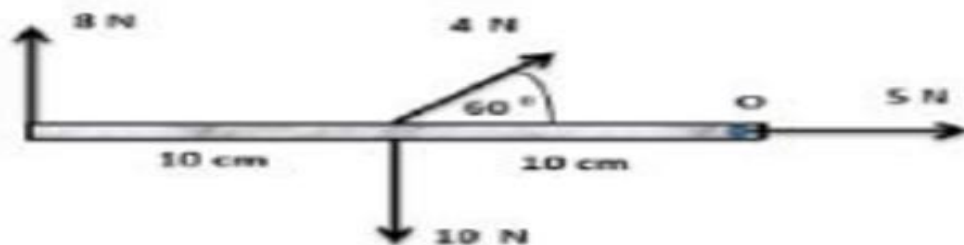
F

مثال $\frac{4}{88}$: أحسب عزم قوة الدوران الناتج عن قوة عمودية مقدارها 20 N عند نهاية مفتاح ربط طوله 0.2 m .

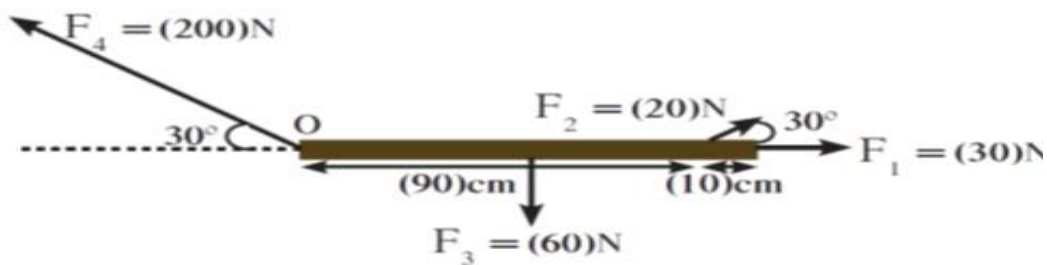
- العلاقات البيانية لقانون عزم القوة :



مثال : ساق منتظمة و متجانسة وزنها 10 N و طولها 20 cm , أحسب محصلة العزوم المؤثرة علي الساق بالنسبة لمحور الدوران O .



يوضح الشكل (51) ساق متجانسة طولها $(100)\text{cm}$ وزنها $(60)\text{N}$ تؤثر فيها ثلاث قوى .
 (أ) أحسب مقدار عزم القوة لكل من القوى الأربع حول محور الدوران (O) ، وحدد اتجاهها .
 (ب) أحسب محصلة العزوم على الساق الناتج عن تأثير القوى الأربع .
 (ج) استنتج اتجاه دوران الساق .



العزوم المتزنة :

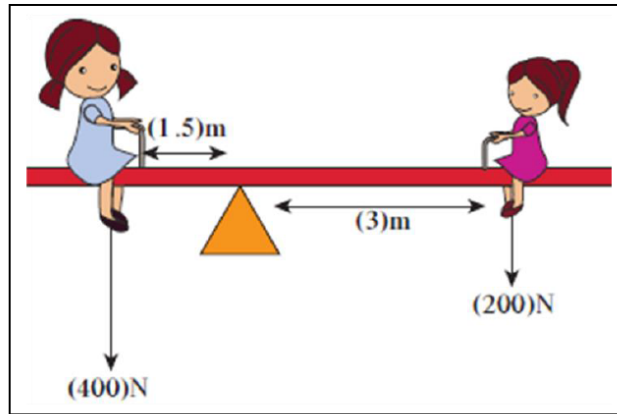
لتحقيق الاتزان الدوراني يجب ان يكون محصلة جمع العزوم تساوي صفر

]

-أي ان

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

Σ



$\tau_{a.c.w}$ عكس عقارب الساعة	$\tau_{c.w}$ مع عقارب الساعة

$$\Sigma \tau = ze$$

ملاحظات

1- يتزن الاطفال علي الارجوحة برغم من عدم تساوي اوزانهم وذلك لان الوزن لا يسبب الدوران بل يسببه العزم , و عزم الطفلين متساوي ولكن بعكس الاتجاه , لذلك مجموع العزوم يساوي صفر .

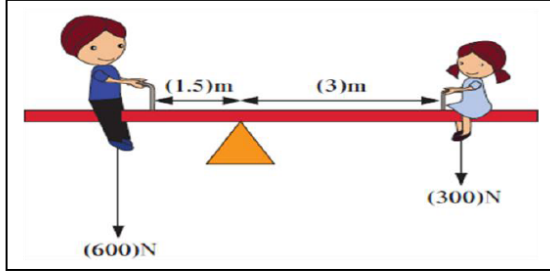


2- يعتمد اتزان الميزان الذي يعمل بالأوزان المنزلة علي اتزان العزوم وليس اتزان الالوزان.

3- لاتزان جسم مادي لابد من توافر شرطين

$$\Sigma \tau = ze \quad \Sigma F = ze$$

مثال $\frac{5}{57}$: أ- أحسب مقدار عزم القوة لكل من وزني الفتاه و الولد الجالسين علي اللوح المتأرجح بأهمال وزن اللوح ,

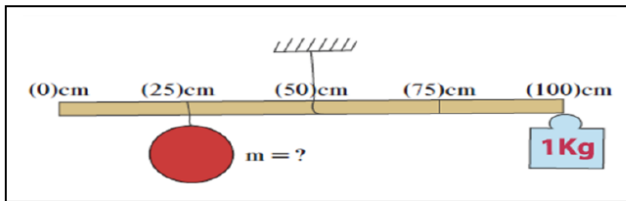


τ

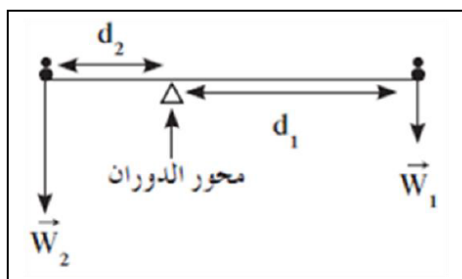
τ

ب- أحسب المسافة التي تفصل الفتاه عن محور ارتكاز اللوح عندما يساوي وزن الفتاه 400 N و النظام في حالة اتزان .

مثال $\frac{3}{57}$: الشكل يمثل مسطرة متجانسة , ما هي كتلة الصخرة m علما أن النظام في حالة اتزان .



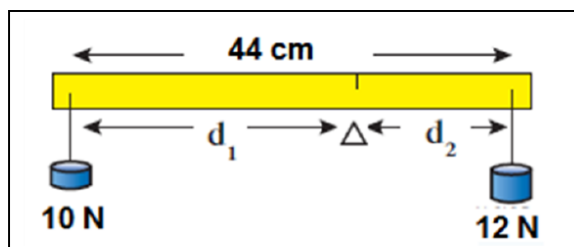
مثال $\frac{2}{54}$: يجلس طفلان وزن أحدهما 300N والآخر 450 N علي طرفي أرجوحة طولها 3 M
كما بالشكل , حدد موقع محور الدوران الذي يجعل النظام في حالة اتزان دوراني



3

3

مثال : مسطرة يمكن اهمال وزنها طولها 44 cm تعلق في احد طرفيها وزن مقداره 12 N وفي الطرف الاخر وزن مقداره 10 N حدد موقع محور الدوران بالنسبة الي احدهما والذي يجعل النظام ففي حالة اتزان دوراني .



