

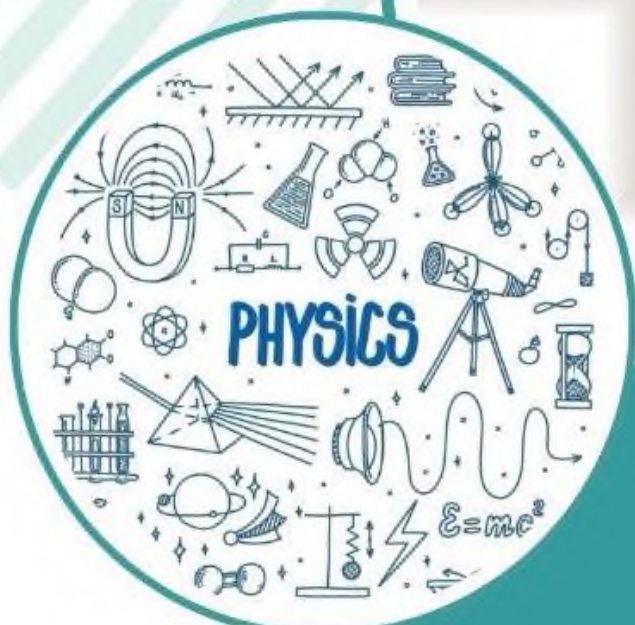
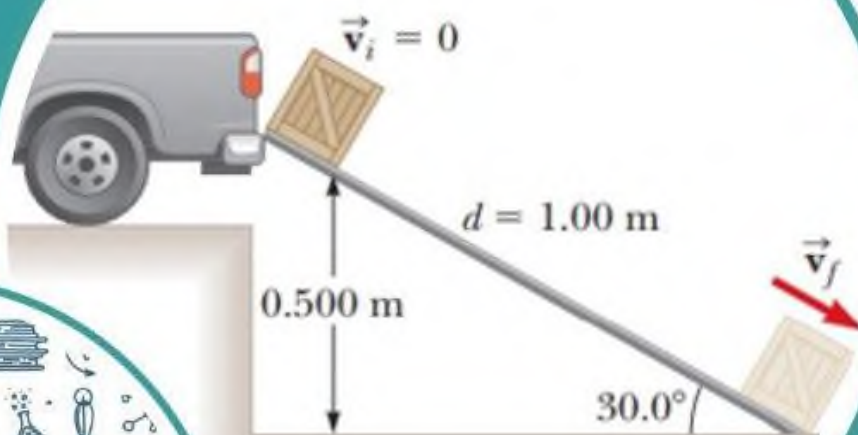
الصف الثاني العاشر

الميسر في الفيزياء

الفصل الدراسي الاول

(نموذج إجابة)

2026
2027



إعداد معلم الفيزياء
محمد سعيد السكاف

1- تعريف الشغل

عندما تحمل حقيبة على ظهرك وأنت واقفا تنتظر الحافلة هل ستشعر بالتعب؟ نعم
هل برأيك أنك بذلت شغلا في هذه الحالة؟ لا
هل يعتبر القيام بجهد جسدي أو فكري هو قيام بشغل من المفهوم الفيزيائي؟ لا

الشغل: عملية تقوم بها قوة مؤثرة بإزاحة جسم باتجاهها

ماهي وحدة قياس الشغل في النظام الدولي للوحدات؟ وماذا تكافئ

الجول J وتكافئ $N.m$

الجول: هو الشغل الذي تبذله قوة مقدارها نيوتن واحد تحرك الجسم في اتجاهها مسافة مقدارها متر واحد

سندرس خلال هذا الفصل الشغل الناتج

قوى متغيرة

القوة التي يتغير مقدارها أو اتجاهها أو مقدارها واتجاهها معا أثناء تأثيرها في الجسم.

