وزارة التربية
الادارة العامة لمنطقة الفروانية التعليمية
ثانوية لبيد بن ربيعة / بنين

أوراق عمل

الصف الثاني عشر

2016 – 2015

الفصل الدراسي الاول

اعداد

الاستاذ / محمد السيد علي عبد الله

رئيس القسم الاستاذ / مذكور الحسين

برعاية ناظر المدرسة الاستاذ / أحمد العتيبي

اسم الطالب/ .....

الصف /.....

متابعة تصحيح المذكرة

التاريخ	التوقيع	الملاحظات

☺ تعريف الشغل

♦ في الشكل المقابل عدد انواع الطاقة؟؟؟

1- .....
2- .....
3- .....

♦ ما المقصود بـ :- الطاقة .....

♦ في الشكل المقابل ماذا يحدث لو:-

1- بذل العامل قوة ولم يحرك الصندوق
.....
2- بذل العامل قوة وتمكن من ازاحة الصندوق
.....

♦اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل عبارة من العبارات التالية :

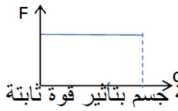
1- عملية تقوم فيها قوة مؤثرة بإزاحة جسم في اتجاهها . (.....)
2- الشغل الذي تبذله قوة مقدارها N (1) تُحرك الجسم في اتجاه القوة مسافة متر واحد (.....)
3- كمية عددية تساوي حاصل الضرب العددي لمتجهي القوة والإزاحة . (.....)

لاحظ

الشغل ينقسم الى

أولا: الشغل الناتج عن قوة منتظمة

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

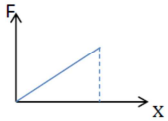


في حالة ازاحة جسم بتأثير قوة ثابتة

ثانيا :الشغل الناتج عن قوة متغيرة

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

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



في حالة ضغط أو سحب زنبرك

اكمل مايلي

• الوحدة الدولية لقياس الشغل هي ..... ويكافئ.....

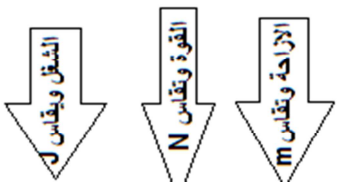
☺ الشغل الناتج عن قوة منتظمة

1- قوة منتظمة موازية لاتجاه الحركة

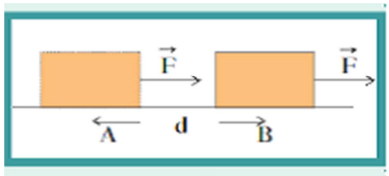
علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً سليماً :

الشغل كميه عددية ؟

.....

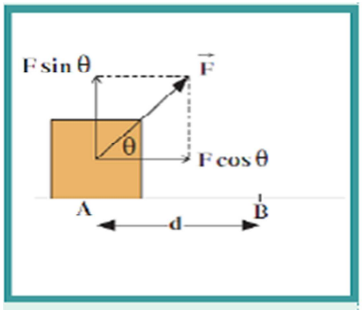


$W = F \times d$



(شكل 3)
قوة منتظمة $\vec{F}$ موازية للسطح تحرك الجسم مسافة d.

2- قوة منتظمة تصنع زاوية مع اتجاه الحركة



(شكل 4)
تمثيل القوة بتحليل المتجهات لقوة F تصنع زاوية θ مع اتجاه الحركة.

الشغل ويقاس J — القوة وتقاس N — الإزاحة وتقاس m — الزاوية بين الإزاحة والقوة

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

العوامل التي يتوقف عليها الشغل

1- .....
2- .....
3- .....

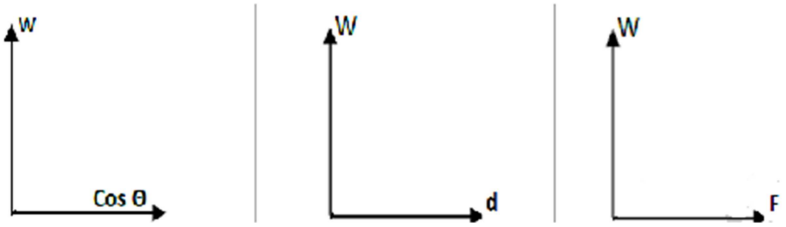
لاحظ

مركبة عمودية على اتجاه الحركة $(F \sin\theta)$ لا تسبب أي إزاحة

مركبة أفقية في اتجاه الحركة $(F \cos\theta)$ هي التي تسبب الإزاحة

لا يكون الشغل سوى نتيجة مركبة القوة الموازية لاتجاه حركة الجسم

اكمل الرسم البياني



علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً دقيقاً

١- **ينعدم الشغل المبذول علي جسم عندما يتحرك الجسم في مسار مغلق** . لان الازاحة في مسار مغلق = صفر

٢- **ينعدم الشغل المبذول علي جسم عندما يتحرك بسرعة ثابتة المقدار والاتجاه** . لان العجلة =صفر فان القوة = صفر

٣- **ينعدم الشغل المبذول علي جسم عندما يتحرك الجسم في مسار دائري** . لان اتجاه القوة عمودية على اتجاه الحركة

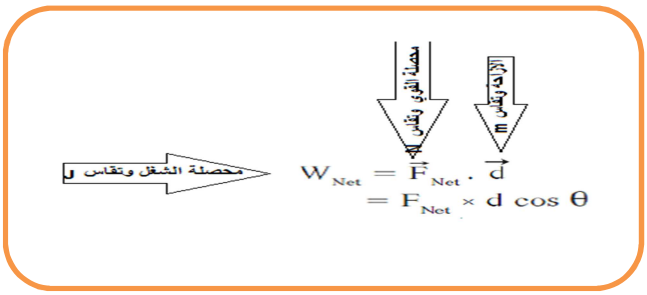
٤- **ينعدم الشغل المبذول علي جسم عندما يكون تأثير القوة عمودياً علي اتجاه الإزاحة** . لان الزاوية تصبح 90^o و $\cos 90 = 0$
(حيث $W = F\ d \cos\theta$)

٥- **الشغل المبذول ضد قوي الاحتكاك يكون سالباً** . لان الزاوية بين القوة واتجاه الحركة تصبح 180^oو $\cos 180 = -1$
(حيث $W = F\ d \cos\theta$)

☺ الشغل كمية موجبة او سالبة

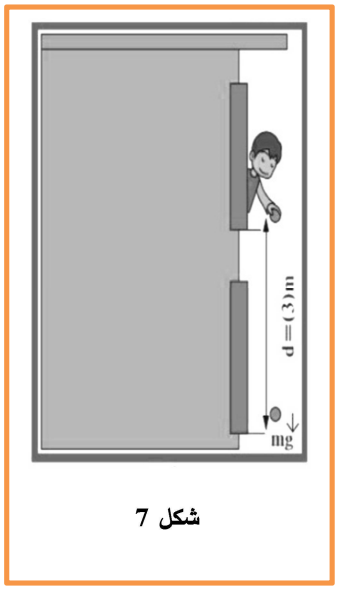
وجه المقارنة	الشغل الموجب	الشغل السالب	الشغل = صفر
نوع تغير السرعة	تزداد	تقل	سرعة منتظمة او الجسم ساكن
الزاوية بين القوة والإزاحة	$90 > \theta \geq 0$	$180 \geq \theta > 90$	$\theta = 90$
اتجاهالحركة مع القوة	نفس اتجاه الحركة	عكس اتجاه الحركة	عمودية على اتجاه الحركة

☺ محصلة الشغل لمجموعة من القوي المنتظمة



مثال

يحمل الولد فى الشكل كرة كتلتها 1.5kg خارج نافذة غرفته فى الطابق الثانى التى ترتفع عن الأرض 6m



شكل 7

أ – ما هو مقدار الشغل المبذول على الكرة نتيجة قوة إمساك الولد لها

.....

ب– أفلت الولد الكرة لتسقط تحت تأثير الجاذبية الأرضية .

ما هو مقدار الشغل الناتج عن قوة الجاذبية الأرضية إذا تحركت الكرة مسافة (3)m ؟

علما أن مقدار عجلة الجاذبية $g = (10)\ m/s^2$

.....

ج– ما هو مقدار الشغل الانتاج عن قوة الاحتكاك مع الهواء المفروض أنها ثابتة خلال سقوة الكرة مسافة 3m

علما أن مقدار قوة الاحتكاك F= 1N

.....

د– أحسب الشغل الكلى المبذول على الكرة نتيجة القوى المؤثرة فيها

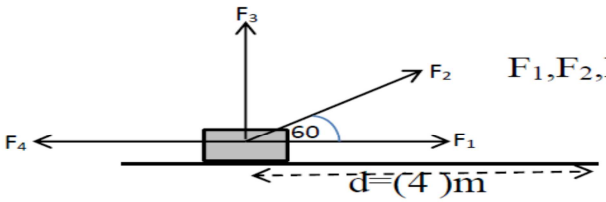
.....

مثال

من الشكل احسب مقدار الشغل الكلي المبذول عن القوي F_1, F_2, F_3, F_4

حيث أن هذه القوى متساوية وكلا منها تساوي (10)N

لتحريك الجسم ازاحة مقدارها (4)m شرقا

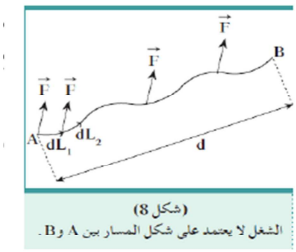


.....

.....

☺ الشغل الناتج عن قوة منتظمة على مسار منحنى

اشرح كيف نحسب الشغل الناتج عن قوة منظمة على مسار منحني كما بالشكل :



(شكل 8)
الشغل لا يعتمد على شكل المسار بين A و B .

1- حساب الشغل على المسافات الصغيرة $(W = \vec{F} . \Delta\vec{L})$

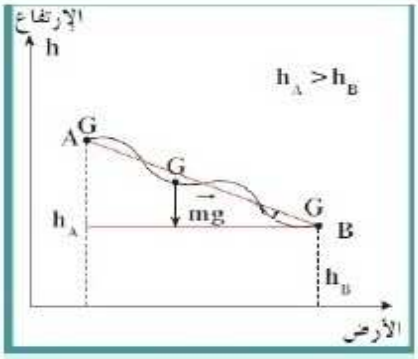
2- تجميع الشغول على طول المسار

$$W = \Delta W_1 + \Delta W_2 + \Delta W_3 + ...+ \Delta W_n$$

$$= \vec{F} . \Delta\vec{L}_1 + \vec{F} . \Delta\vec{L}_2 + ... + \vec{F} . \Delta\vec{L}_n = \vec{F} . \vec{AB}$$

حيث $\vec{AB}$ هي الإزاحة (وتساوي مجموع الإزاحات باتجاه الحركة رأسيا أوأفقيا) وليس طول المسار

يمكن حساب الشغل الناتج عن وزن الجسم



(شكل 9)
يتحرك الجسم من نقطة A إلى نقطة B .
الشغل الناتج عن وزن الجسم موجب .

الشغل ويقاس J — الوزن ويقاس N — الإزاحة وتقاس m — الكتلة وتقاس kg — عجلة الجاذبية وتقاس m/s^2 — الزاوية

$$W_w = (W) . d = (m g) . d . \cos\theta$$

الإرتفاع ويقاس m

$h_a - h_B$

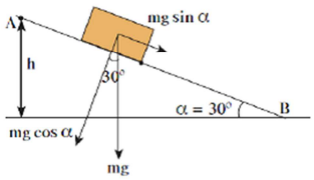
بالتالي يكون الشغل:

$$W_w = m g (h_a - h_B)$$

من العلاقة السابقة نستنتج أن :-

1- الشغل الناتج عن وزن الجسم يتوقف علي ..... ولا يعتمد علي .....
2- عندما يتحرك الجسم لاسفل فإن اشارة الشغل الناتج عن الوزن تكون .....
3- عندما يتحرك الجسم لأعلي فإن اشارة الشغل الناتج عن الوزن تكون .....
4- عندما يتحرك الجسم افقياً يكون مقدار الشغل الذي يبذله وزن الجسم يساوي .....

مثال



وضع صندوق خشبي كتلته g (100) على مستوى أملس يميل بزاوية (30) مع المستوى الأفقي

احسب الشغل الناتج عن وزن الصندوق اذا تحرك علي المستوى المائل مسافة AB = (50) cm

.....
.....

☺ التمثيل البياني للشغل الناتج عن قوة منتظمة

المساحة تحت المنحني (F - d) هي مساحة .....

وتساوي مقدار .....

اذن :- الشغل بيانياً يساوي المساحة تحت منحني (القوة — الازاحة)

الشغل = حاصل ضرب الطول d في العرض F

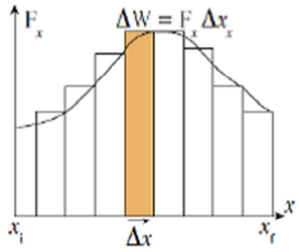
(شكل 12)
تمثيل الشغل من خلال المساحة تحت المنحنى

☺ الشغل الناتج عن قوة متغيرة

اكمل القوة التي يتغير مقدارها او اتجاهها او يتغير مقدارها واتجاهها معا مثل قوة الشد في الزنبرك تسمي قوة .....