I

1

1

C

C

C

عزم القوة ومركز الثقل :

مركز ثقل الجسم الصلب :

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

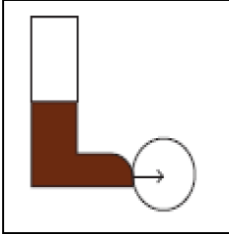
ملاحظات

- 1- إذا كان موضع مركز الثقل داخل المساحة الحاملة للجسم فإن الجسم يتزن و تكون محصلة العزوم تساوي صفر .
 - 2- إذا كان مركز الثقل خارج المساحة الحاملة للجسم يصبح هناك عزم للقوة يسبب انقلاب
- تطبيقات على عزم القوة و مركز الثقل :

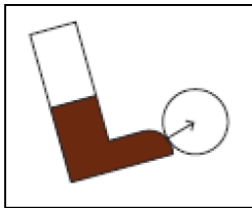


- 1- إذا حاولت ان تلمس قدميك وانت واقف و ظهرك وكعبا قدميك ملاصقان للحائط . سوف ينتج عزم للقوة لان مركز ثقلك اصبح خارج المساحة الحاملة و بالتالي تنقلب و تفقد اتزانك

- 2- عند ركل كرة فإنه يحدث احتمال من اثنين :



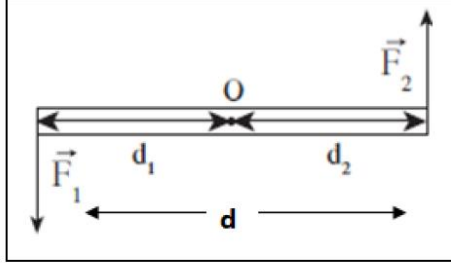
- أ- إذا كان خط عمل القوة يمر بمركز ثقل الكرة فإن الكرة تتحرك دون ان تدور حول مركز ثقلها



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

الازدواج:

- قوتين متساويتين في المقدار و متوازيتين و تعملان في اتجاهين متضادين و ليس لهما خط عمل واحد .



يمكن استنتاج قانون لحساب عزم الازدواج كما يلي

$$\tau_1 = F_1 d_1$$

$$\tau_2 = F_2 d_2$$

$$\tau_t = \tau_1 + \tau_2 = C$$

$$C = F_1 d_1 + F_2 d_2$$

وبما ان القوتين متساويتين

$$C = F (d_1 + d_2)$$

C

F

d

وبالتالي يمكن ايجاد صيغة تعريف جديدة لعزم الازدواج طبقا للقانون السابق كما يلي :

عزم الازدواج:

حاصل ضرب مقدار أحدي القوتين بالمسافة العمودية بينهما .



تطبيقات على عزم الازدواج :

1- عند فتح الصنبور فاننا نؤثر باصبعين في مقبض الصنبور مما يشكل ازدواج و يسبب دوران الصنبور

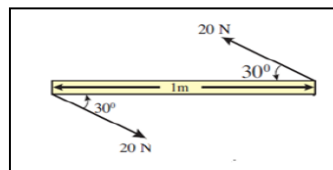
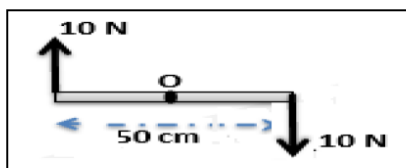


2- عندما تقود دراجتك علي المنعطف فانك تبذل بيدك قوتين يشكلان ازدواج يؤدي الي التقاف الدراجة.



3- عندما يستخدم الميكانيكي المفتاح الرباعي لفك صواميل اطار السيارة فإنه يستخدم يديه ليشكل ازدواج ليسهل فك الصواميل .

مثال : أحسب عزم الأزواج في الحالات التالية :

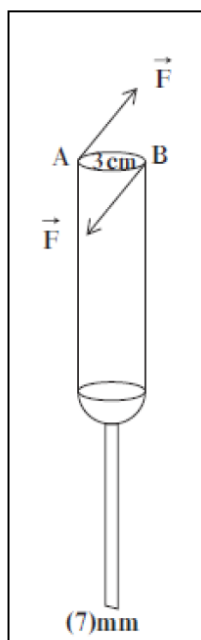


مثال $\frac{3}{56}$: مفك قطر مقبضه 3 cm و عرض رأسه الذي يدخل في البرغي 7 mm

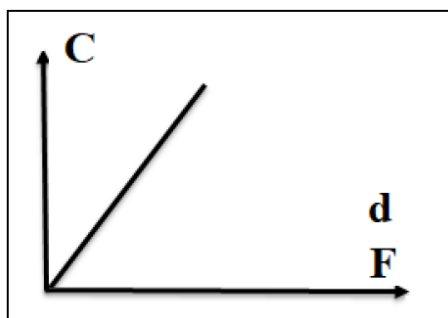
أستخدم لتثبيت برغي بواسطة اليد بقوتين متساويتين 49 N و متعاكستين في

الاتجاه أحسب : 1- عزم الأزواج المؤثر علي مقبض المفك

2- القوة التي تؤدي الي دوران البرغي .



- العلاقات البيانية لقانون عزم الأزواج :



C

علل لما يأتي :

- 1- العزم كمية متجهه .
 $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d}$ **لأنه حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهي القوة و ذراع القوة**
- 2- يمكن الحصول على قيم متعددة لعزم القوة رغم ثبات مقدار القوة .
 $\vec{\tau} = Fd \sin \theta$ **بسبب اختلاف الزاوية بين متجهي القوة وذراع القوة واختلاف طول ذراع القوة**
- 3- يصعب فك صامولة باستخدام مفتاح صغير .
 $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d}$ **لأن طول ذراع القوة صغير وبالتالي يكون عزم القوة صغير**
- 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 .
 $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d}$ **لكي يزيد طول ذراع القوة ويزداد عزم القوة وتبذل قوة أقل**
- 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 .
 $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d} = 0$ **لأن طول ذراع القوة صفر (d = 0) وبالتالي يكون عزم القوة صفر**
- 6- لا يدور أو يتزن الجسم القابل للدوران عندما يكون خط عمل القوة موازياً لذراع القوة .
 $\vec{\tau} = Fd \sin 0 = 0$ **لأن الزاوية بين متجهي القوة وذراع القوة تساوي صفر**
- 7- حدوث الأتزان الدوراني للجسم المعلق حول مركز ثقله .
لأن محصلة عزوم قوة الجاذبية المؤثرة في الجسم تساوي صفر

علل لما يأتي :

- 1- سهولة فك البراغي عند استخدام مفك له قاعدة ذات قطر كبير .
 $\vec{C} = \vec{F} \times \vec{d}$ **لكي يزيد طول ذراع الازدواج و يزداد عزم الازدواج و تبذل قوة أقل**
- 2- مفتاح فك الصواميل يكون خاضعاً لازدواج يعمل على إدارته بالرغم من أننا 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 .
لأن القوتان ليس لهما خط عمل واحد مما يسبب عزم ازدواج يسبب دوران الجسم

الوحدة الأولى : الحركة

الفصل الثاني : ميكانيكا الدوران

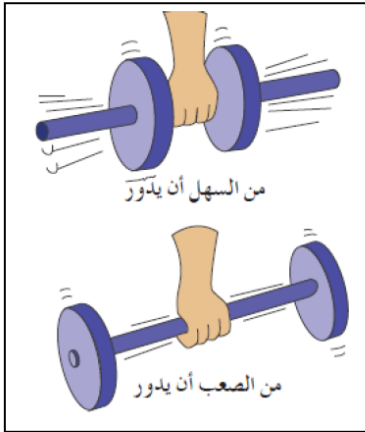
الدرس 2-2: القصور الذاتي الدوراني

القصور الذاتي الدوراني (I)

مقاومة الجسم لتغير حركته الدورانية .