قوى منتظمة

وهي القوى ثابتة المقدار والاتجاه أثناء تأثيرها على الجسم

مسار منحنى

مسار مستقيم

تصنع زاوية مع اتجاه الحركة

موازية لاتجاه الحركة

الشغل الناتج عن قوى منتظمة

1.2 قوى منتظمة موازية لاتجاه الحركة

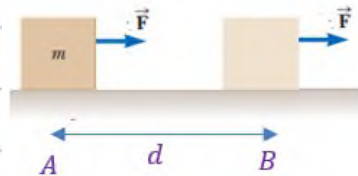
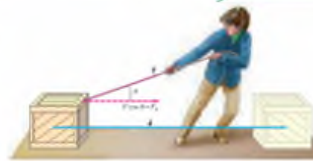
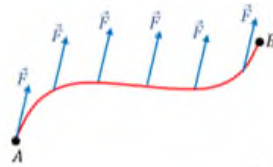
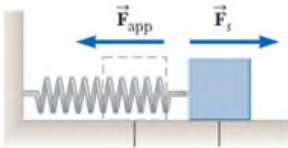
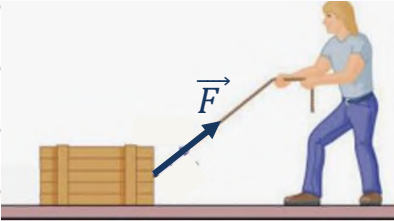
$$W = F d$$

تمرين: يؤثر العامل في الشكل المقابل على الصندوق بقوة موازية للمسار

مقدارها $50N$ فتؤدي إلى تحريك الجسم باتجاهها مسافة $10m$ المطلوب

احسب شغل هذه القوة خلال الازاحة الحادثة بفرض أنها قوة منتظمة

$$W = F d = 50 \times 10 = 500J$$



2.2 قوى منتظمة تصنع زاوية مع اتجاه الحركة

نحلل القوة إلى مركبتين

1- المركبة الموازية للمسار $F_x = F \cos \theta$ هي من تبذل الشغل لأن الحركة تكون باتجاهها

2- المركبة العمودية على المسار $F_y = F \sin \theta$ لا تبذل شغلا لأنه لا توجد حركة باتجاهها

$$W = F_x d = (F \cos \theta) d = Fd \cos \theta = \vec{F} \cdot \vec{d}$$

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

عدد العوامل التي يتوقف عليها الشغل:

1- القوة الخارجية المؤثرة 2- مقدار إزاحة الجسم 3- الزاوية بين اتجاه القوة واتجاه الحركة (الإزاحة)

ماذا يحدث لمقدار الشغل المبذول على جسم يتحرك بتأثير قوة منتظمة موازية للمسار

وباتجاه الحركة في الحالات التالية

أ- زدنا مقدار القوة للمثلين مع المحافظة على باقي العوامل

الحدث: يزداد للمثلين

التفسير : لأن الشغل يتناسب طرديا مع القوة بثبات باقي العوامل

ب- زدنا مقدار الإزاحة للمثلين مع المحافظة على باقي العوامل

الحدث: يزداد للمثلين

التفسير : لأن الشغل يتناسب طرديا مع الإزاحة بثبات باقي العوامل

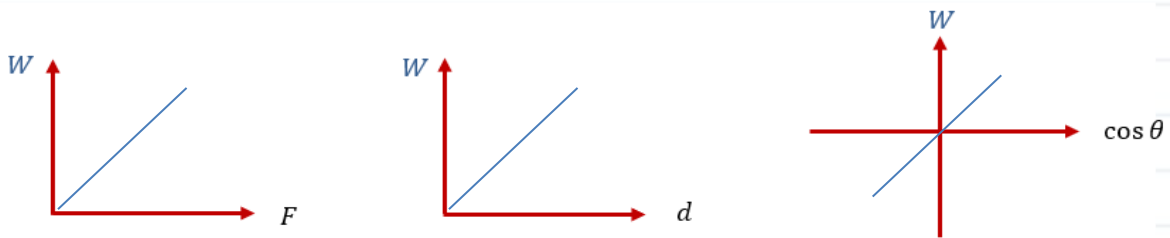
ت- زدنا مقدار الزاوية بين اتجاه الحركة والقوة

الحدث: يقل حتى ينعدم عند الزاوية (90°) ثم يصبح شغل مقاوم ويزداد بالقيمة المطلقة حتى يصبح أكبر شغل