لحساب الشغل الناتج عن قوة متغيرة بطريقتين

1- ناخذ ازاحات صغيرة كي تكون القوة المؤثرة في هذة الازاحة منظمة تقريبا

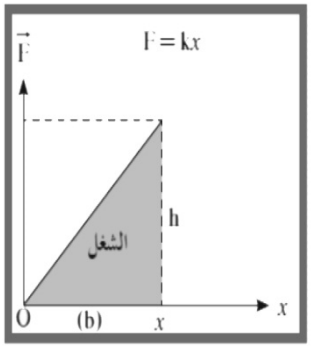


وبالتالي نحسب الشغل الكي من العلاقة:-

$$W = \sum_{x_i}^{x_f} F_x \Delta x$$

الشغل الكلي يقاس J — مجموعة تدل مجموع — القوة المؤثرة في ازاحة صغيرة تقاس N — الازاحة الصغيرة تقاس m

2- الشغل يساوي المساحة تحت المنحني F بدالة X



يمثل الشغل بمساحة المثلث وتساوى المساحة

$$s = \frac{b\,xh}{2}$$

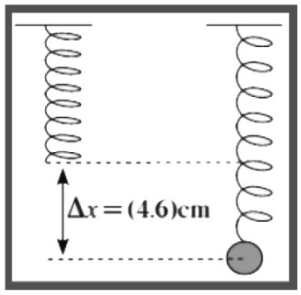
$$F = k.\Delta x$$

$$W = \frac{1}{2}F.\Delta x$$

بالتالي الشغل يساوي:-

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

الشغل ويقاس J — ثابت هوك ويقاس N/m — استطالة او انضغاط الزنبرك ويقاس m



مثال علقت كتلة مقدارها kg (0.15) = m بالطرف الثانى الحر للزنبرك المعلق رأسيا كما فى الشكل

أحسب مقدار الشغل المبذول لاستطالة الزنبرك مسافة مقدارها cm (4.6).

الحل.....

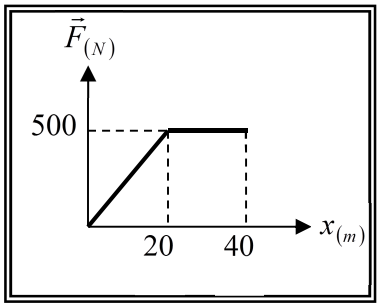
.....

س1: أذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

1- الشغل الناتج عن وزن كتلة معلقة في نابض مرن .

.....

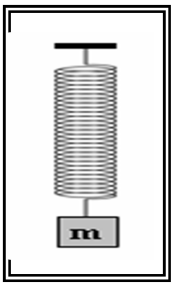
س2ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام أنسب إجابة لكل من العبارات التالية :-



1- الشكل المقابل يمثل منحني (F-x) المعبر عن حركة سيارة تحت تأثير قوي متغيرة خلال الحركة ، ومن المنحني يكون الشغل الذي بُذل علي السيارة بوحدة (j) يساوي :

❐ 25 ❐ 5000

❐ 15000 ❐ 20000



2- – الشكل المقابل يمثل نابض مرن ثابت القوة له (k = 100 N/m) علقت به كتلة (m) ، فاستطال النابض بتأثيرها مسافة (Δ x) مقدارها cm (5) فإن :

أ – مقدار القوة المحدثة للاستطالة بوحدة (N) تساوي :

❐ 1 ❐ 5 ❐ 10 ❐ 25

ب – مقدار الكتلة المعلقة في النابض بوحدة (kg) تساوي :

❐ 0.05 ❐ 0.5 ❐ 5 ❐ 10

الشغل والطاقة

هل بامكانكم انجاز شغل ما من دون امتلاككم طاقة الكافية لذلك؟؟؟؟؟؟؟؟.....

☺ تعريف الطاقة

علل لما يلي

• إذا أسقط مطرقة على مسمار من مكان مرتفع ، بنغرز المسمار أكثر أى تنجز شغلا أكبر مقارنة بإسقاطها من مكان أقل ارتفاعا ،

لأنها تملك فى حالة الأولى طاقة ..... **لذلك** يتوقف مقدار الشغل المنجز على مقدار الطاقة التى يصرفها الجسم

ما المقصود بـ:- • الطاقة؟.....

اكمل • الوحدة الدولية لقياس الطاقة هي.....

• بذل علي الجسم طاقة ولم يتحرك فان الشغل يساوي.....

☺ الطاقة الحركية

ما المقصود بـ:- • الطاقة الحركية.....

الطاقة الحركية (KE)

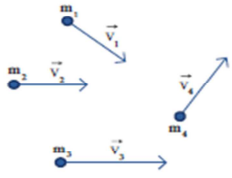
لجسم صلب يدور	لجسم صلب كتلته M	لنظام مؤلف من كتل نقطية	لكتلة نقطية
$KE = \frac{1}{2} I\omega^2$	$KE = \frac{1}{2} Mv^2$	$KE = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + \cdots + \frac{1}{2} m_n v_n^2$	$KE = \frac{1}{2} mv^2$

(أ) الطاقة الحركية لكتلة نقطية

تتوقف الطاقة الحركية لجسم علي:-

1- .....

2- .....



الطاقة الحركية النقطية وتقاس J — $KE = \frac{1}{2} mv^2$ — كتلة الجسم وتقاس Kg — السرعة الخطية وتقاس m/s

(ب) الطاقة الحركية لنظام مؤلف من كتل نقطية:

$$KE = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + \cdots + \frac{1}{2} m_n v_n^2$$

(ج) الطاقة الحركية لجسم صلب

كتلة نقطية علي الجسم الصلب

$$KE = \frac{1}{2} \Sigma m_i v^2$$

كتلة الجسم الصلب

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

(د) طاقة الحركة لجسم صلب يدور

جميع نقاطه ستملك السرعة الدورانية نفسها

(شكل 20)
عندما تدور العجلة حول محور الدوران Δ بسرعة دورانية ω، تكون لجميع نقاطها السرعة الدورانية نفسها.

استنتج العلاقة الرياضية لحساب طاقة الحركة الدورانية لجسم صلب يدور

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

$(r\omega)^2$

$$KE = \frac{1}{2} \Sigma m (r\omega)^2$$

قصور ذاتي دوراني يقاس بـ $Kg.m^2$: I

$$KE = \frac{1}{2} \omega^2 \Sigma m r^2$$

$$KE = \frac{1}{2} I \omega^2$$

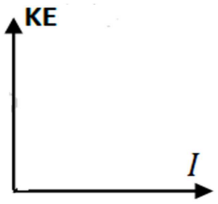
لاحظ
r بعد المسافة عن مركز الدوران وتقاس m
ω السرعة الزاوية rad / s

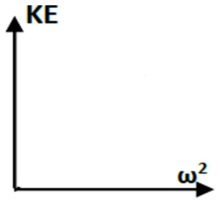
يختلف القصور الذاتي الدوراني لجسم باختلاف شكلة ومحور دورانه

الجسم	مقدار القصور الذاتي الدوراني
كتلة نقطية m تبعد عن محور الدوران Δ مسافة r	$I = mr^2$
قرص مصمت كتلته M ونصف قطره r يدور حول محور عمودي يمر في مركزه	$I = \frac{1}{2} Mr^2$
حلقة دائرية كتلتها M و نصف قطرها r تدور حول محور عمودي يمر في مركزها	$I = Mr^2$
عصا منتظمة الشكل طولها L و كتلتها M تدور حول محور عمودي يمر في نقطة الوسط	$I = \frac{1}{12} ML^2$

تتوقف طاقة الحركة الدورانية علي

..... -1
..... -2





مسالة استخدم الجدول السابق لإيجاد الطاقة الحركية الدورانية لعصا كتلتها m =(500) g وطولها (50)cm تدور حول محور يمر فى نقطة الوسط بسرعة دورانية تساوى (10) ard / s

.....

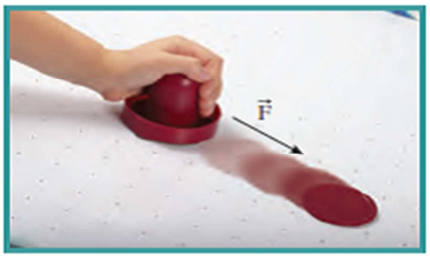
.....

ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام أنسب إجابة لكل من العبارات التالية :-

- إطار دراجة قصوره الذاتي الدوراني $\left(I = 10 \ \ kg \cdot m^2 \right)$ يدور حول محور عمودي يمر بمركزه بسرعة زاوية مقدارها (10) rad / s ، فإن الطاقة الحركية الدورانية للإطار بوحدة (J) تساوي :

❐ 5 ❐ 50 ❐ 500 ❐ 1000

☺ العلاقة بين الطاقة الحركية والشغل



(شكل 21)
يدحرك الفرس على الطاولة الهوائية نتيجة للقوة $\vec{F}$ التي تسببها حركة اليد.

اثبت أن : الشغل الناتج عن محصلة القوي الخارجية المؤثرة في جسم خلال فترة زمنية محددة يساوي التغير في طاقته الحركية خلال الفترة نفسها .

الشغل الناتج عن محصلة قوى منتظمة $\sum \vec{F}$ خلال هذة الإزاحة Δx يساوى

$$W = \sum F \cdot \Delta x = m.a.\Delta x$$

الحركة الخطية منتظمه العجلة

$$v_f^2 - v_i^2 = 2a.\Delta x \Longrightarrow a.\Delta x = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2}$$

$$w = m\ \frac{v_f^2 - v_i^2}{2}$$ حصل على قانون الطاقة الحركية :

$$W = \frac{1}{2} m.v_f^2 - \frac{1}{2}\ m.v_i^2$$

$$W = \Delta KE$$

لاحظ
معاني الرموز:-
a العجلة وحدتها m/s^2
V_i السرعة الابتدائية وحدتها m/s
V_f السرعة النهائية وحدتها m/s
m الكتلة وحدتها kg
ΔKE التغير في طاقة الحركة وحدتها J

مسألة أستخدم قانون الطاقة الحركية لإيجاد سرعة كرة سقطت من سكون من أرتفاع 50 cm (50) عن سطح الأرض لحظه أرتطامها بالسطح اهمل الأحتكاك مع الهواء واستخدم عجلة الجاذبية $g = (10)\ m/s^2$

اذا بدأ الجسم حركته من السكون أو سقط من السكون نضع $V_i = 0$

اذا توقف الجسم أو تحرك علي مستوي مائل لاعلئ فتوقف نضع $V_f = 0$

.....

.....

مسألة قذف جسم كتلته 200g (200) من النقطة A رأسيا إلى أعلى بسرعة ابتدائية V_A =(20) m/s

ليصل فى غياب الاحتكاك إلى أقصى أرتفاع عند النقطه B

أ. أحسب الطاقة الحركية عند نقطة الانطلاق A

.....

ب. أحسب الطاقة الحركية للجسم عند النقطة B

.....

ج. أحسب المسافة التى قطعها الجسم فى غياب الأحتكاك

.....

☺ الطاقة الكامنة (PE)

أمثلة :- 1- الطاقة الكامنة داخل المركبات الكيميائية وهي موجودة مثلاً في الفحم الحجري والبطاريات والغذاء

2- طاقة كامنة مرنة 3- طاقة كامنة تثاقلية

الطاقة الكامنة هي طاقة يختزنها الجسم وتسمح له بإنجاز شغل للتخلص منها

الطاقة الكامنة المرنة (PE_e)

هي الطاقة التي تختزنها الاجسام المرنة عند شدها او ضغطها او ليها

وهي تساوي الشغل الذي بذل لتغيير وضعها لوضع مستقر الى وضع الاستطالة او الانكماش او اللي

1- في حالة الزنبرك(النابض المرن)

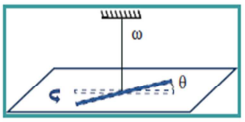
$$PE_e = \frac{1}{2} K \Delta X^2$$

2- في حالة الخيط المطاطي الذي يسمح للنظام بالعودة الى وضعه الأولي

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

حيث θ الازاحة الزاوية وتقاس Rad

C ثابت مرونة الجسم ويقاس $N.m/rad^2$



عند لي الجسم المثبت بخيط مطاطي مرن ، فإنّ طاقة كامنة مرنة تخزن بالخيط المطاطي وتسمح للجسم بالعودة إلى وضعه السابق عند إزالة القوّة المسبّبة لليّه.

علل :- يعود الزنبرك الي وضعه الاصلي بعد افلاته

ج) بسبب اختزان الشغل المبذول في الزنبرك على شكل ..... تجعله يعود لوضعه الأصلي .

ما العوامل التي يتوقف عليها كلا من :-

أ) الطاقة الكامنة المرنة المختزنة في الزنبرك

.....