- تميل الأجسام التي تدور الي الاستمرار في الدوران و تميل الاجسام الساكنة الي البقاء ساكنة .
- يحتاج الجسم الي قوة لتغير حالته الخطية (سكون أو حركة في خط مستقيم) , ويحتاج الجسم عزم القوة لتغير الحالة الدورانية للجسم .

العوامل التي تؤثر في القصور الذاتي الدوراني :



1- موضع محور الدوران بالنسبة للجسم

- كلما زادت المسافة بين كتلة الجسم و محور الدوران يزداد القصور الذاتي الدوراني

2- شكل الجسم و توزيع كتلته

- يختلف مقدار القصور الذاتي اذا كان الجسم أجوف او مصمت
- يختلف مقدار القصور الذاتي باختلاف طريقة توزيع كتلة الجسم حول محور الدوران

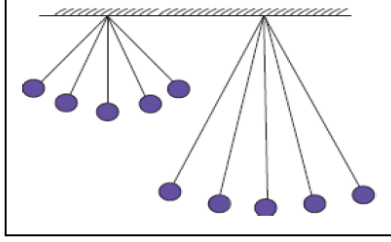
3- مقدار كتلة الجسم .

- بزيادة كتلة الجسم يزداد القصور الذاتي الدوراني .



ملاحظات :

- 1- مضرب كرة البيسبول ذي الذراع الطويل له قصور ذاتي دوراني أكبر من المضرب ذو اليد القصيرة .
بسبب زيادة المسافة بين الجسم و محور الدوران .
- المضرب الطويل عندما يتحرك يكون له ميل أكثر للحركة عن القصير .
- المضرب الطويل يكون من الصعب زيادة سرعته بسبب قصوره الذاتي الدوراني الكبير .
لذلك لا يميل الي التأرجح بسرعة .
- المضرب القصير له قصور ذاتي دوراني قليل لكن استعماله اسهل لانه من الممكن التحكم فيه بامساكه بقوة .

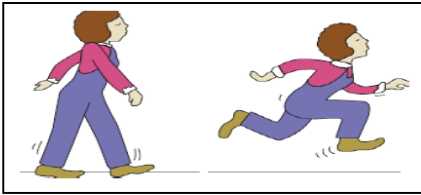


2- البندول البسيط الطويل له قصور ذاتي دوراني أكبر من البندول القصير بسبب زيادة المسافة بين الجسم و محور الدوران

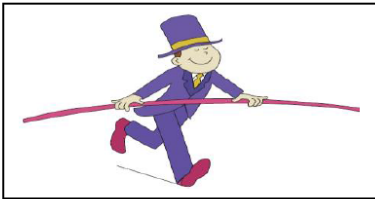
- لذلك يميل البندول القصير الي التحرك الي الامام والخلف أكثر من البندول الطويل.

3- الحيوانات ذات القوائم (الأرجل) الطويلة لها قصور ذاتي دوراني أكبر من الحيوانات ذات القوائم القصيرة بسبب زيادة المسافة بين الجسم و محور الدوران - لذلك الحيوانات ذات الرجل الطويلة تتحرك بسرعة أقل من الحيوانات ذات الأرجل القصيرة

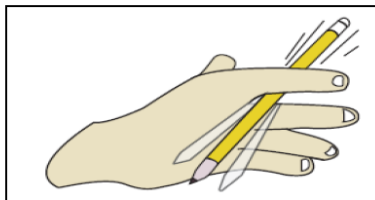
4- عند هز قدميك وهي ممدودة و عند هز قدميك عند ثني الساق. نجد أن تحريك الساق أسهل في حالة ثنيها لان قصورها الذاتي الدوراني يقل وذلك بسبب اختلاف توزيع الكتلة حول محور الدوران .



5- عند الجري نميل الي ثني الركبة لتقليل القصور الذاتي الدوراني ويسهل الجري .



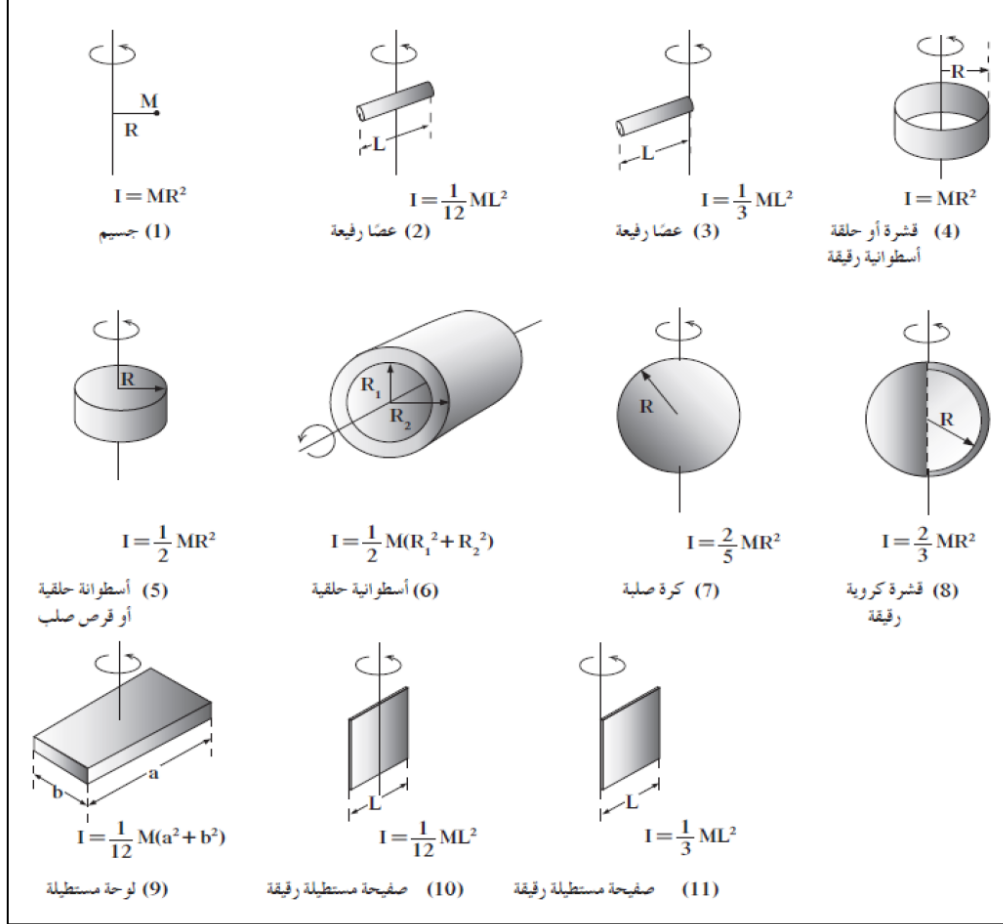
6- يمسك البهلوان عصا او يمد يده ليزيد من قصوره الذاتي الدوراني مما يساعده علي مقاومة الدوران ليحظي بوقت أطول للحفاظ علي اتزانه .



7- عند ارجحة القلم من منتصفه يكون أسهل لان قصوره الذاتي الدوراني يكون أقل من ارجحته من الطرف , لان قصوره الذاتي الدوراني يكون أقل عند ارجحته من المنتصف .

قوانين القصور الذاتي الدوراني:

يختلف قانون حساب القصور الذاتي الدوراني طبقاً لاختلاف موضع محور الدوران , أو شكل الجسم وتوزع كتلته , أو كتلة الجسم .