مقاوم عند الزاوية (180°)

التفسير : لأن الشغل يتغير بشكل دالة جيب تمام مع مقدار الزاوية بثبات باقي العوامل

ارسم الخطوط والمنحنيات التي تعبر عن كل من العلاقات التالية:



تمرين (2) : يقوم رجل بتنظيف أرضية ساحبا مكنسة كهربائية بقوة ثابتة $50N$ تميل بزاوية مقدارها (30°) مع

الأفق كما في الشكل المجاور أحسب الشغل المنجز بواسطة القوة المسلطة على المكنسة

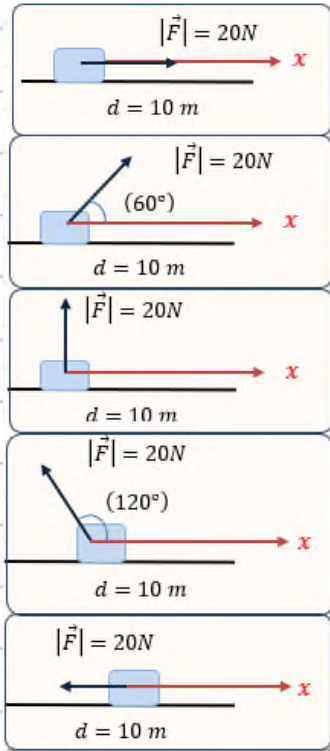
عندما تزداد إزاحة قدرها $m(3)$ إلى اليمين:

$$W = Fd \cos \theta = 50 \times 3 \cos 30 = 129.9 \text{ J}$$



2. الشغل كمية موجبة أو سالبة:

إذا أثّرنا على المكعب المجاور بقوة مقدارها $20N$ وكانت إزاحة الجسم $m(10)$ احسب الشغل الذي تبذله هذه القوة في الحالات التالية:



(1) القوة باتجاه الحركة

$$W = Fd \cos \theta = 20 \times 10 \cos 0 = 200 \text{ J}$$

(2) القوة تصنع زاوية (60°) مع اتجاه الحركة

$$W = Fd \cos \theta = 20 \times 10 \cos 60 = 100 \text{ J}$$

(3) القوة متعامدة مع اتجاه الحركة

$$W = Fd \cos \theta = 20 \times 10 \cos 90 = 0 \text{ J}$$

(4) القوة تصنع زاوية (120°) مع اتجاه الحركة

$$W = Fd \cos \theta = 20 \times 10 \cos 120 = -100 \text{ J}$$

(5) القوة بعكس اتجاه الحركة

$$W = Fd \cos \theta = 20 \times 10 \cos 180 = -200 \text{ J}$$

θ	0°	$0^\circ < \theta < 90^\circ$	90°	$90^\circ < \theta < 180^\circ$	180°
وضع القوة بالنسبة لاتجاه الحركة	القوة باتجاه الحركة	القوة تصنع زاوية حادة مع اتجاه الحركة	القوة متعامدة مع اتجاه الحركة	القوة تصنع زاوية منفرجة مع اتجاه الحركة	القوة بعكس اتجاه الحركة
مقدار الشغل	$+max$	موجب	صفر	سالب	$-max$
التعليل	لأن كامل القوة تنتج الشغل	لأن للقوة مركبة باتجاه الحركة	لأن القوة متعامدة مع الازاحة	لأن للقوة مركبة بعكس اتجاه الحركة	لأن كامل القوة تعيق الحركة
	$0^\circ \leq \theta < 90^\circ$		$\theta = 90^\circ$	$90^\circ < \theta \leq 180^\circ$	
نوع الشغل	منتج للحركة		صفر	مقاوم للحركة	
سرعة الجسم	تزداد		تبقى ثابتة	تقل	

عل لما يأتي تعليلا علميا سليما

1- يعتبر الشغل كمية عددية (قياسية)؟

لأنه ينتج من حاصل ضرب عددي لمتجهين هما القوة والازاحة

2- عندما يتحرك الجسم على مسار أفقي فإن المركبة الرأسية لا تبذل شغلا بل المركبة الأفقية؟