ب) الطاقة الكامنة المرنة المختزنة في خيط مطاطي

.....

ت) ثابت مرونة الجسم المرن

.....

.....

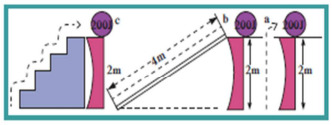
.....

الطاقة الكامنة (الوضع) التثاقلية (PE_g)

هي الشغل المبذول على الجسم لرفعه الى نقطة ما

$$W = PE_g = F.h$$

$$PE_g = mgh$$



(شكل 24)
الطاقة الكامنة في حجر وزن N(100) تساوي J(200)، ويُلاحظ أن ارتفاع الحجر عن الأرض (المستوى المرجعي) ثابت ويساوي m(2).
(a) رفع الحجر إلى الأعلى مرة واحدة بقوة N(100).
(b) رفع الحجر إلى الأعلى بقوة N(50) على سطح مائل طوله m(4).
(c) رفع الحجر إلى الأعلى بقوة N(100) لكن مرحلة سلّم ارتفاعها m(0.5).

ما المقصود بالمستوي المرجعي :-

هو المستوي الذي نبدأ منه قياس الطاقة الكامنة وتساوي الطاقة الكامنة عنده صفر

ما العوامل التي يتوقف عليها الطاقة الكامنة التثاقلية لجسم ؟

.....

اكمل كلا مما يلي :-

يعتبر العلماء الطاقة الكامنة التثاقلية عند سطح الارض تساوي .....

الطاقة الكامنة التثاقلية للجسم لا ترتبط بكيفية الوصول الي ارتفاع معين لكنها ترتبط بـ.....

التغير في طاقة الوضع التثاقلية لجسم (ΔPE_g)

هي نتيجة تغير موضع مركز ثقل الجسم رأسيا بين نقطتين بالنسبة الى المستوى المرجعي الافقي

$$\Delta PE_g = PE_f - PE_i = mg\,(h_f - h_i) = mgh$$

فاذا تحرك مركز كتلة الجسم راسيا الى **اعلى** فان التغير في طاقة الوضع التثاقلية للجسم يكون **موجب** $\Delta PE_g > 0$ والشغل المبذول من وزن الجسم يكون **سالب** ($W = -mgh$)

فاذا تحرك مركز كتلة الجسم راسيا الى **اسفل** فان التغير في طاقة الوضع التثاقلية للجسم يكون **سالب** $\Delta PE_g < 0$ والشغل المبذول من وزن الجسم يكون **موجب** ($W = mgh$)

$$\Delta PE_g = -W$$

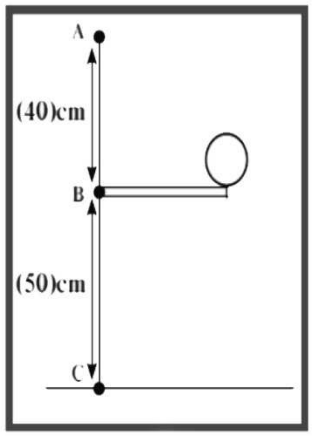
☺ الطاقة الميكانيكية(ME)

الطاقة اللازمة لتغيير موضع الجسم او تعديله او مجموع طاقة الجسم الحركية وطاقته الكامنة

$$ME = KE + PE$$

مسألة كرة كتلتها $m = 0.1kg$ موضوعة على المستوى الأفقى المار بالنقطة B كما فى **الشكل 25** إستخدم عجلة الجاذبية الأرضية $g= 10N/Kg$.

وأحسب الطاقة الكامنة التثاقلية للكرة بالنسبة إلى **المستوى المرجعى** B ، فى كل من الحالات التالية



شكل 25

أ- عند المستوى الأفقى المار بالنقطه A الذى يرتفع عن المستوى الأفقى المار بالنقطة B مسافة 40cm

.....

ب- عند المستوى الأفقى المار بالنقطة B

.....

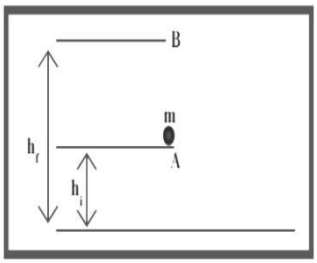
ج- عند المستوى الأفقى المار بالنقطة C الذى ينخفض عن المستوى الأفقى المار بالنقطة B مسافة 50cm

.....

مسألة

الشكل 26 يوضح كتلة مقدارها 5kg تم رفعها رأسيا من النقطة A التى ترتفع 2m عن سطح الأرض إلى النقطة B التى ترتفتع 12m عن سطح الأرض .

استخدم $g= 10\ m/s^2$



(شكل 26)

أ- أحسب الشغل المبذول من وزن الجسم خلال الإزاحة من A الى B

.....

ب- أحسب التغير فى طاقة الوضع التثاقلية للجسم خلال تحريكة من A الى B

.....

ج- قارن بين الشغل المبذول للوزن والتغير فى طاقة الوضع التثاقلية

.....

الطاقة الميكانيكية

اجسام يمكن قياسها ورؤيتها بالعين

اجسام صغيرة جدا لاترى بالعين

الطاقة الميكانيكية الماكروسكوبية (ME_{macro})

مجموع الطاقة الحركية (KE_{macro}) والطاقة الكامنة (PE_{macro}) للجسم

$$(ME_{macro}) = (KE_{macro}) + (PE_{macro})$$

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

طاقة وضع تثاقلية $= mgh$

طاقة وضع مرونية $= \frac{1}{2} K X^2$

الطاقة الميكانيكية الميكروسكوبية (ME_{micro})

مجموع طاقات الحركة (KE_{micro}) و الوضع (PE_{micro}) لجسيمات النظام

$$U = (KE_{micro}) + (PE_{micro})$$

هي مجموع طاقة الوضع والحركة لجزيئات المادة

☺ حفظ بقاء الطاقة الكلية

♦اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل عبارة من العبارات التالية :

الانظمة التي لاتتبادل طاقة مع محيطها (.....)

مجموع الطاقة الداخلية U والطاقة الميكانيكية **ME** (.....)

الطاقة لاتفني ولاتستحدث من عدم ؛ ويمكن داخل اي نظام معزول ان تتحول من شكل الي اخر؛ فالطاقة الكلية للنظام ثابتة لاتتغير(.....)

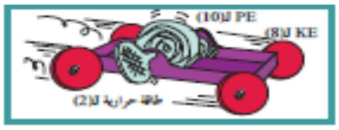
مثال لحفظ الطاقة

نظام معزول (الارض والسيارة والهواء المحيط)

لاحظ ان الطاقة الكلية E لم تتغير

نجد ان جزء من الطاقة الكامنة المرنة يتحول لطاقة حركية

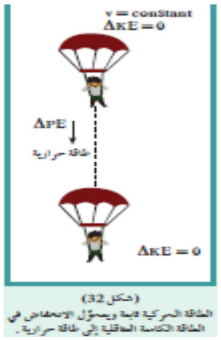
ويتحول الجزء الباقي الي طاقة حرارية نتيجة الاحتكاك



(شكل 31)

ليس هناك فقدان للطاقة ، لان الطاقة الكامنة المرنة (PE) قد تحوّلت إلى طاقة حركية (KE) وطاقة حرارية.

اثناء سقوط الجسم	نظام معزول (مظلى – ارض – عديم الاحتكاك)	نظام معزول (مظلى – ارض – وجود الاحتكاك)
E الطاقة الكلية	ثابتة $\Delta E = 0$	ثابتة $\Delta E = 0$
KE طاقة الحركة	تزداد	ثابته
PE طاقة الوضع التثاقلية	تقل	تقل
ME الميكانيكية	ثابتة $\Delta ME = 0$	تقل
Uالداخلية	ثابتة $\Delta U = 0$	تزداد



(شكل 32)

الطاقة الحركية ثابتة ويعوّل الانخفاض في الطاقة الكامنة الطقلية إلى طاقة حرارية.

علل لما يلي

في الانظمة المعزولة المغلقة تكون الطاقة الكلية محفوظة

.....

وجه المقارنة	حفظ الطاقة الميكانيكية في نظام معزول	عدم حفظ الطاقة الميكانيكية في نظام معزول
العلاقة	$\Delta E = 0$ $\Delta U = 0$ $\Delta ME = \Delta KE + \Delta PE = 0$	$\Delta E = 0$ $\Delta U = W = Fd$ $\Delta ME = -\Delta U = -w = -fd$

☺ حفظ بقاء الطاقة الميكانيكية في نظام معزول

لناخذ نظام معزول (الارض والكرة) وندرس الطاقة الميكانيكية اثناء سقوطها باهمال الاحتكاك مع الهواء

نجد كما في جدول المقارنه الطاقة الكلية ثابته والطاقة الداخلية تابتة والطاقة الميكانيكية ثابته

ثابته تعني التغير = صفر

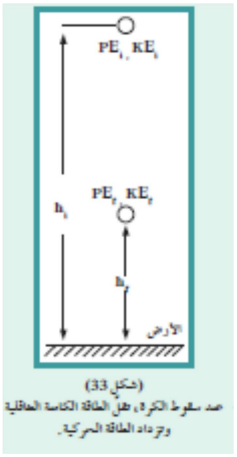
استنتج ان التغير في الطاقة الكامنة (الوضع)يساوي معكوس التغير في الطاقة الحركية

.....

.....

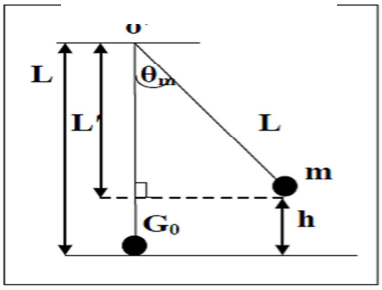
في الانظمة المعزولة عندما تكون الطاقة الميكانيكية محفوظة

يمكننا ان نستنتج ان التغير في الطاقة الكامنة(الوضع) يساوي معكوس التغير في طاقة الحركة



(شكل 33)
عند سقوط الكرة، تقل الطاقة الكامنة الجاذبية وتزداد الطاقة الحركية.

مثال تطبيقي على حفظ الطاقة الميكانيكية في الانظمة المعزولة (البندول البسيط)



• استنتج قانون حساب الطاقة الميكانيكية للبندول البسيط عند اى لحظة بدلالة زاوية ميل خيط البندول θ_m

يصنع زاوية θ_m ويكتسب طاقة وضع تثاقلية تمثل بالمعادلة : $PE_g = m\,g\,h$

حيث : $h = L - L'$

$L' = L\cos\theta_m$

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

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

$$\therefore PE_g = mgL(1 - \cos\theta_m)$$

* عند وصول البندول لأقصى ارتفاع : البندول في هذه الحالة ساكن فيكون : $KE = 0$

$$ME_0 = PE_g = mgL(1 - \cos\theta_m)$$

الطاقة الميكانيكية تصبح كلها طاقة وضع تثاقلية عظمى

* في اى لحظة بين نقطة الافلات والنقطة G_0 يكتسب البندول طاقة حركة ويخسر جزء من طاقة الوضع التثاقلية

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

* عند وصول البندول G_0 : $PE_g = 0$

$$ME_g = KE_m = \frac{1}{2}mv^2$$

الطاقة الميكانيكية تصبح كلها طاقة حركة عظمى

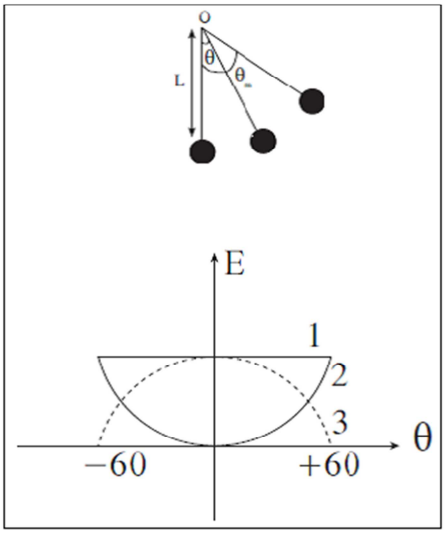
$$KE_m = \frac{1}{2}mv^2$$

مسالة : بندول بسيط مؤلّف من كتلة نقطية مقدارها $m = (200)g$ معلّقة بطرف خيط عديم الوزن غير قابل للتمدّد طوله $L = (1)m$ ومثبّت من طرفه الآخر بالنقطة O على حامل كما في الشكل

أُزيحت الكتلة من موضع الاستقرار مع إبقاء الخيط مشدودًا بزاوية $\theta_m = 60^o$ وأُفلِتت من سكون للتحرّك حول المحور المارّ بالنقطة O .

(المستوى المارّ بمركز ثقل الجسم عند موضع الاتّزان يمثّل المستوى المرجعي للنظام (البندول ، الحامل ، الأرض) .