ملاحظات :

- 1- يختلف مقدار القصور الذاتي الدوراني باختلاف توزيع الكتلة (جسم أجوف أو مصمت) شكل (4,5) (7,8)
- 2- يختلف مقدار القصور الذاتي الدوراني باختلاف موضع محور الدوران شكل (2,3) (11, 10)
- 3- يختلف مقدار القصور الذاتي الدوراني باختلاف شكل الجسم (1,2,5,7)
- 4- بالنسبة للكتلة النقطية , إذا مر محور الدوران بالكتلة يكون $I = \text{zero}$

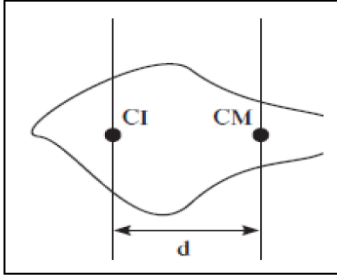
حساب القصور الذاتي الدوراني :

- عندما يمر محور الدوران بمركز ثقل الجسم يكون $I = I_0$ و يختلف قانون حساب I_0 حسب شكل الجسم كما هو موضح بالجدول السابق للأشكال الهندسية المختلفة .

- لكن اذا كان محور الدوران يبعد عن مركز ثقل الجسم بمقدار d يستخدم نظرية المحور الموازي لحساب القصور الذاتي الدوراني .

نظرية المحور الموازي :

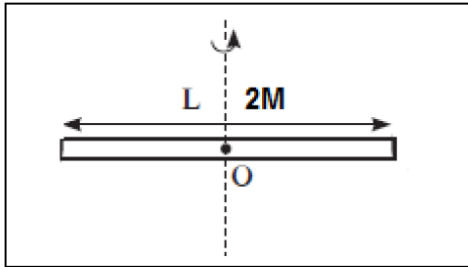
تسمح لنا النظرية بحساب القصور الذاتي الدوراني للجسم عندما يدور حول أي محور مواز لمحور دورانه الأصلي . ويبعد عنه مسافة d



مثال $\frac{2}{65}$: أحسب القصور الذاتي الدوراني لأسطوانته مصمته كتلتها 3 kg و قطرها 20 cm و تتدحرج علي منحدر , $I = \frac{1}{2} MR^2$

I

I



مثال :ساق منتظمة المقطع كتلتها 2 kg وطولها 2 m تدور حول نقطة O في منتصفها , اذا علمت ان القصور

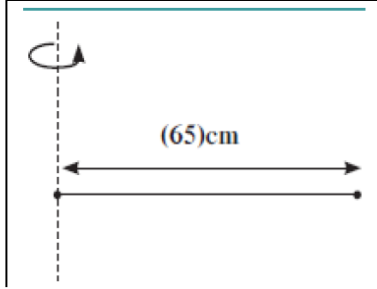
الذاتي الدوراني يحسب بالعلاقة $I = \frac{1}{12} ML^2$ أحسب :

1- القصور الذاتي الدوراني للعصاه .

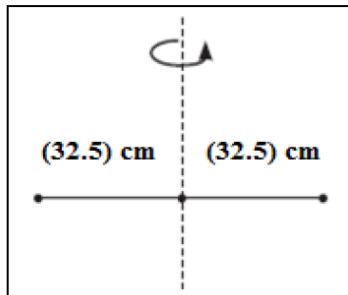
2- احسب القصور الذاتي الدوراني عندما يكون محور الدوران يبعد عن النقطة O مسافة 0.3 M .

3- أحسب القصور الذاتي الدوراني اذا كان محور الدوران عند طرف العصا .

مثال $\frac{4}{65}$: أحسب القصور الذاتي الدوراني لعصا طولها 65 cm و كتلتها مهملة تنتهي بكتلتين متساويتين مقدار كلا منهما 0.3 kg و تدور حول أحد طرفيها كما بالشكل , علما أن $I = MR^2$



ب- أحسب القصور الذاتي الدوراني للعصا عندما تدور حول مركز كتلتها



I_c

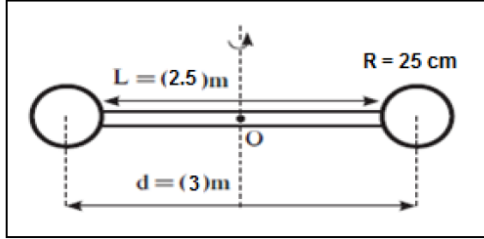
I_c

I_c

مثال : أحسب القصور الذاتي الدوراني لنظام مؤلف من قشرتين متماثلتين رقيقتين من الحديد كتلة الواحدة منهما 5 Kg و نصف قطرها 25 cm مثبتتين علي طرف عصا كتلتها 2 kg و طولها 2.5 m , والمسافة بين مركزي كتلة الكرتين 3 m , يدور النظام حول محور عمودي يمر بنقطة الوسط للعصا , علما بأن مقدار القصور الذاتي الدوراني لكل من الاجسام الثلاثة حول محور يمر بمركز ثقلها يساوي :

$$I_{\text{قشرة}} = \frac{2}{3} mr^2$$

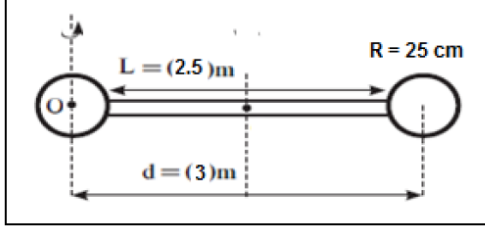
$$I_{\text{عصا}} = \frac{1}{12} mL^2$$



مثال : أحسب القصور الذاتي الدوراني لنظام مؤلف من قشرتين متماثلتين رقيقتين من الحديد كتلة الواحدة منهما 5 Kg و نصف قطرها 25 cm مثبتتين علي طرف عصا كتلتها 2 kg و طولها 2.5 m , والمسافة بين مركزي الكتلة الكرتين 3 m , يدور النظام حول محور عمودي يمر بمركز أحدي القشرتين , علما بأن مقدار القصور الذاتي الدوراني لكل من الاجسام الثلاثة حول محور يمر بمركز ثقلها يساوي :

$$I_{\text{قشرة}} = \frac{2}{3} mr^2$$

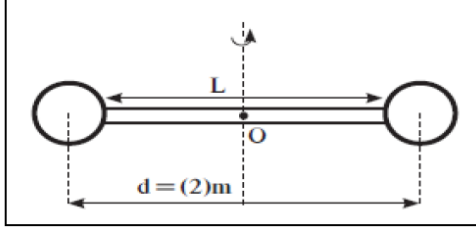
$$I_{\text{عصا}} = \frac{1}{12} mL^2$$

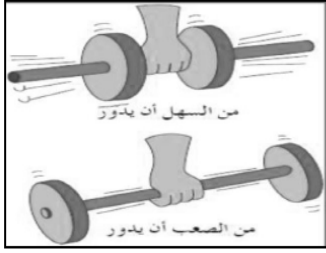


مثال $\frac{1}{63}$: أحسب القصور الذاتي الدوراني لنظام مؤلف من كرتين من الحديد كتلة الواحدة منهما 5 Kg و نصف قطرها 5 cm مثبتتين علي طرف عصا كتلتها 2 kg و طولها L , والمسافة بين مركزي الكرتين 2 m , يدور النظام حول محور عمودي يمر بنقطة الوسط للعصا , علما بأن مقدار القصور الذاتي الدوراني لكل من الاجسام الثلاثة حول محور يمر بمركز ثقلها يساوي :

$$I_{\text{كرة}} = \frac{2}{5} mr^2$$

$$I_{\text{عصا}} = \frac{1}{12} mL^2$$





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 مصممة 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 تثبيتهما 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 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 على سلك رفيع يمد يديه ليحافظ على اتزانه او يمسك بيده عصا طويلة .
لكي يزيد قصوره الذاتي الدوراني و يقاوم الدوران و يحافظ على اتزانه

الوحدة الأولى : الحركة

الفصل الثالث : كمية الحركة الخطية

الدرس 3 - 1 : كمية الحركة و الدفع

كمية الحركة :

القصور الذاتي للجسم المتحرك .
حاصل ضرب الكتلة و متجه السرعة .