لعدم وجود إزاحة باتجاهها بينما الإزاحة تكون باتجاه المركبة الأفقية

1- شغل قوة الاحتكاك دائما سالب ؟

لأن اتجاه قوة الاحتكاك بعكس اتجاه الحركة $W = fd \cos 180 = -fd$

2- عندما يتحرك الجسم على طريق أفقي فإن شغل وزنه يساوي الصفر

لأن وزن الجسم عمودي على الأفق والحركة أفقية إذا الوزن عمودي على اتجاه الحركة $W = mgd \cos 90 = 0$

3- عندما تحمل حقيبة التخييم على ظهرك وتتحرك في خط مستقيم فان شغل وزن الحقيبة يساوي الصفر

لأن وزن الحقيبة عمودي على اتجاه الحركة $W = mgd \cos 90 = 0$

4- عندما تحمل حقيبة التخييم على ظهرك وتقف لا تبذل شغلا

لعدم وجود إزاحة $W = F(d = 0) = 0$

5- عندما يدور قمر صناعي في مسار دائري مركزه الأرض فإن شغل قوة الجاذبية الأرضية المؤثرة فيه تساوي الصفر

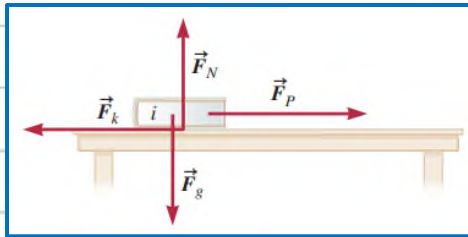
لأن قوة الجاذبية الأرضية عمودية على اتجاه الحركة لحظيا $W = F_g d \cos 90 = 0$

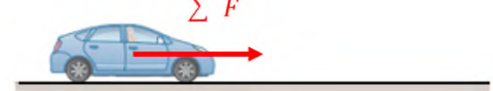
4.2 محصلة الشغل لمجموعة من القوى المنتظمة

$$W = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \dots) \cdot \vec{d}$$

$$W = \vec{F}_{net} \vec{d} = F_{Net} d \cos \theta$$

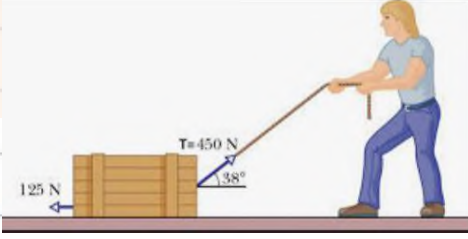
إذا تحرك الجسم في خط مستقيم فإن هناك ثلاث حالات



1-	محصلة القوى المؤثرة بالجسم تساوي الصفر	الشغل الكلي	السرعة	العجلة	نوع الحركة
	$\sum \vec{F} = 0$ 	صفر	ثابتة	صفر	منتظمة
2-	محصلة القوى مع اتجاه الحركة	الشغل الكلي	السرعة	العجلة	نوع الحركة
	$\sum \vec{F}$ 	موجب (منتج للحركة)	تزداد	تسارع	متسارعة
3-	محصلة القوى بعكس اتجاه الحركة	الشغل الكلي	السرعة	العجلة	نوع الحركة
	$\sum \vec{F}$ 	سالب (مقاوم للحركة)	تقل	تباطؤ	متباطئة

حل المسألة التالية: يقوم عامل بسحب صندوق على أرضية أفقية بقوة ثابتة مقدارها $(450)N$ تصنع زاوية

مقدارها (38°) مع الأفق كما في الشكل المجاور تحرك الصندوق مسافة قدرها $m(1.2)$ إلى اليمين المطلوب:



1- احسب الشغل المنجز بواسطة قوة الشد المسلطة على الصندوق

$$W_T = Td \cos \theta = 450 \times 1.2 \cos 38 = 425.52 \text{ J}$$

2- احسب الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك المؤثرة على الصندوق والمبين مقدارها على الشكل (يفرض أنها ثابتة)

$$W_{F_s} = F_s d \cos \theta = 125 \times 1.2 \cos 180 = -150 \text{ J}$$

3- احسب الشغل الكلي المبذول على الصندوق

$$W_{tot} = W_T + W_{F_s} + W_w + W_n = 425.52 + (-150) + 0 + 0 = 275.52 \text{ J}$$