بإهمال الاحتكاك وباستخدام أدوات مخبرية مناسِبة، تمّ رسم بيانيًّا كلًّا من الطاقة الميكانيكية ، والحركية ، والطاقة الكامنة التثاقلية للنظام (البندول ، الحامل ، الأرض) بدلالة الزاوية θ في الشكل



الحل

(أ) حدِّد أيّ نوع من الطاقة يمثّلها كلّ من الرسوم البيانية الثلاثة معلِّلًا إجابتك .

1- يمثل الطاقة ..... لانها ..... بغياب الاحتكاك 3- يمثل الطاقة ..... حيث تكون قيمه ..... عند $\theta = 0$

2- يمثل الطاقة.....حيث تساوي .....عند $\theta = 0$

(ب) اِستنتِج مقدار الطاقة الميكانيكية للنظام .

$ME = mgL(1 - \cos 60)$ .....

(جـ) أكتب بالنسبة إلى الزاوية θ الصيغة الرياضية للطاقة الكامنة التثاقلية .

$PE_g = mgL(1 - \cos\theta)$ = ... $= 2 - 2\cos\theta$

(د) أكتب بالنسبة إلى الزاوية θ الصيغة الرياضية للطاقة الحركية .

$KE = 1 - 2 + 2\cos\theta \quad = 2\cos\theta - 1$

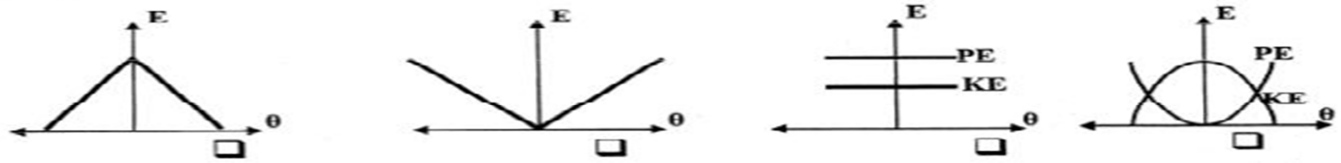
(هـ) اِستنتِج رياضيًّا الزاوية التي تتساوى عندها الطاقة الحركية والطاقة الكامنة التثاقلية .

$2\cos\theta - 1 = 2 - 2\cos\theta$

$\cos\theta = \frac{3}{4}$

$\theta = 41.4^o$

أفضل خط بياني يمثل العلاقة بين الطاقة الحركية (KE) ، وطاقة الوضع التثاقلية (PE) بتغير الزاوية (θ) لبندول بسيط (في غياب الاحتكاك) هو :



☺ عدم حفظ الطاقة الميكانيكية في نظام معزول

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

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

$$\Delta ME = -W_f$$

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

f قوة الاحتكاك تقاس N

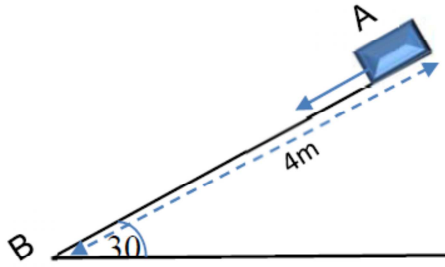
d الازاحة تقاس m

التغير في الطاقة الميكانيكية في نظام معزول يساوي الشغل الناتج عن مجموع قوى الاحتكاك W_f المؤثرة في النظام

مثال

صندوق كتلته m=(100)gm أفلت من سكون من النقطة A على المستوى المائل الخشن AB=(4) m الذي يصنع زاوية ميل α مع المستوى الأفقي مقدارها 30 كما في الشكل

أحسب مقدار قوة الاحتكاك على المستوي المائل اذا ما وصل الصندوق الى النقطة B عند نهاية المستوى المائل بسرعة مقدارها V_B=(6)m/S أعتبر قوة الاحتكاك قوة ثابتة



.....

.....

.....

☺ كمية الحركة الخطية و الدفع

في الشكل المقابل لماذا يستطيع اللاعب كسر الالواح الخشبية ؟؟؟

او لماذا السقوط علي ارض اسمنتية اشد الما من السقوط علي ارض حشبية؟؟؟

لان الزمن .....وبالتالي الدفع.....

☺ كمية الحركة

♦علل لما يلي

- ايقاف شاحنة كبيرة اصعب من ايقاف سيارة صغيرة

.....

- ايقاف سيارة تسير بسرعة كبيرة اصعب من ايقاف سيارة مماثلة لها تسير ببطء

.....

- كمية الحركة كمية متجهه

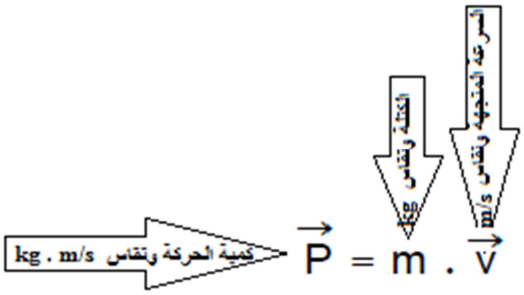
.....

(شكل 47)
السيارة والشاحنة تتحركان بالسرعة نفسها ولكن كمية حركة الشاحنة أكبر لأن كتلتها أكبر.

♦تتوقف كمية الحركة علي 1- ..... 2- .....

♦اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل عبارة من العبارات التالية :

- القصور الذاتي للجسم المتحرك (.....)
- حاصل ضرب الكتلة ومتجة السرعة (.....)



نظام مؤلف من مجموعة كتل نقطية

كمية الحركة للنظام = حاصل جمع المتجهات لكمية الحركة لكل كتلة نقطية

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

تذكير بجميع المتجهات

1. محصلة متجهين $\vec{P}_1$ و $\vec{P}_2$ متعاكسين بالاتجاة تساوى فى المقدار طرح المتجة الكبير من مقدار المتجة الصغير واتجاهها يكون باتجاه المتجة الاكبر $\vec{P}_1 > \vec{P}_2$

$$P = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$$

2. محصلة متجيهن $\vec{P}_1$ و $\vec{P}_2$ متعاكسين باتجاة تساوى فى المقدار طرح المتجة الكبير من مقدار المتجة الصغير واتجاهها يكون باتجاة المتجة الاكبر $\vec{P}_1 > \vec{P}_2$

$$P = \vec{P}_1 - \vec{P}_2$$

3. محصلة متجيهن $\vec{P}_1$ و $\vec{P}_2$ متعامدين تساوى فى المقدار طول وتر المستطيل المتكون من المتجهين ويصنع زاوية $\propto$ مع المتجة $\vec{P}_1$

$$P = \sqrt{P_1^2 = P_2^2}$$

$$\tan \propto = \frac{P_2}{P_1}$$

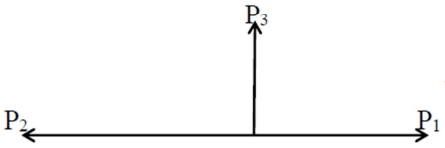
متجة الوحدة : متجة له مقدار يساوى وحدة واحدة من وحدات القياس ويرمز له باستخدام حرف مع إشارة المتجة علية ويستخدم ليشير إلى الاتجاة فى الفضاء.

مسالة P_1 , P_2 ,P_3 في الشكل الموضح تمثل متجهات كمية الحركة للكتل النقطية الثلاث (A_1 , A_2 , A_3) علما أن $P_1 = (5)\ i$, $P_2 = (-8)\ i$, $P_3 = (4)\ j$

أحسب كمية الحركة المتجهة للنظام

.....

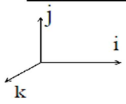
.....



.....

.....

في الأنظمة الكارتيزية هناك ثلاثة متجهات وحدة لمحاور الإسناد الثلاثة هي :-



المتجه (i) يرمز لمتجه الوحدة على محور الاسناد (x x)

المتجه (j) يرمز لمتجه الوحدة على محور الاسناد (y y)

المتجه (k) يرمز لمتجه الوحدة على محور الاسناد (z z)

الضرب النقطي (العددي) لمتجهين متعامدين يساوي صفرا

أي أن (i . j = 0) , (i . k = 0) , (j . k = 0)

الضرب النقطي (العددي) لمتجه بنفسه يساوي 1

أي أن (i . i = j . j = k . k = 1)

◎ الدفع يغير كمية الحركة

اكمل ما يلي عرفنا سابقا ان تغير كمية الحركة تعني التغير في الكتلة او.....او الاثنين معا ولكن غالبا ما تكون الكتلة ثابته فان التغير في السرعة المتجهة يعني حدوث.....وبالتالي يعني وجود .....

كلما كان مدة تاثير القوة في الجسم اطول كلما كان التغير في كمية الحركة.....

وبالتالي نستنتج ان .....و .....عاملان ضروريان لاحداث التغير في كمية الحركة لذلك الدفع يغير كمية الحركة

العوامل التي يتوقف عليها الدفع

1 .....

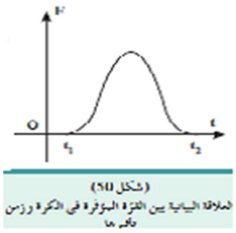
2-.....

علل لما يلي الدفع كمية متجهة

.....

♦اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل عبارة من العبارات التالية :

حاصل ضرب مقدار القوة في زمن تاثيرها (.....)



(شكل 50)
العلاقة البيانية بين القوة المؤثرة في الكرة وزمن تأثيرها

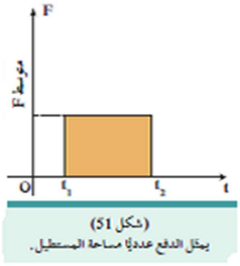
$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

الدفع ويقاس N/s

القوة تقاس N

الزمن يقاس s

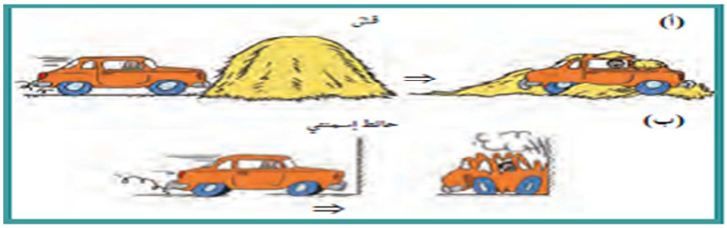
القوة المؤثرة $\vec{F}$ في المعادلة هي قوة متغيرة خلال فترة تأثيرها كما هو الحال في كرة القدم التي تتلقى الدفع من قدم اللاعب حيث تزداد القوة من صفر في لحظة تماس القدم بالكرة إلى قيمة عظمى ثم تتناقص إلى أن تتلاشى في لحظة انفصال الكرة عن قدم اللاعب ،



(شكل 51)
يمثل الدفع عدديًا مساحة المستطيل.

متوسط القوة $\vec{F}$ وهي القوة الثابتة التي لو أثرت في الجسم للفترة الزمنية نفسها لاحدثت الدفع نفسة الذى تحدثة القوة المتغيرة

ملاحظة القوة المسببة للدفع يقصد بها دائما
متوسط القوة وليس القوة المتغيرة



(شكل 52)
إن حدث التغير لكمية الحركة في فترة زمنية أطول يكون تأثير قوة الدفع $\vec{F}$ أقل (أ). بينما إذا حدث التغير في كمية الحركة في فترة زمنية قصيرة ، يكون تأثير القوة F أكبر (ب).

قانون الدفع والتغير في كمية الحركة

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

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

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

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

☺ القانون الثاني لنيوتن

نستخدم معادلة القانون الثاني لنيوتن $\sum \vec{F} = m.\vec{a}$ لنستنتج علاقة تربط بين القوة والتغير في كمية الحركة

$$\sum \vec{F} = m\,\vec{a} \qquad a = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

$$\therefore \sum \vec{F} = \frac{(m.\Delta \vec{V})}{\Delta t}$$

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

الصيغة الجديدة لقانون نيوتن الثاني

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

dt تقترب من الصفر فان محصلة القوة تؤول لكمية حركة

$$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$$

لاحظ

$$I = F.\Delta t = \Delta P = m(V_f - V_I)$$

مسالة كتلة نقطية مقدارها(1)kg تتحرك بسرعة منتظمة مقدارها (10)m/s في الاتجاه الموجب لمحور x اثرت قوة منتظمة على الجسم لمدة (4)s فخفضت مقدار السرعة الى (2)m/s من دون ان تغير اتجاهها

1- ما هو مقدار كمية الحركة للكتلة قبل تأثير القوة وبعده

.....

2- احسب مقدار الدفع على الكتلة

.....

3- ما هو مقدار القوة المؤثرة في الجسم واتجاهها

.....

مسالة أثرت قوة مقدارها N (3000) لمدة S (4) في كتلة كبيره مقدارهاkg (950) ، **أحسب كلا مما يلي :**

(أ) مقدار الدفع علي الكتلة .

.....

(ب) التغير في مقدار كمية الحركة .

.....

(جـ) التغير في مقدار متجه السرعة .

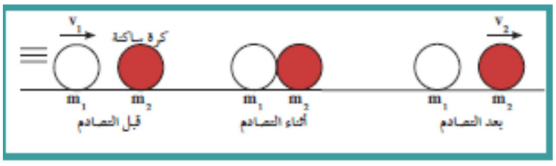
.....