ملاحظات :

1- كمية الحركة كمية متجهة لأنها ناتجة عن حاصل ضرب كمية متجهة (السرعة) في كمية عددية (الكتلة) .

2- تقاس كمية الحركة بوحدة $Kg . m / s$.

3- يكون لكمية الحركة اتجاه السرعة دائمة , لأن كتلة الجسم دائما موجبة .

4- يصعب إيقاف شاحنة كبيرة عن إيقاف سيارة صغيرة تتحرك بالسرعة نفسها لأن كمية الحركة الخطية للشاحنة أكبر من السيارة الصغيرة بسبب كتلتها الكبيرة .

5- إذا تحركت سيارتان لهما نفس الكتلة بسرعتين مختلفتين , فإن السيارة الابطأ يسهل إيقافها . لأن كمية الحركة لها صغيرة . بسبب سرعتها المنخفضة , بينما كمية الحركة للسيارة السريعة كبيرة بسبب سرعتها العالية .

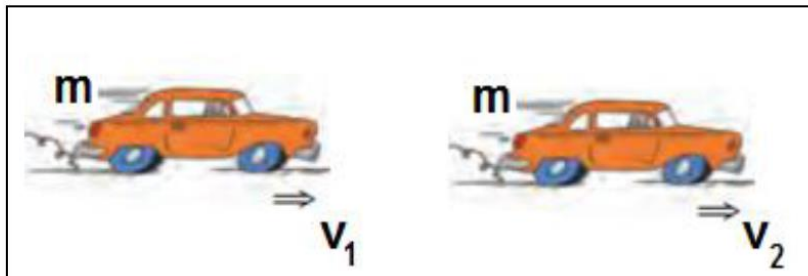
كمية الحركة الخطية لنظام مكون من عدة كتل نقطية :

تساوي كمية الحركة الخطية الكلية للنظام حاصل جمع كمية الحركة لكل جسم .

$$\vec{P}_{\text{system}} = \sum \vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 + \dots + \vec{P}_n$$

حساب التغير في كمية الحركة الخطية لجسم :

إذا تحرك جسم كتلته m و تغيرت سرعته من v_1 الي v_2 , يمكن حساب التغير في كمية الحركة الخطية له كما يلي :



مثال : يتحرك جسم كتلته 10 kg بسرعة 4 m/s في الاتجاه الموجب لمحور x أثرت فيه قوة فزادت سرعته إلى 8 m/s احسب .
(أ) كمية الحركة الخطية الابتدائية

(ب) كمية الحركة الخطية النهائية

(ج) مقدار التغير في كمية الحركة

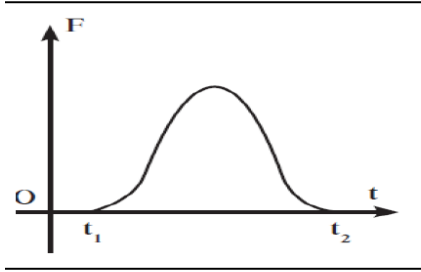
مثال $\frac{2}{112}$: جسم يتحرك بطاقة حركية 150 J و كمية حركة 30 kg.m/s احسب كتلة الجسم و سرعته الخطية

الدفع :

حاصل ضرب مقدار القوة في زمن تأثيرها على الجسم.

ملاحظات :

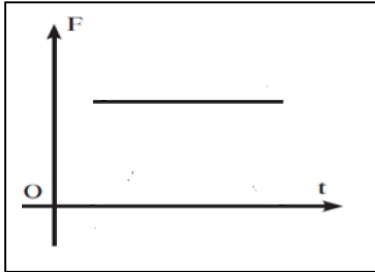
- 1- الدفع كمية متجهة لأنها ناتج عن حاصل ضرب كمية متجهة (القوة) في كمية عددية (الزمن) .
- 2- الدفع يقاس بوحدة $N.S$
- 3- الدفع كمية متجهة لها اتجاه القوة . لان الزمن دائما كمية موجبة .



- 4- القوة المؤثرة تكون دائما قوة متغيرة مثل الدفع الذي تتلقاه كرة من قدم لاعب حيث تتغير قيمة القوة من صفر في لحظة تماس الكرة حتي تصل الي قيمة عظمي ثم تتناقص الي ان تتلاشي . كما بالشكل المقابل

متوسط القوة :

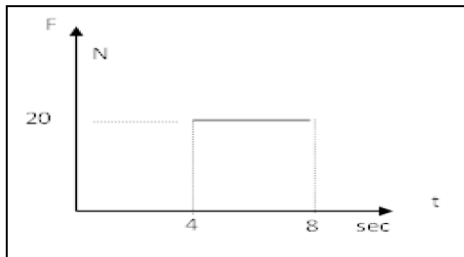
القوة الثابتة التي لو أثرت في الجسم للفترة الزمنية نفسها لأحدثت الدفع نفسه الذي تحدثه القوة المتغيرة.



وبالتالي سنتعامل مع القوة في المسائل علي انها متوسط القوة لتصبح قوة منتظمة .

حساب الدفع بيانيا :

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



مثال : أحسب بيانيا الدفع من الشكل البياني التالي

العلاقة بين الدفع و كمية الحركة الخطية :

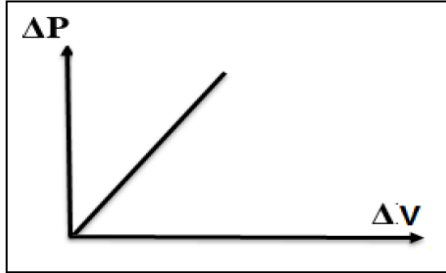
ملاحظات :

- 1- الدفع يساوي مقدار التغير في كمية الحركة الخطية .
- 2- كلما كان تأثير القوة اكبر في الجسم يعني ذلك وجود تغير اكبر في السرعة و بالتالي تغير اكبر في كمية الحركة
- 3- ان حدث التغير في كمية الحركة في فترة زمنية أطول يكون تأثير قوة الدفع أقل (حالة أ)
بينما اذا حدث التغير في كمية الحركة الخطية في فترة زمنية قصيرة يكون تأثير القوة أكبر (حالة ب) , وذلك عند ثبات قيمة التغير في كمية الحركة الخطية .

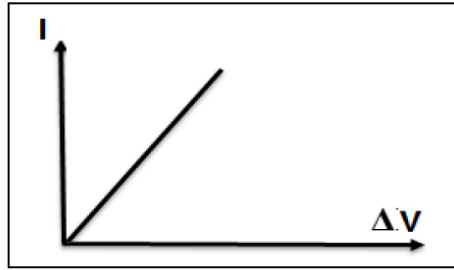


- 4- كلما كان الدفع الذي يتلقاه الجسم أكبر كلما كان التغير في كمية الحركة أكبر .
- 5- اذا كان الدفع في نفس اتجاه الحركة فإن كمية الحركة تزداد (تزداد سرعة الجسم)
اذا كان الدفع في عكس اتجاه الحركة فإن كمية الحركة تقل (تقل سرعة الجسم)

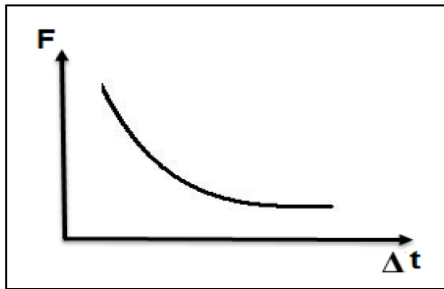
6- يمكن ايجاد العديد من العلاقات البيانية طبقا للمعادلة السابقة , وذلك كما يلي



الميل =



الميل =



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

- من أهم التطبيقات علي زيادة زمن التأثير هو الوسادة الهوائية في السيارات , حيث تعمل
علي زيادة زمن التلامس مع رأس السائق عند حدوث الاصطدام و بالتالي يقل تأثير القوة
علي رأسه و تخف من حدة الحادث , بينما اذا اصطدم رأس السائق مباشرة بمقود السيارة
فسيكون زمن التلامس قليل للغاية و بالتالي تأثير القوة كبير مما يعمل علي اصابة السائق
بصورة خطيرة .