هل هناك تغير في كمية حركة الكرات قبل التصادم وبعده ؟ وهل زاوية التصادم تؤثر؟

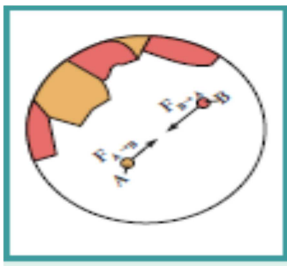
الكرة الساكنة اكتسبت سرعة وكمية حركة والكرة المتحركة خسرت.....

هل كية الحركة التي اكتسبتها الكرة التي كانت ساكنة تساوي كمية الحركة التي خسرتها الكرة المتحركة

.....



(شكل 54)
كرة بليارد تصطدم بكرة ساكنة



(شكل 55)
قوى التفاعل بين جزيئات الغاز داخل الكرة لا تحدث تغييرا في كمية حركة الكرة.

☺ حفظ (بقاء) كمية الحركة

لايحدث تغير في كمية الحركة الا في وجود قوة خارجية موثرة في الجسم او النظام

لاحظ إذا دفعت مقعد السيارة الأمامي فيما تجلس علي المقعد الخلفي لا تحدث تغييرا في كمية حركة السيارة ، فبحسب القانون الثالث لنيوتن ، قوي التفاعل بين الجزيئات او قوتك المبذولة علي مقعد السيارة هي قوي داخلة تتواجد علي شكل زوج من القوي المتزنة يلغي تأثيرا داخل الجسم ولا تستطيع ان تغير كمية حركة السيارة

♦اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل عبارة من العبارات التالية :

- النظام حيث تكون محصلة القوة الخارجية المؤثرة فيه مساوية للصفر (.....)
- كمية حركة النظام ، في غياب القوي الخارجية المؤثرة ، تبقي ثابتة ومنتظمة ولا تتغير . (.....)

♦ علل لما يلي

- كمية الحركة هي كمية محفوظة في النظام المعزول

لان $\sum f_{ext} = 0$ وبكتابة القانون الثاني لنيوتن لنظام معزول $\sum f_{ext} = \frac{dp}{dt} = 0$ و بالتالي $\frac{dp}{dt} = 0$ أي ان كمية الحركة P هي كمية محفوظة .

هناك انظمة عديدة تتصف بحفظ (بقاء) كمية الحركة

1-النشاط الاشعاعي للذرات .2-..... 3-..... 4.التفاعل بين جزيئات الغاز داخل الكرة

اما عندما تؤثر قوة خارجية في حركة نظام تجعل هذا النظام يتصف بعدم بقاء(حفظ) كمية الحركة مثل

1- ..... لانها تغير السرعة مقدار او اتجاها او الاثنين معا 2- ..... لانها يتغير اتجاه السرعة

☺ سرعة ارتداد المدفع

- من تطبيقات حفظ بقاء كمية الحركة ..... عند اطلاق القذيفة
- ماذا يحدث لولد يقف علي زلاجة ويرمي حجر ثقيل الي الامام

.....

قانون حساب سرعة القذيفة

في النظام المؤلف من المدفع ، والقذيفة (شكل 56) نجد ان النظام قبل الأطلاق ساكن حيث ان وزن النظام رأسي إلى الأسفل يساوي قوة رد الفعل الرأسية إلى إعلى .

$\sum f_{ext} = 0$

وبالتالي النظام معزول وكمية حركة النظام الأولية تساوي صفراً

$p_i = 0$

عند لحظة الأطلاق ، ينفجر البارود ويولد غازاً يقذف القذيفة خارج ماسورة المدفع بأتجاه الأمام ويرتد المدفع نحو الخلف ، وبحسب القانون الثالث لنيوتن ، لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ، ومعاكس له في الاتجاه . والقوي التي يمارسها الغاز على القذيفة والمدفع هي قوي داخلية بالنسبة على النظام (مدفع – قذيفة) ، وبالتالي تبقى محصلة القوي الخارجية المؤثرة تساوي صفراً والنظام معزولا ، فتكون كمية حركة النظام محفوظة .

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

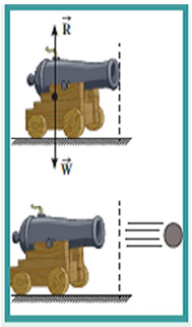
$$\vec{P}_i = 0 \qquad \vec{P}_i = \vec{P}_f$$

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

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

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

تُظهِر المعادلة أنّ السرعتين $\vec{v}'_1$ و $\vec{v}'_2$ متعاكستان في الاتّجاه .



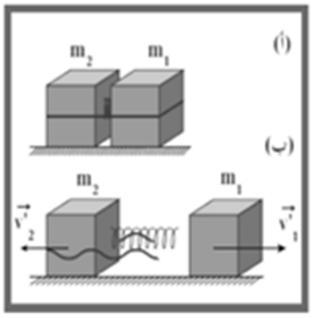
(شكل 56)
تساوي القوة التي تؤثر في القذيفة ، لدفعها إلى الأمام في المقدار ، وتعاكس في الأتجاه مع قوة ارتداد المدفع إلى الخلف .

علل لما يلي

سرعة ارتداد المدفع اقل بكثير من سرعة انطلاق القذيفة

.....

مسالة كتلتان نقطيتان مقدارهما علي التوالي m_1= (1)kg و m_2= (2)kg مربوطتان بخيط من النايلون وتضغطان زنبركا بينهما ،وموضوعان علي سطح أفقي أملس عديم الاحتكاك ، عند حرق الخيط يتحرر الزنبرك ويدفع الكتلتين فتتحرك m_1 بسرعة m/ s (1.8) = v_1^1 علي المحور الأفقي(x x_1) بالأتجاه الموجب ، بينما تتحرك m_2 بسرعة متجهة v_2 شكل (57)



أ- هل كمية حركة النظام محفوظة ؟ علل أجابتك ..

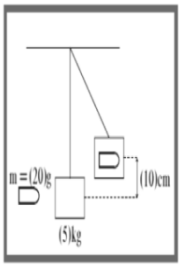
.....

.....

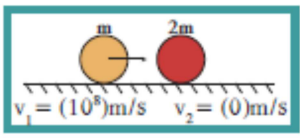
ب- أحسب السرعة المتجة v_2^1 للكتلة m_2 (مقدار واتجاه)

.....

☺ التصادمات

وجة المقارنة	التصادم المرن كليا	التصادم اللا مرن	التصادم اللامرن كليا
التعريف	هو تصادم لايحدث فيه فقد في طاقة الحركة	هو تصادم يحدث فيه فقد في طاقة الحركة علي شكل صوت او حرارة او تشوه	هو تصادم يحدث فيه فقد في طاقة الحركة علي شكل صوت او حرارة او تشوه
التحام الجسمان	لا يلتحم الجسمان	لا يلتحم الجسمان	يلتحم الجسمان (يتحركان كجسم واحد)
حفظ كمية الحركة	محفوظة $m_1\vec{v_1} + m_2\vec{v_2} = m_1\vec{v_1}' + m_2\vec{v_2}'$	محفوظة $m_1\vec{v_1} + m_2\vec{v_2} = m_1\vec{v_1}' + m_2\vec{v_2}'$	محفوظة $m_1\vec{v_1} + m_2\vec{v_2} = (m_1 + m_2)\vec{v}'$
حفظ طاقة الحركة	محفوظة $kf_{ci} = kf_{ef}$ $\frac{1}{2}m_1\vec{v_1}^2 + \frac{1}{2}m_2\vec{v_2}^2 = \frac{1}{2}m_1\vec{v_1}'^2 + \frac{1}{2}m_2\vec{v_2}'^2$	غيرمحفوظة $KE_i > KE_f$ $\Delta KE = \frac{1}{2}m_1\vec{v_1}^2 + \frac{1}{2}m_2\vec{v_2}^2 - \frac{1}{2}m_1\vec{v_1}'^2 + \frac{1}{2}m_2\vec{v_2}'^2$	غيرمحفوظة $KE_i > KE_f$
قانون السرعة بعد التصادم	$\vec{v'}_1 = \frac{2m_2\vec{v}_2 + (m_1 - m_2)\vec{v}_1}{(m_1 + m_2)}$ $\vec{v'}_2 = \frac{2m_1\vec{v}_1 - (m_1 - m_2)\vec{v}_2}{(m_1 + m_2)}$	$m_1\vec{v_1} + m_2\vec{v_2} = m_1\vec{v_1}' + m_2\vec{v_2}'$	$v' = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{m_1 + m_2}$
حالات خاصة	إذا كان الجسم الأوّل ساكنًا قبل التصادم أي $\vec{v}_1 = (0)m/s$ $\vec{v}_1' = \left[\frac{(2m_2)}{(m_1 + m_2)}\right]\vec{v}_2$ $\vec{v}_2' = \left[\frac{(m_2 - m_1)}{(m_1 + m_2)}\right]\vec{v}_2$ إذا كان الجسم الثاني ساكنًا قبل التصادم، أي $\vec{v}_2 = (0)m/s$ $\vec{v}_1' = \left[\frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 + m_2)}\right]\vec{v}_1$ $\vec{v}_2' = \left[\frac{2m_1}{(m_1 + m_2)}\right]\vec{v}_1$ وبتحليل نتيجة المعادلتين السابقتين يمكننا ان نستنتج التالي : 1- في حال كانت الكتلة المتحركة m_1 أكبر من الكتلة الساكنة m_2 ، ستتحرك الكتلتان بعد التصادم باتجاه السرعة المتجهة v_1. 2- في حال كانت الكتلة المتحركة m_1 اصغر من الكتلة الساكنة m_2 سترتد الكتلة m_1 بعكس اتجاه v_1 فيما تتحرك الكتلة m_2 باتجاه السرعة المتجهة v_1 . 3- أما غذا كانت $m_1 = m_2$ نجد ان الكتلة الأولي بعد التصادم تصبح ساكنة $v_1^1 = (0)m/s$ فيما تتحرك الكتلة الثانية التي كانت ساكنة بسرعة متجة تساوي السرعة الابتدائية للكتلة الأولي $v_2 = v_1$ وبالتالي نستنتج ان كمية الحركة انتقلت كليا من الكتلة الأولي إلي الكتلة الثانية .	**مثل البندول القذفي** يستخدم لقياس سرعة القذائف السريعة يقوم علي مبدا خفظ كمية الحركة والطاقة الميكانيكية **مسالة** اطلقت رصاصة كتلتها 20g علي بندول ساكن كتلتة (5)kg) فارتفاع مسافة (10) cm) عن المستوي الأفقي بعد ان انغرزت الرصاصة في داخلة أ- أحسب سرعة الرصاصة عند أطلاقها ب- هل التصادم مرن ؟ اشرح إجابتك  الطاقة الحركية للنظام بعد انغراز الرصاصة تتحول لطاقة وضع تثاقلية بهمال احتكاك الهواء $\frac{1}{2}(M + m)v_r^2 = (M + m)gh$ $v_r^2 = 2gh \Rightarrow v_r = \sqrt{2 \times 10 \times 0.1} = \sqrt{2} = (1.41)m/s$ بتطبيق قانون حفظ (بقاء) كمّية الحركة حيث إنّ النظام معزول نحصل على: $\vec{P}_i = \vec{P}_r \Rightarrow m\vec{v}_i + 0 = (m + M)\vec{v}_r$ $\Rightarrow \vec{v}_i = \frac{m + M}{m}\vec{v}_r$ $\Rightarrow \vec{v}_i = \frac{5.02}{0.02}1.41\,\vec{i} = (353.91\,\vec{i})m/s$ **(ب)** الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم تساوي: $KE_i = \frac{1}{2}mv_i^2 + \frac{1}{2}Mv_i^2$ $= \frac{1}{2}(20 \times 10^{-3})(354)^2 = (1253.16)J$ الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم تساوي: $KE_r = \frac{1}{2}(5.02)(1.41)^2 = (5.02)J$ $KE_i \neq KE_r$ وبالتالي فإنّ التصادم غير مرن فهو تصادم لامرن كلّيًا حيث التحم الجسمان ليشكّلا جسمًا واحدًا.

مسألة نيوترون كتلتة $m = (1.67 \times 10^{-27})kg$ وسرعتة الابتدائية $v_1=(10^8\ i)m/s$ تصادم في بعد واحد كما في الشكل مع جسيم ساكن كتلتة ضعف كتلة النيوترون ،



(شكل 61)
تصادم بين نيوترون وجسم كتلته تساوي ضعف كتلة النيوترون.

احسب سرعة الجسمين المتجهة بعد التصادم ،

افتراض ان هذا التصادم هو تصادم تام المرونة .

الحل

.....

.....

.....

مسألة كرتان من الصلصال تتصادمان تصادما لامرنا كليا ، كتلة الكره الأولي $m_1=(0.5)kg$ وتتحرك إلي اليمين بسرعة مقدارها (4)m/S بينما الكره الثانية كتلتها $m_2=(0.25)kg$ وتتحرك نحو اليسار بسرعة مقدارها (3)m/s

أ- أحسب سرعة النظام المؤلف من الكتلتين بعد التصادم

ب- ما مقدار التغير في مقدارالطاقة الحركية ؟

الحل

.....