مثال $\frac{4}{98}$: جسم ساكن كتلته 100 g , تعرض لقوة مقدارها 100 N لفترة زمنية مقدارها 0.01 s أحسب :

- 1- التغير في كمية الحركة
- 2- الدفع
- 3- التغير في سرعة الجسم
- 4- سرعة الجسم النهائية

مثال $\frac{5}{98}$: أثرت قوة مقدارها 30000 N لمدة 4 s في كتلة كبيرة مقدارها 950 kg أحسب

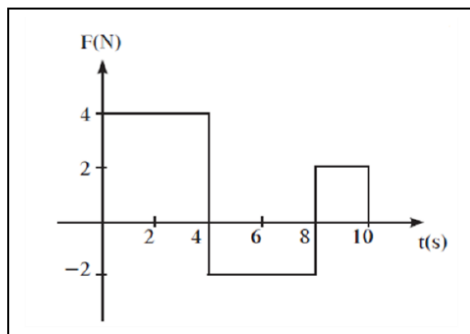
1- الدفع
2- التغير في مقدار كمية الحركة
3- التغير في متحه السرعة

مثال : جسم كتلته 3 Kg أثرت فيه قوة مقدارها 12 N فزادت سرعته من 10 m/s إلى 18 m/s احسب :
أ – الدفع المعطى للجسم

ب – التغير في كمية الحركة للجسم

ج – زمن تأثير القوة

مثال $\frac{6}{113}$ قوة متغيرة تتمثل بالرسم البياني التالي تؤثر في جسم ساكن كتلته 2 kg أحسب :



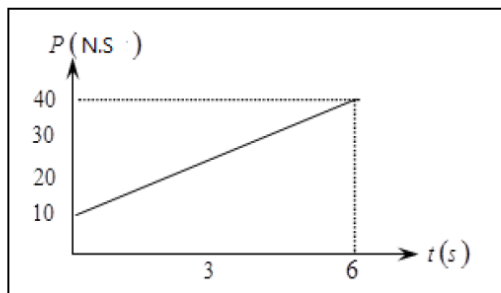
أ - سرعة الجسم عند نهاية الثانية الرابعة

ب- الدفع خلال الثانيةتين الأخيرتين

ج- دفع القوة الكلي

د- الطاقة الحركية في نهاية مدة التأثير

مثال : يبين الخط البياني الموضح بالشكل التغير في كمية الحركة لجسم كتلته 2Kg يتحرك في خط مستقيم على سطح أفقي أملس - أحسب :
أ- كمية حركته الخطية الابتدائية.



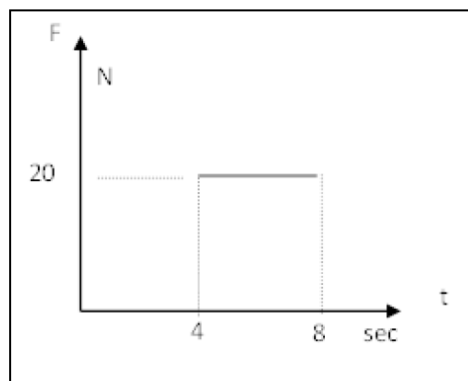
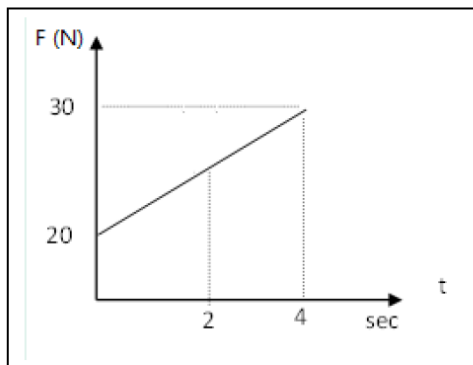
ب- كمية حركته الخطية النهائية.

ج- التغير في كمية حركته.

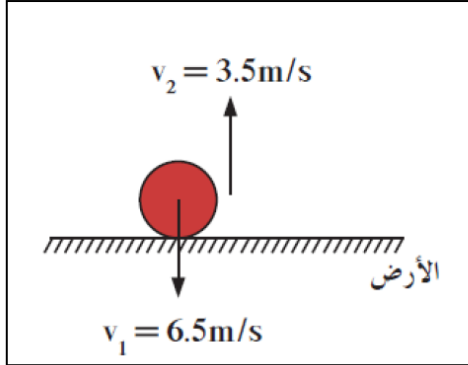
د- الدفع الذي تلقاه الجسم.

هـ - مقدار متوسط القوة المؤثرة عليه

مثال - من المنحني البياني التالي أحسب التغير في كمية الحركة الخطية للجسم (الدفع الذي يتلقاه الجسم) :



مثال $\frac{6}{98}$: كرة كتلتها 0.15 kg , إذا كانت سرعتها لحظة اصطدامها بالأرض تساوي 6.5 m/s و سرعة ارتدادها 3.5 m/s , أحسب مقدار و اتجاه القوة المؤثرة في الأرض نتيجة الاصطدام إذا استمر لمدة 0.025 s .



مثال : سقطت كرة مطاطية كتلتها 420 gm من مكان مرتفع فوصلت سطح الأرض بسرعة 20 m/s ثم ارتدت رأسيا إلى أعلى بسرعة 15 m/s إذا كان زمن تلامسها بالأرض 0.1 s أحسب
أ- كمية الحركة الخطية الابتدائية

ب- كمية الحركة الخطية النهائية

ج- مقدار التغير في كمية الحركة

د – القوة المؤثرة في الكرة لحظة اصطدامها بالأرض .

القانون الثاني لنيوتن:

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

- ويمكن ايجاد صيغة جديدة لقانون نيوتن الثاني كما يلي :

مثال $\frac{2}{96}$: كتلة نقطية مقدارها 1 Kg تتحرك بسرعة منتظمة 10 m/s في الاتجاه الموجب لمحور x , أثرت قوة منتظمة على الجسم لمدة 4 s فخفضت سرعتها الي 2 m/s دون تغير اتجاهها , أحسب : 1- كمية الحركة قبل تأثير القوة و بعده 2- التغير في كمية الحركة 3- الدفع 4- مقدار القوة المؤثرة في الجسم و اتجاهها



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 متجهه (القوة) في كمية عددية (زمن التأثير) $\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$

4- كمية الحركة الخطية كمية متجهه .

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

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

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

6- التغير في السرعة المتجهه يسبب تغير في كمية الحركة .

لأن الكتلة ثابتة وتغير السرعة المتجهه 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 $\Delta \vec{P} = m \cdot \Delta \vec{v} = 0$

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

لأن زمن التغير في كمية الحركة يقل وبتزدد 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 ويكون تأثير قوة الدفع أكبر في الأرض الأسمنتية $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$

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

11- وجود أكياس هوائية داخل السيارات كوسائل أمان .