.....

.....

☺ تعريف عزم الدوران(عزم القوة) τ

♦اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل عبارة من العبارات التالية :

كمية فيزيائية تعبر عن مقدرة القوة علي احداث حركة دورانية للجسم حول محور الدوران (.....)

☺ حساب مقدار عزم القوة

اكمل

وجه المقارنة	عزم القوة	الشغل
التعريف	كمية فيزيائية تعبر عن مقدره القوة على إحداث حركة دروانية للجسم حول محور الدوران	عمليه تقوم فيها قوة بإزاحة جسم في اتجاهها
نوع الكمية	.....	عددية
نوع الضرب	اتجاهي	.....
القانون المستخدم	$\vec{\tau} = \vec{F} . \vec{d} \sin\theta = \vec{F}_{\perp} X \vec{d}$	$W = \vec{F} . \vec{d} = F d \cos\theta$
العوامل التي يتوقف عليها	1-..... 2- ذراع العزم 3- الزاوية	1- القوة 2- ..... 3- .....
وحدة القياس	N . m	J

علل لما يلي

-العزم كمية متجهه . لانه ناتج الضرب الاتجاهي لمتجه القوة في ذراع القوة

- لايدور (يتزن) الجسم المعلق من مركز ثقله . لان محصلة عزوم قوة الجاذبية = صفر

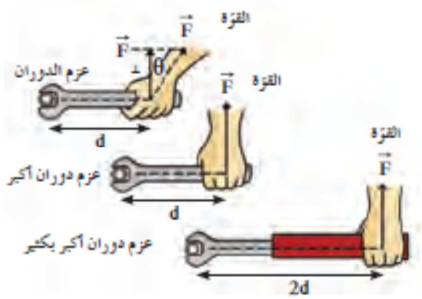
لا يمكنك فتح باب غرفة مقفل بالتأثير عليه بقوة تمر بمحور الدوران مهما كانت القوة

-لا يدور الجسم الصلب عندما يكون خط عمل القوة المؤثرة عليه ماراً بمحور الدوران .لان طول ذراع القوة يساوي صفر

- يصعب فك صامولة باستخدام مفتاح صغير . لانه كلما قل طول ذراع العزم زادت القوة المطلوبة

-يلزم استخدام عصا طويلة لتحريك صخرة كبيرة لانه كلما زاد طول العصى قلت القوة المطلوبة لاحداث الدوان

-استخدام مفتاح ذا ذراع طويلة عند فتح صواميل إطارات السيارات . لانه كلما زاد طول العصى قلت القوة المطلوبة لاحداث الدوان



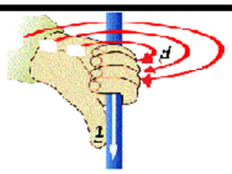
الاثر الدوراني للجسم ينتج عن تأثير المركبة العمودية

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

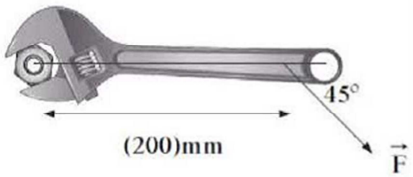
τ عزم الدوران(عزم القوة) ويقاس N . m — F القوة ويقاس N — d الازاحة ويقاس m — θ الزاوية بين القوة والازاحة

لاحظ ماذا يحدث عند ربط حبل بمقبض الباب ومحاولة فتح الباب عندما يكون الحبل عموديا او مائلا بزاوية

☺ اتجاه عزم القوة

وجه المقارنة	العزم الموجب	العزم السالب
اتجاه الدوران	عكس عقارب الساعة	مع عقارب الساعة 
اتجاه العزم على الصفحة	نحو الخارج	نحو الداخل

مسالة احسب مقدار عزم القوة التي تبذلها يدك عندما تربط صامولة بمفك ربط، علما ان طول ذراع القوة يساوي mm (200) ومقدار القوة يساوي N(100) والزاوية بين القوة وذراعها تساوي 45 درجة كما هو موضح في الشكل



.....

.....

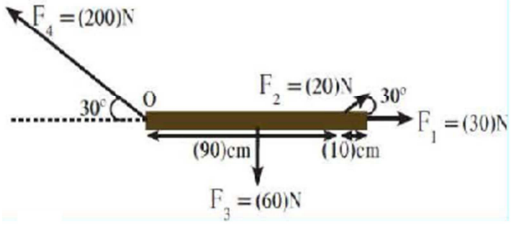
.....

مسالة يوضح الشكل ساق متجانسة طولها cm(100) وزنها N(60) 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

(حـ) استنتج اتجاه دوران الساق



.....

.....

.....

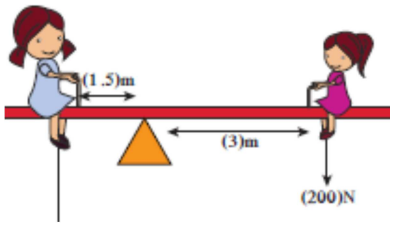
.....

.....

.....

.....

☺ العزوم المتزنة



علل لما يلي

• يتوازن الاطفال علي الارجوحة حتي ولو كانت اوزانهم غير متكافئة .

لان .....لايسبب الدوران بل يسببه العزم

نلاحظ ان

1- الفتاة الاثقل وزن تكون اقرب من نقطة الارتكاز
2- يتحقق الاتزان اذا كان عزم القوة التي تسبب دوران مع اتجاه عقارب الساعة بواسطة الفتاة الاقل وزنا يتساوي مع عزم القوة الذي يسبب دورنا عكس عقارب الساعة بواسطة الفتاة الاقل وزنا
3- يعتمد اتزان الميزان علي اتزان العزوم وليس اتزان الاوزان

لذلك الشرطان لتحقيق الاتزان الدوراني هو

أ) $\sum \mathcal{T} = 0$ محصلة جميع العزوم تساوي صفر

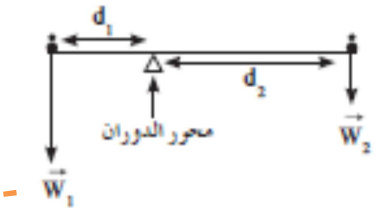
ب) $\sum F = 0$ محصلة القوي المثرة تساوي صفر

اي أن المجموع الجبري للعزوم مع اتجاه عقارب الساعة = المجموع الجبري للعزوم عكس اتجاه عقارب الساعة ،

$$\sum \mathcal{T}_{c.w} = \sum \mathcal{T}_{A.C.W}$$

مسألة يجلس طفلان وزن أحدهما 300)N) ووزن الأخر 450)N) علي طرفي أرجوحة طولها 3)m) مهملة الكتلة كما في الشكل حدد موقع محور الدوران بالنسبة إلي أحدهما والذي يجعل النظام في حالة اتزان دوراني .

الحل



.....

.....

.....

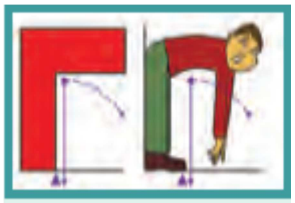
☺ عزم القوة ومركز الثقل

♦اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل عبارة من العبارات التالية :

• هو الموضع الذي تكون عنده محصلة عزوم قوة الجاذبية المؤثرة في الجسم الصلب تساوي صفراً (.....)

♦اكمل ما يلي • تنقلب الاجسام عندما يكون مركز الثقل .....المساحة الحاملة للجسم

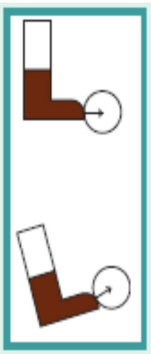
•عندما يصبح مركز الثقل خارج المساحة الحاملة يصبح هنالك .....للقوة



(شكل 77)
سوف ينقلب الشكل القائم L لوجود عزم دوران ، وبالمثل عندما تُحاول أن تلمس أصابع قدميك وأنت واقف وظهرك وكعبا قدميك ملاصقان للحائط ، سوف ينتج عزم دوران إذ يقع مركز ثقلك أمام قدميك.

كيف يشوط اللاعب الكرة لفة

1- اذا كان خط عمل القوة يمر بمركز الثقل تتحرك الكرة دون ان .....
2- اذا كان خط عمل القوة لايمر بمركز الثقل فان الكرة ..... و..... بفعل .....
3- لايدور الجسم عندما تكون محصلة عزوم القوة تساوي.....



(شكل 78)
عند ركل كرة القدم من نقطة على خطٍ مستقيم مع مركز ثقلها تنطلق دون دوران ، وعند ركلها أسفل مركز ثقلها أوفوقه ستنطلق مع حركة دورانية.

نلاحظ مركز ثقل الجسم الصلب هو موقع محور الدوران الذي تكون محصلة عزوم قوي الجاذبية المؤثرة

في الجسم الصلب تساوي صفر

☺ عزم الازدواج

♦اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل عبارة من العبارات التالية :

الأثر الناتج من قوتين متساويتين في المقدار ومتوازيتين وتعملان في اتجاهين متضادين وليس لهما خط عمل واحد (.....)

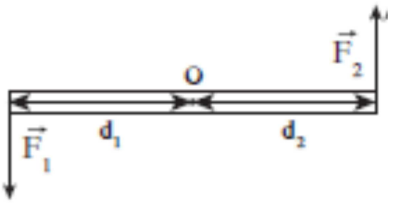
امثلة 1- فتح صنبور الماء 2 - مقود السيارة 3-المفتاح الرباعي لفك صواميل اطار السيارة

عزم الازدواج ويقاس N . m

$C = \mathcal{T}_1 + \mathcal{T}_2$

$C = f_1 \times d_1 + f_2 \times d_1$

$C = F \times d$

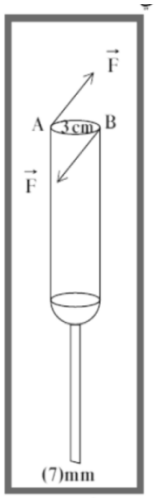


لاحظ

$f_1 = f_2 = f$

$d_1 + d_2 = d$

عزم الأزدواج يساوي حاصل ضرب مقدار إحدي القوتين بالمسافة العمودية بينهما



مسألة مفك قطر مقبضة Cm (3) وعرض رأسة الذي يدخل في شق البرغي mm (7) ، استخدم لتثبيت البرغي في لوح خشبي

وذلك بالتاثير في مقبضة بواسطة اليد بقوتين متساويتين في المقدار N (49) = f_2 = f_1 ومتعاكستين في الاتجاه كما في الشكل

أ- أحسب مقدار عزم الازدواج المؤثر في مقبض المفك .

ب- أحسب مقدار القوة التي تؤدي غلي دوران البرغي المراد تثبيتة .

الحل

.....

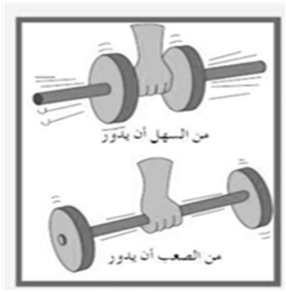
.....

.....

.....

.....

☺ القصور الذاتى الدورانى (I)



يعتمد القصور الذاتي الدوراني علي بعد الكتلة من محور الدوران

♦اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل عبارة من العبارات التالية :

• مقاومة الجسم لتغير حركتة الدورانية (.....)

• تميل الأجسام التي تدور إلي الأستمرار في الدوران ، في حين تميل الأجسام الساكنة إلي البقاء ساكنة (.....)