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

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

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

الوحدة الأولى : الحركة

الفصل الثاني : كمية الحركة الخطية

الدرس 3 - 2 : حفظ كمية الحركة الخطية التصادمات

حفظ (بقاء) كمية الحركة :

في غياب القوى الخارجية المؤثرة , تبقى كمية الحركة للنظام ثابتة ومنتظمة و لا تتغير .

- لأحداث تغير في كمية الحركة الخطية للجسم لابد من وجود دفع يؤثر فيه اي قوة خارجية تؤثر في النظام . لكن القوى الداخلية لا تحدث شغلا , علي سبيل المثال

- قوى التفاعل بين الجزيئات الموجودة داخل كرة القدم ليس لها تأثير في تغير سرعتها و كمية حركتها .

- اذا دفعت مقعد السيارة الامامي فيما تجلس أنت في المقعد الخلفي لا يحدث ذلك تغير في كمية الحركة للسيارة أو في سرعتها .

وذلك لان قوي التفاعل بين الجزيئات أو قوتك المبذولة علي المقعد هي قوى داخلية تتواجد علي شكل زوج من القوى المتزنة (محصلتها تساوي صفر) وبالتالي يلغي تأثيرها داخل الجسم .

وبالتالي : لا يحدث تغير في كمية الحركة الا في وجود قوة خارجية مؤثرة علي النظام أو الجسم .

اذا كانت القوة الخارجية المؤثرة علي النظام تساوي صفر

$$\Sigma F_{ext} = \frac{d \vec{P}}{d t} = ZERO$$

- والكمية الفيزيائية التي لا تتغير مع الزمن تعتبر كمية محفوظة .

هناك أمثلة عديدة محفوظة فيها كمية الحركة مثل :

- 1- النشاط الإشعاعي للذرات
- 2- تصادم السيارات
- 3- انفجار النجوم
- 4- التفاعل بين جزيئات الغاز داخل الكرة

- لان القوى المؤثرة في هذه الانظمة لا تحدث تغير في كمية الحركة .

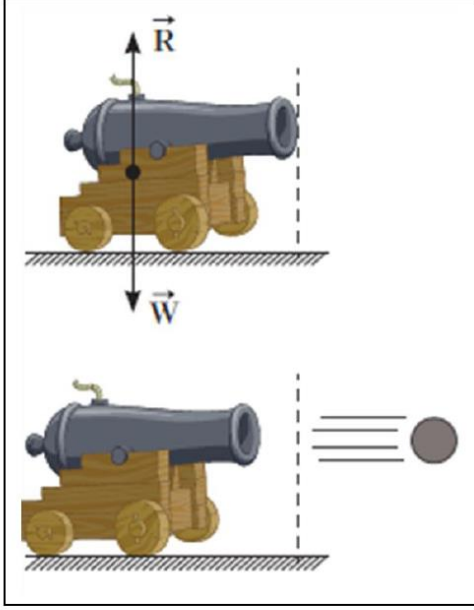
لكن :

عندما تؤثر قوى خارجية علي النظام فإن كمية الحركة تصبح غير محفوظة و تتغير مقدار السرعة أو اتجاهها أو المقدار و الاتجاه معا .

مثال : - عندما تؤثر قوة الاحتكاك علي السيارة المتحركة في خط مستقيم فإن مقدار سرعة السيارة تتغير و تتغير كمية الحركة .

- في الحركة الدائرية يتغير اتجاه السرعة الخطية من نقطة الي أخرى و بالتالي يحدث تغير في كمية الحركة .

مثال $\frac{1}{112}$: سيارة كتلتها 1500 kg تتحرك بسرعة 120 km/hr قرر السائق تخفيض سرعتها , هل كمية حركة النظام محفوظة ؟ أحسب متوسط القوة المبذولة لاييقاف السيارة خلال 8 s .



سرعة ارتداد المدفع

النظام المكون من المدفع و القذيفة متزن قبل الإطلاق لان وزن المدفع لاسفل مساوي لقوة رد الفعل لأعلي .

يعتبر ارتداد المدفع عند اطلاق القذيفة أحد تطبيقات حفظ كمية الحركة , لان عند الإطلاق ينفجر البارود ويقذف القذيفة خارج المدفع و تعتبر قوى داخلية و تبقى القوى الخارجية تساوي صفر .

وبالتالي :

$$\Delta \vec{P} = \text{zero}$$

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

وحيث أن المدفع و القذيفة كانا ساكنتان قبل الإطلاق يصبح $\vec{P}_i = \text{ZERO}$ وبالتالي :

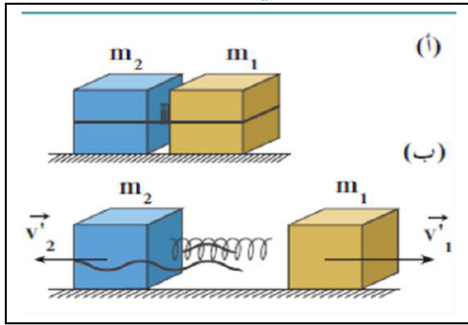
- الإشارة السالبة تعني أن السرعتين متعاكستين نتيجة الارتداد .
وبالمثل يمكن حساب سرعة ارتداد أي جسم .

مثال : طلقة مسدس كتلتها 50g انطلقت بسرعة 120m/s من مسدس كتلته 600g احسب سرعة ارتداد المسدس

مثال $\frac{1}{101}$ الهامش : انفجر جسم كتلته 200 gm و انقسم الي نصفين متساوين ,
أحسب سرعة الجزء الثاني منه اذا كانت سرعة الجسم الأول -0.1 m/s علي
المحور الأفقي بالاتجاه السالب .

مثال $\frac{2}{101}$ الهامش : يقف رجل كتلته 76 kg علي لوح خشبي طافي كتلته 45 kg
اذا خطا بعيدا عن اللوح الخشبي بسرعة 2.5 m/s , كم ستبلغ سرعة اللوح
الخشبي .

مثال $\frac{1}{102}$: كتلتان نقطيتان مقدارهما $m_1 = 1 \text{ kg}$, $m_2 = 2 \text{ kg}$ مربوطان بخيط و
تضغطان زنبرك بينهما وموضعان علي سطح أفقي عديم الاحتكاك , عند حرق الخيط يتحرر
الزنبرك و يدفع الكتلتين فتتحرك m_1 بسرعة 1.8 m/s بالاتجاه الموجب علي المحور x , هل كمية
حركة النظام محفوظة ؟ أحسب سرعة الكتلة m_2



التصادمات :

التصادمات غالبا في فترة زمنية قصيرة للغاية لذلك تكون القوة الخارجية المؤثرة مهملة بالنسبة للقوة الداخلية المسببة للتصادم . وبالتالي يعتبر التصادم نظاما معزولا .

- كذلك في عملية الانفجار تحدث ايضا في فترة زمنية قصيرة لذلك تعتبر القوة الخارجية مهملة بالنسبة للقوة الداخلية الهائلة . وبالتالي يعتبر الانفجار نظاما معزولا .

وبالتالي : اذا حصلت عملية تصادم او انفجار في فترة زمنية قصيرة جدا تكون كمية حركة النظام محفوظة .