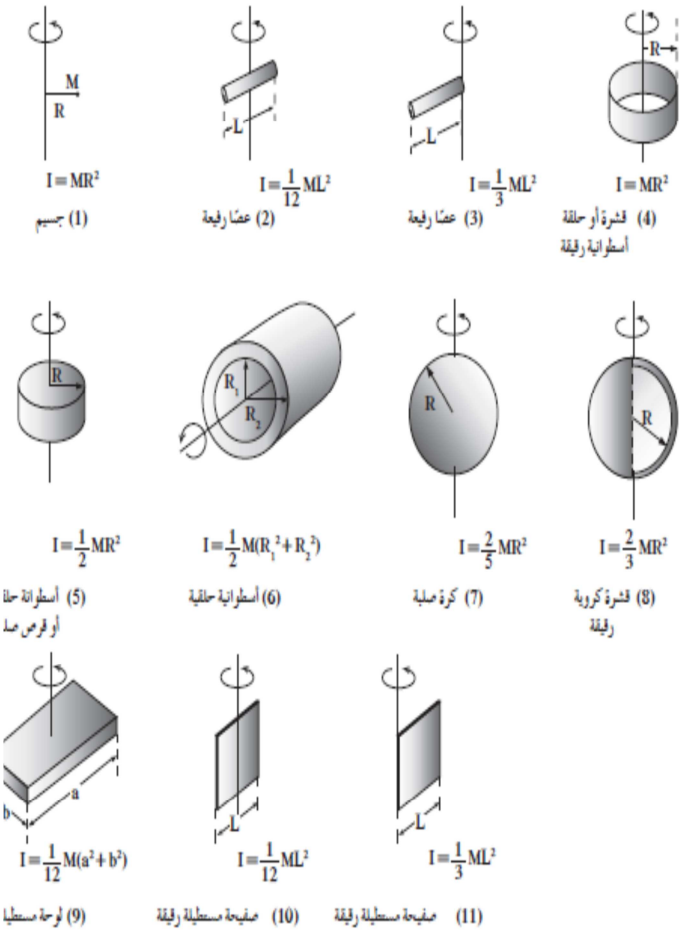
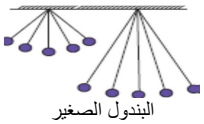
ملاحظة كما يحتاج الجسم الي قوة ليغير من حالته الخطية فان عزم القوة مطلوب لتغيير الحالة الدورانية

☺ العوامل المؤثرة فى القصور الذاتى الدورانى

وجة المقارنة	القصور الذاتي	القصور الذاتي الدوراني
التعريف	يبقي الجسم الساكن ساكن؛ والجسم المتحرك يبقي متحرك بسرعة منتظمة في خط مستقيم مالم تؤثر علية **قوة** خارجية	يبقي الجسم الساكن ساكن ؛ ويبقي الجسم المتحرك متحرك في حركته الدورانية المنتظمة مالم يؤثر عليه **عزم قوة** خارجية
نوع الحركة	في خط مستقيم	دورانية
العوامل التي يتوقف عليها	1- الكتلة	1-الكتلة 2-شكل الجسم(توزيع الكتلة) 3 - موضع محور الدوران

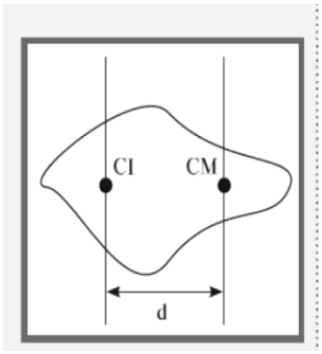
وجة المقارنه	**الكتلة**	**القصور الذاتي الدوراني**
تقيس	ممانعة الجسم للتغير في حركته الخطية	ممانعة الجسم للتغير في حركته الدورانية
الاختلاف بينهم	لا تتغير	يتغير بتغير محور الدوران

امثلة تبين العوامل التي يتوقف عليها القصور الذاتي الدوراني

الكتلة	شكل الجسم (توزيع الكتلة)	موضع محور الدوران بالنسبة للكتلة
الكتلة الكبيرة قصورها الذاتي كبير	يختلف القصور الذاتي للجسم باختلاف شكله  **علل لما يلي** القصور الذاتي الدوراني للقرص اصغر من القصور الذاتي الدوراني للعجلة(الطوق) لان معظم كتلة القرص قريبة من محور الدوران **اي من الاشكال يكون دورانة اسهل وايهما دورانه اصعب لو تساوت الاشكال السابقة كلها(كتلة ونصف القطر والطول)** 1- بسهولة :- العصا حول محور يمر في وسطها 2- بصعوبة:- البندول البسيط او العجلة الصغيرة حول محورعمودي علي مستواها ويمر بمركزها	 يختلف القصور الدوراني باختلاف موضع الامساك بالضرب  البندول الصغير قصورقصورالدوراني اصغر يتحرك الي الامام والخلف اكثر الكلب (سيقان صغيرة) قصور دوراني اقل يتحرك اسرع ثني الساق عند الجري يقلل عزم القصور الذاتي فتكون الحركة اسرع يزداد القصور الذاتي الدوراني للبهلوان بزيادة طول العصا وبذلك يقاوم دورانه **ايهما اسهل ارجحة القلم من نقطة في منتصفه ام من احد طرفيه** .... **علل لما يلي** •البندول القصير يتحرك الي الامام والخلف اكثر من البندول الطويل ..... • الكلب ذو القوائم الصغيرة اسرع من الغزال ذو القوائم الطويلة ..... • يسهل عليك الجري وتحريك قدمك الي الامام والخلف عند ثنيهما .....

☺ نظرية المحور الموازي

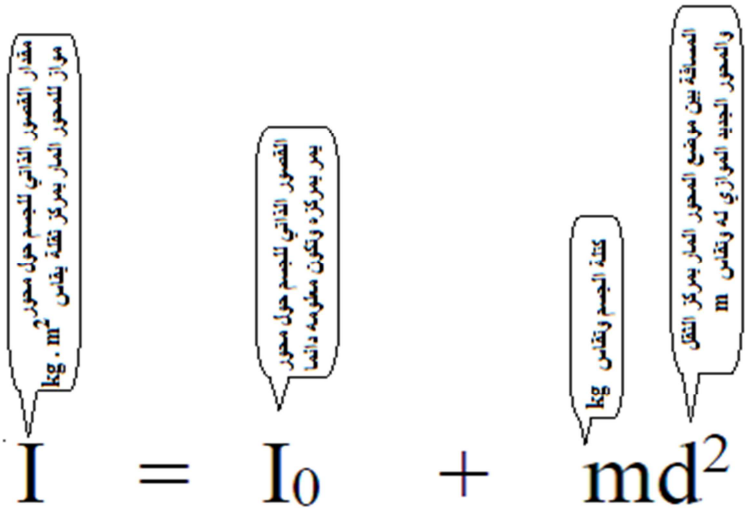
لاحظ اختلاف القصور الذاتي الدوراني للعصا عندما يمر محور الدوران بمنتصفها او بطرفها



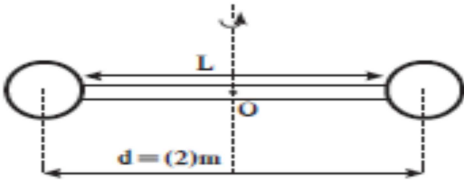
القصور الذاتي الدوراني بالنسبة إلي محور مواز للمحور المار بمركز الكتلة يساوي

$$I = I_0 + md^2$$

حيث m هي كتلة الجسم و d تساوي المسافة بين المحورين



مثال *احسب القصور الذاتي الدوراني للنظام المؤلف من كرتين من الحديد متماثلتين كتلة الواحدة منها m= (5)Kg ونصف قطرها r =(5) cm مثبتتين علي طرفي عصا كتلها m= (2)kg وطولها L المسافة بين مركزي كتلة الكرتين تساوي (2)m يدور النظام حول محور عمودي يمر بنقطة الوسط للعصا كما هوموضح في الشكل) علما ان مقدار القصور الذاتي الدوراني لكل من الأجسام الثلاثة حول محور يمر بمركز ثقل كل منها ياسوي*



$I_{0sphere}$ *للكرة بالنسبة إلي محور يمر بمركز ثقلها* $I_{0spere} = \frac{2}{5} mr^2$

I_{0rod} *للعصا بالنسبة إلي محور يمر بمركز ثقلها :* $I_{0rod} = \frac{1}{12} mr^2$

الحل

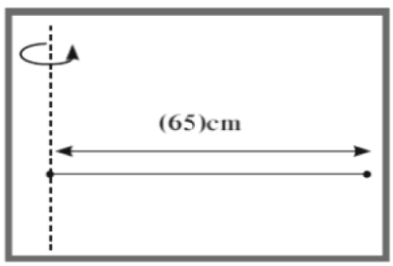
.....

.....

.....

.....

مسألة *أ- أحسب القصور الذاتي الدوراني لعصا طولها (65) cm وكتلتها مهملة تنتهي بكتلتين متساويتين مقدار كل منها (0.30)Kg وتدور حول احد طرفيها علما أن (I= mr2)*



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

.....

.....

هل يمكن انتاج حركة خطية من حركة دورانية؟؟ .....

هل هناك علاقة بين قوانين الحركة الخطية وقوانين الحركة الدورانية؟؟؟ .....

☺ الحركة الدورانية المنتظمة والحركة الدورانية منتظمة العجلة

وجة المقارنة	الحركة الدورانية المنتظمة	الحركة الدورانية منتظمة العجلة
التعريف	حركة جسم علي محيط دائرة بحيث يقطع اقواس متساوية في ازمنه متساوية او حركة جسم علي محيط دائرة بحيث يمسح نصف القطر زوايا متساوية في ازمنه متساوية	حركة تتغير فيها السرعة الزاوية للجسم المتحرك حركة دورانية بالنسبة للزمن تغير منتظم
السرعة الزاوية(ω)	ثابت	متغيره
العجلة الزاوية($\ddot{\theta}$)	منعدمه(صفر)	ثابت
القوانين	$\Delta\theta = \omega \cdot t$ (الازاحة الزاوية بتقاس rad $\theta\Delta = \theta - \theta_0$، السرعة الزاوية بتقاس rad/s، الزمن بتقاس s) $\Delta S = V \cdot t$ (المسافة التي يقطعها الجسم على محيط الدائرة بتقاس m، سرعة خطية تقاس m $V = r \cdot \omega$، الزمن بيقاس s)	$\theta'' = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{a}{r} =$ ثابت (العجلة الزاوية بتقاس rad/s^2، السرعة الزاوية تقاس rad/s، العجلة الخطية تقاس m/s^2) θ'' تسارع تكون موجبة θ'' تباطوء تكون سالب $\omega = \omega_0 + \theta'' . t$ $\Delta\theta = \omega_0 . t + \frac{1}{2}\theta'' . t^2$ $\omega^2 = \omega_0^2 + 2\theta'' . \theta$

☺ الكتلة النقطية والجسم المصمت في الحركة الدورانية

♦اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل عبارة من العبارات التالية :

• *هو نظام من جزيئات تبعد عن بعضها بعضا مسافات ثابته وهو ثابت الشكل لايتغير بتغير القوى الخارجية او عزوم القوي*

اي انه غير قابل للتشكيل او التشويه *(.....)*

ملاحظة *يمكن التعبير عن حركته الخطية بدراسة حركة مركز ثقله اي ليس لشكل الجسم اي اهمية*

اما في الحركة الدورانية فان لتوزيع الكتلة علي الجسم اهمية في حركته

☺ قوانين نيوتن للحركة الدورانية

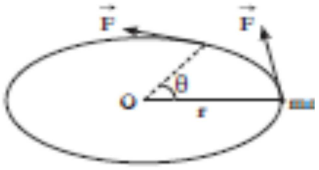
☺ القانون الاول لنيوتن للحركة الدورانية

هل يستطيع جسم ساكن ان يدير نفسه وهل لجسم يدور ان يوقف نفسة من دون عزم قوة حارجية؟؟؟؟؟؟؟؟ .....

♦اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل عبارة من العبارات التالية :

• يبقي الجسم الساكن ساكن والجسم المتحرك يستمر في حركته الدورانية المنتظمة مالم يؤثر عليه عزم قوة خارجية *(.....)*

☺ القانون الثاني لنيوتن للحركة الدورانية



تتحرك الكتلة m علي مسار دائري نتيجة قوة مماسية F

بعجلة زاوية $\ddot{\theta} = \frac{a}{r}$

♦ استنتج القانون الثاني لنيوتن للحركة الدورانية

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

$$\vec{a} = r \cdot \theta''$$

$$\vec{F} = m \cdot r \cdot \theta''$$

بضرب طرفي المعادلة في نصف القطر r

$$\vec{F} \times r = m \cdot r^2 \cdot \theta''$$

$$\therefore \vec{\tau} = I \times \theta''$$

♦اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل عبارة من العبارات التالية :

• محصلة عزوم القوي الخارجية المؤثرة في النظام حول محور دوران ثابت تساوي

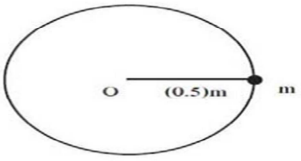
حاصل ضرب العجلة الدورانية والقصور الذاتي الدوراني حول محور الدوران نفسه (.....)

$$\sum \tau = I \times \theta''$$

مسألة تدور كتلة نقطية $m=2kg$ حول محور ثابت يبعد عنها $(50)cm$ بتأثير محصلة عزوم قوة خارجية ثابتة فاذا بدأت الكتلة حركتها من السكون و اكتسبت سرعة بتردد مقداره $(2)rev\backslash s$ في خلال $(3.14)\ s$

أ- احسب العجلة الزاوية

ب- احسب محصلة عزوم لقوة الخارجية



.....

.....

.....

.....

يدور برغي حول محور يمر بمركز كتلته بتردد $(3600)\ rev\ /\ min$. في لحظة $t = (0)s$ يؤثر عليه عزم الازدواج ثابت بعكس اتجاه الدوران يؤدي إلي توقفة عن الدوران بعد دقيقة واحدة ، علما بأن القصور الذاتي الدوراني له يساوي $I = (0.2)kg.\ m^2$ ، احسب :

أ- عزم الدوران الذي ادي إلي توقفة

ب- عددالدورات التي اكملها البرغي من لحظة تاثير الأزدواج حتي توقفة

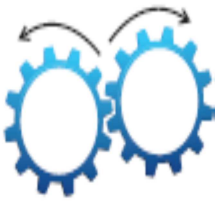
الحل.....