كمية الحركة للنظام قبل التصادم = كمية الحركة للنظام بعد التصادم

انواع التصادمات:

تصادمات مرنة كليا		تصادمات لا مرنة	
تصادم لا مرن		تصادم لا مرن كليا	
تكون الطاقة الحركية للنظام محفوظة		تكون الطاقة الحركية للنظام غير محفوظة	
الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم = الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم		الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم $\neq$ الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم	
لا ينتج تشوهات او يولد حرارة بين الاجسام المتصادمة		ترتد الجزيئات بعيدا عن بعضها البعض بسرعات مختلفة عن سرعتها قبل التصادم	
مثال : تصادم الجزيئات الصغيرة		يؤدي التصادم الي التهام الاجسام المتصادمة لتصبح جسما واحدا	
مثال : تصادم الجزيئات الصغيرة		يتحول الفقد في الطاقة الحركية الي تشوهات في شكل النظام	
مثال : البندول القذفي			

1- التصادم المرن كلياً :

تكون كمية الحركة للنظام محفوظة
 كمية الحركة للنظام بعد التصادم = كمية الحركة للنظام قبل التصادم

تكون الطاقة الحركية للنظام محفوظة
 الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم = الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم

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

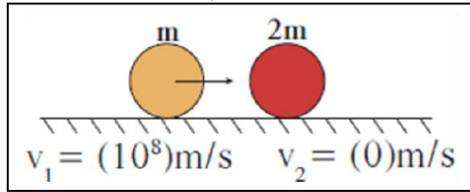
حالات خاصة :

إذا كانت الكتلة m_2 ساكنة قبل التصادم يكون :

- 1- إذا كانت الكتلة m_1 أكبر من الكتلة m_2 ستتحرك الكتلتان بعد التصادم باتجاه v_1
- 2- إذا كانت الكتلة m_1 أصغر من الكتلة m_2 سترتد m_1 بعكس اتجاه v_1 و تتحرك الكتلة m_2 في اتجاه v_1
- 3- إذا كانت $m_1 = m_2$ نجد أن m_1 بعد التصادم تصبح ساكنة و تتحرك الكتلة m_2 في اتجاه v_1 و بنفس المقدار . (كمية الحركة انتقلت كلياً من الجسم 1 الي الجسم 2)

مثال: يتحرك جسم كتلته 5 kg بسرعة مقدارها 2 m/s في الاتجاه الموجب +x تصادم مع جسم آخر كتلته 3 kg يتحرك بسرعة 2m/s عكس اتجاه حركة الجسم الأول أحسب سرعة كلا من الجسمين بعد التصادم وحدد اتجاه كل منهما .

مثال $\frac{2}{104}$: نيوترون كتلته 1.67×10^{-27} kg وسرعته الابتدائية 10^8 m/s تصادم مع جسيم ساكن كتلته ضعف كتلة النيوترون , أحسب سرعة الجسمين بعد التصادم بفرض انه تصادم تام المرونة



2- التصادم الامرى حليا :

تكون كمية الحركة للنظام محفوظة

كمية الحركة للنظام بعد التصادم = كمية الحركة للنظام قبل التصادم

تكون الطاقة الحركية للنظام غير محفوظة

الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم $\neq$ الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم

K.E' قبل ≠ K.E بعد

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

مثال: يتحرك جسم كتلته 5kg بسرعة 3 m/s شمالا (الاتجاه الموجب لمحور y)
تصادم مع جسم آخر كتلته 3 kg يتحرك بسرعة 6m/s جنوبا (الاتجاه السالب
لمحور y) اذا التحم الجسمان و تحركا كجسم واحد أحسب :
1- السرعة المشتركة للنظام بعد التصادم .

2- الفقد في الطاقة الحركية (اين تذهب الطاقة المفقودة)

مثال $\frac{3}{107}$: كرتان من الصلصال تتصادمان تصادما لا مرنا كليا , كتلة الكرة الأولى 0.5 kg و تتحرك الي اليمين بسرعة 4 m/s بينما الكرة الثانية كتلتها 0.25 kg و تتحرك نحو اليسار بسرعة 3 m/s أحسب :
1- سرعة النظام المؤلف من الكتلتين بعد التصادم

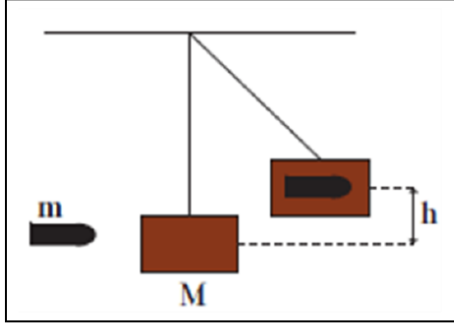
2- مقدار التغير في مقدار الطاقة الحركية .

مثال $\frac{6}{109}$: سمكة كبيرة كتلتها 5 kg تتحرك بسرعة 1 m/s باتجاه سمكة صغيرة ساكنة كتلتها 1 kg , أحسب : 1- سرعة السمكة الكبيرة بعد ابتلاعها السمكة الصغيرة
2- اذا كانت السمكة الصغيرة تسبح بسرعة 4 m/s عكس حركة السمكة الكبيرة , كم تبلغ سرعة السمكة الكبيرة بعد ابتلاعها .

مثال $\frac{4}{113}$: متزلج علي الجليد كتلته 60 kg يقف ساكنا عندما اتجه نحوه متزلج اخر كتلته 40 kg بسرعة 12 km/hr , ليمسك به و يتحركان كنظام واحد بسرعة V أحسب :
1- سرعة النظام بعد التصادم .

2- الطاقة الحركية للنظام قبل و بعد التصادم .

البندول القذفي :



هو جهاز يستخدم في قياس سرعة القذائف

- عند انطلاق الطلقة ذو كتلة m_1 تصطدم بالكتلة m_2 المعلقة في البندول القذفي ليتحرك جملة الجسمين $(m_1 + m_2)$ بسرعة مشتركة v

و بما أن الكتلة المعلقة في البندول ساكنة يكون $v_2 = \text{Zero}$

عند النقطة M : (المستوى المرجعي)

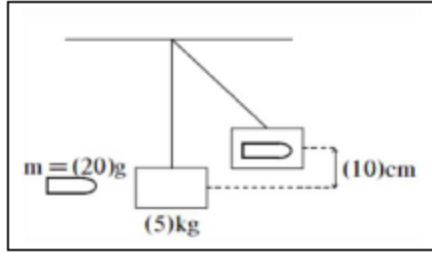
$$P.E = \text{zero}$$

عند أقصى ارتفاع : تتوقف القذيفة عن الحركة

$$K.E = \text{zero}$$

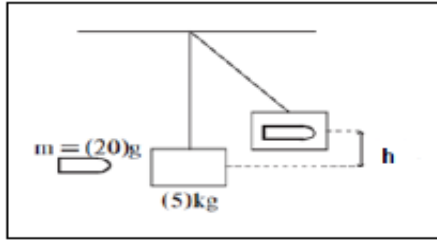
وبما ان الطاقة محفوظة يكون :

مثال $\frac{8}{109}$: أطلقت رصاصة كتلتها 20 g علي بندول قذفي ساكن كتلته 5 kg فارتفع مسافة 10 cm عن المستوي الأفقي , أحسب
1- سرعة الرصاصة عند انطلاقها



2- هل التصادم مرن ؟

مثال : طلقة كتلتها 20 g انطلقت بسرعة 300 m/s لتصطدم بالبندول القذفي المثبت فيه كتلة ساكنة مقدارها 5 kg , احسب :
 1- السرعة التي يتحرك بها جملة الجسمين بعد التصادم .



2- أقصى ارتفاع للبندول القذفي بعد التصادم .

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 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

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 ($\Delta P = 0$)

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 و معاكس له بالاتجاه

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

لأن قوة الغاز علي القذيفة و المدفع قوي داخلية وبالتالي محصلة القوى الخارجية تساوي صفر $\sum \vec{F}_{ext} = 0$

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 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 الآتية :

- 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) أصغر 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 الأولى بعد التصادم تصبح ساكنة فيما تتحرك الكتلة الثانية بسرعة الكتلة الأولى $\vec{v}_1$
وكمية الحركة تنتقل كلياً من الكتلة الأولى إلى الكتلة الثانية