.....

.....

.....

☺ القانون الثالث لنيوتن للحركة الدورانية



تدور العجلات المسننة فى اتجاهين متعاكستين

اكمل مايلي العزم الذي ادار العجلة الاولي اثر بعزم .....علي العجلة الثانية

♦اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل عبارة من العبارات التالية :

لكل عزم قوة ، عزم قوة مضاد له (يساوية في المقدار ويعاكسة في الأتجاه) . (.....)

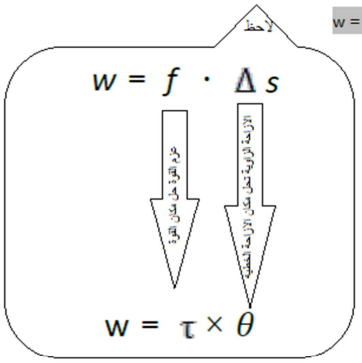
☺ المماثلة بين لحركة الدورانية والحركة الخطية

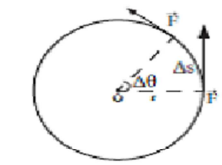
☺ الشغل الناتج عن عزم قوة منتظمة)

اثبت ان معادلة الشغل الناتج عن عزوم قوة τ بازاحة زاوية θ لكتلة نقطية هي $w = \tau \times \theta$

$$w = f \cdot \Delta s$$
$$= f.\ r.\ \Delta\theta$$
$$= f.\ r\ .\ (\theta - \theta_0)$$
$$= f.\ r.\ \theta$$
$$w = \tau \times \theta$$

باعتبار $\theta_0 = (0)\ rad$ لأن الجسم انطلق من الخط المرجعي



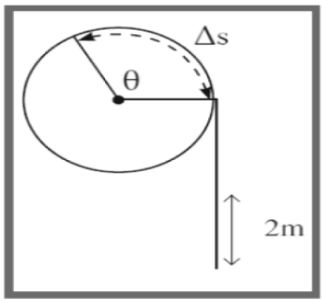


$$\Delta\theta = \frac{\Delta s}{r}$$
$$\Delta s = r \cdot \Delta\theta$$

العومل التي يتوقف عليها الشغل الناتج عن عزم قوة منتظمة

1-..... 2..... 3.....

مثال حبل ملفول حول قرص حديدي قطرة m (2) وكتلتة kg (5) أحسب الشغل اناتج عن سحب الحبل بقوة ثابتة تساوي N (50) لمسافة مترين غلي الأسفل



الحل

. .....

. .....

.....

☺ الطاقة الحركية في الحركة الدورانية

تبث ان قانون حساب الطاقة الحركية في الحركة الدورانية هو $KE = \frac{1}{2} I \times \omega^2$

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

$v = r \cdot \omega$

$$KE = \frac{1}{2} m \cdot r^2 \cdot \omega^2$$

$$KE = \frac{1}{2} I \times \omega^2$$

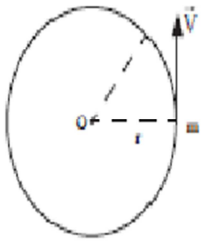
لاحظ

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

ابدل الكتلة بعصور القاني الدوراني

ابدل السرعة الخطية بالسرعة الدورانية

$$KE = \frac{1}{2} I \times \omega^2$$



كتلة نقطية تدور بسرعة مماسية V حول محور في مسار دائري

العوامل التي يتوقف عليها الطاقة الحركية في الحركة الدورانية

1..... 2-.....

وحدة قياس الطاقة الحركية الدورانية .....

☺ القدرة

♦اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل عبارة من العبارات التالية :

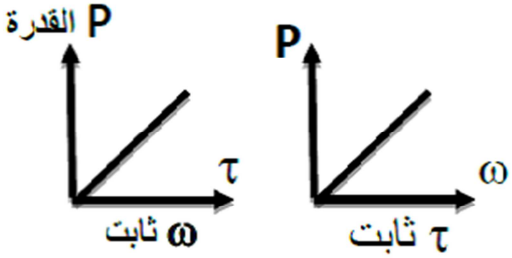
•المعدل الزمني لانجاز الشغل (.....)

$$p = \frac{dw}{dt}$$

$$P = F \cdot \left(\frac{dx}{dt}\right)$$

$$p = \tau \times \frac{d\theta}{dt}$$

$$P = \tau \times \omega$$



العوامل التي تتوقف عليها القدرة 1- .....

2-.....

مسألة قرص مصمت كتلته $m = (1)kg$ ونصف قطره $r = (50)cm$ قصورة الذاتي الدوراني يساوي $I = \frac{1}{2} m.r^2$ طبق عليه عزم قوة منتظمة مقداره m .
$N(5) = \tau$ يبدأ دورانة من سكون أحسب القدرة التي يبذلهاعزم القوة في ثانيتين

الحل

.....

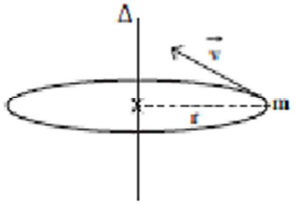
.....

.....

☺ تعريف كمية الحركة الزاوية

وجة المقارنة	كمية الحركة الخطية	كمية الحركة الزاوية
التعريف	القصور الذاتي للجسم الذي يتحرك حركة خطية او حاصل ضرب كتلة الجسم في متجة السرعة	القصور الذاتي الدوراني للجسم الذي يتحرك حركة دورانية اوحاصل ضرب القصور الذاتي الدوراني في السرعة الزاوية
نوع الكمية	متجهة	متجهة
القانون	$P = mV$	$L = I\omega$
العوامل التي يتوقف عليها	1- الكتلة 2- السرعة الخطية	1- القصور الذاتي الدوراني 2- السرعة الزاوية
وحدة القياس	Kg.m/s	$Kg.m^2/s$
العلاقة بينهم	$L = P.r$	

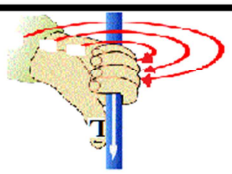
☺ كمية الحركة الزاوية لكتلة نقطية تدور حول محور ثابت



تتحرك الكتلة m حول المحور Δ
بسرعة مماسية v باتجاه الموجب

$$L = m.v.r$$
$$v = r.\omega$$
$$L = m r^2.\omega$$
$$L = I.\omega$$

☺اتجاه كمية الحركة الزاوية

وجه المقارنة	كمية الحركة الزاوية موجبة	كمية الحركة الزاوية سالبة
اتجاه الدوران	عكس عقارب الساعة	مع عقارب الساعة 
اتجاه كمية الحركة الزاوية علي الصفحة	نحو الخارج	نحو الداخل

☺كمية الحركة الزاوية لنظام يدور حول محور ثابت

♦اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل عبارة من العبارات التالية :

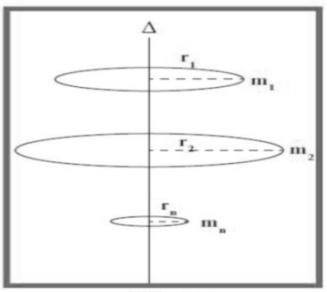
مجموع كمية الحركة الزاوية لأجزاء النظام بالنسبة إلي المحور Δ (.....)

$$L_{system} = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n$$

$$L_{system} = L_{system} \cdot \omega$$

حيث أن $I_{system} = \Sigma\ m_1 \cdot r_1^2$ تساوي القصور الذاتي الدوراني للنظام

$$L_{system} = \Sigma\ m_1 \cdot r_1^2 \cdot \omega$$



نظام مؤلف من عدد من الكتل النقطية تدور حول المحور الثابت

ماذا يحدث اذا كان للطائرة المروحية مروحة واحدة بدلا من اثنين

.....

مسألة كتلتان نقطيتان تدوران حول محور ثابت لهما مقدار القصور الذاتي نفسة ، ويساوي $KG \cdot M^2$ (1×10^{-3}) . تدور الكتلة الأولي بسرعة زاوية rad/S(5) بالأتجاه الموجب ، بينما تدور الكتلة الثانية بسرعة زاوية rad/s(8) بالأتجاه المعاكس

أ- أحسب مقدار كمية الحركة الزاوية بكل كتلة علي حدة حول محور الدوران

.....

ب- أحسب كمية الحركة الزاوية للنظام حول محور الدوران

.....

☺كمية الحركة الزاوية (L) وعزم الدوران (τ)

♦اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل عبارة من العبارات التالية :

معدل كمية الحركة الزاوية حول محور ثابت بالنسبة إلي الزمن يساوي محصلة عزوم القوي الخارجية المؤثرة في الجسم حول المحور نفسة (.....)

أي أن محصلة عزوم القوي الخارجية تسبب تغيير كمية الحركة الزاوية للجسم ويمكن التعبير عن ذلك بالمعادلة الرياضية التالية التي تمثل قانون كمية الحركة الزاوية

$$\Sigma\ \tau = \frac{dl}{dt}$$

ويمكن التوصل إلي قانون كمية الحركة الزاوية باستخدام القانون الثاني لنيوتن للحركة الدورانية

$$\Sigma\ \tau = I \cdot \theta'' = I \cdot \frac{d\varpi}{dt}$$

$$\therefore L = I \cdot \varpi$$

$$\Sigma\ \tau = \frac{d(I.\varpi)}{dt}$$

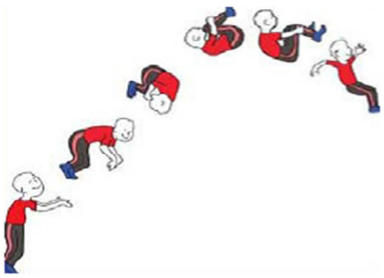
☺حفظ كمية الحركة الزاوية

$$\Sigma \tau = 0 \Rightarrow \frac{dL}{dt} = 0 \Rightarrow L_i = L_f \Rightarrow L_i \omega_i = L_f \omega_f$$

كمية الحركة الزاوية الأبتدائية للنظام تساوي كمية الحركة الزاوية النهائية للنظام

☺تطبيقات على حفظ بقاء كمية الحركة الزاوية

1- تغير السرعة الدورانية للمتزلجة على الجليد عندما تقوم بتغيير مقدار القصور الذاتي الدوراني بتغير وضعية جسمها



2- لاعب الجمباز عندما يدور بحرية في غياب عزم قوة غير متوازن على جسمه ، مما يجعل كمية الحركة الزاوية ثابته عند تحريك بعض أجزاء الجسم باتجاه محور الدوران أو بعيداً عنه مما يغير قصوره الذاتي الدوراني وهذا يفسر حفظ (بقاء) كمية الحركة الزاوية .

3- صعوبة سقوط راكب الدراجة عنها عندما تكون متحركة بسرعة أكثر بينما يكون سقوطه أسهل عندما تكون ساكنة . فإذا دارت عجلة دراجة بمستوى معين لا يمكن تغير مستوى دورانها بسهولة مام يؤثر فيها عزم جانبي خارجي لأن العجلة تملك استمرارية في الدوران في مستواها لامتلاكها كمية حركة زاوية كبيرة تساعد راكب الدراجة على التوازن أثناء الحركة .

☺تغيير القصور الذاتي الدوراني للنظام

يقل القصور الذاتي الدوراني عندما يطوي الرجل ذراعيه أثناء دورانه ما يزيد من سرعته الزاوية

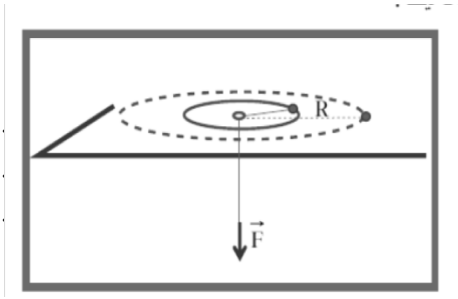
$$\Sigma \tau = 0 \Rightarrow \frac{dL}{dt} = 0 \Rightarrow L_i = L_f$$

$$L_i \varpi_i = L_f \varpi_f \Rightarrow \omega_f = \frac{I_i \omega_i}{I_f}$$

وبما أن ($I_f < I_i$) نستنتج أن ($\omega_i < \omega_f$) وهذا يفسر سبب زيادة سرعة الرجل الدورانية بعد ثني يديه .

مسألة تدور كره صغيره كتلتها $g(100)$ مربوطة بخيط مهمل الكتلة يمر طرفة الأخرف في ثقب ، علي سطح أفقي أملس في مسار دائري نصف قطرة $r = (60)cm$ بسرعة مماسية ثابتة المقدار $v = (2.8)m/s$ خلال لحظة t يشد بالخيط ليصبح نصف قطر المسار الدائري $r = (30)cm$.

أحسب مقدار السرعة الزاوية النهائية للكره بعد شد الخيط



الحل

.....

.....

.....

.....