حل المسائل التالية :

1- قوتان تعملان على صندوق خشبي وضع فوق سطح أفقي أملس لينزلق مسافة $m(2.5)$ بالاتجاه الموجب للمحور x

$\vec{F}_1$ قوة منتظمة مقدارها $N(10)$ وتصنع زاوية (30°) مع المحو الأفقي xx' و $\vec{F}_2$ قوة منتظمة مقدارها $N(7)$ وتصنع زاوية 150° مع المحور الأفقي أحسب الشغل الناتج عن كل من هذه القوى وحدد إذا كان الشغل مقاوم أم محرك

$$W_1 = F_1 d \cos \theta_1 = 10 \times 2.5 \cos 30 = 21.65 \text{ J} \quad \text{محرك}$$

$$W_2 = F_2 d \cos \theta_2 = 7 \times 2.5 \cos 150 = -15.15 \text{ J} \quad \text{مقاوم}$$

2- يدفع شخص عربة حديقة بقوة $N(45)$ تصنع زاوية (40°) مع المحور الأفقي احسب الشغل الناتج عن هذه القوة

$$W = Fd \cos \theta = 45 \times 15 \cos 40 = 517.07 \text{ J} \quad \text{محرك} \quad \text{إذا دفع العربة مسافة } m(15)$$

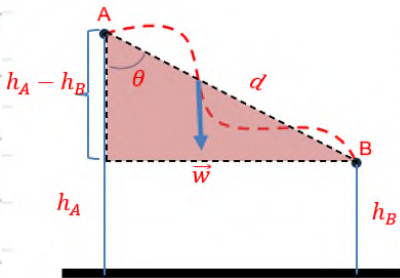
5.2 الشغل الناتج عن قوة منتظمة على مسار منحنى

استنتاج: شغل قوة منتظمة على مسار منحنى لا يرتبط بشكل المسار الذي سلكته نقطة تأثير القوة بين النقطتين

(A, B) إنما يتوقف على الإزاحة الحادثة

العلاقة التي تعطي شغل وزن الجسم عندما يتحرك الجسم على مسار منحنى

$$W_w = mg(h_A - h_B)$$

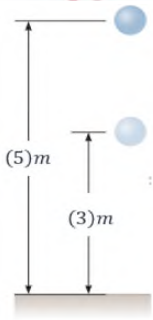


نستنتج ان : شغل وزن الجسم في مجال الجاذبية الأرضية لا يتوقف على شكل

المسار إنما يتوقف على الإزاحة الرأسية الحادثة

ملاحظة : لشغل الوزن ثلاث حالات

$h_A < h_B \rightarrow W < 0$	$h_A > h_B \rightarrow W > 0$	$h_A = h_B \rightarrow W = 0$



حل التمارين التالية: حيثما لزم اعتبر أن : عجلة الجاذبية $g = (10) N/kg$

تمرين (1): سقطت كرة كتلتها $g(100)$ من سكون من ارتفاع $m(5)$ عن سطح الأرض

احسب شغل وزن الكرة حتى تصبح الكرة على ارتفاع $m(3)$ عن سطح الأرض

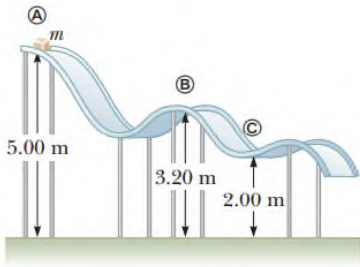
$$W_w = mg(h_i - h_f) = 0.1 \times 10(5 - 3) = 2 J .$$

تمرين (2): قذفت كرة كتلتها $g(100)$ رأسياً إلى أعلى من سطح الأرض

احسب شغل وزن الكرة حتى تصبح الكرة على ارتفاع $m(4.5)$ عن سطح الأرض

$$W_w = mg(h_i - h_f) = 0.1 \times 10(0 - 4.5) = -4.5 J .$$

تمرين (3): مكعب كتلته $g(400)$ موجود على ارتفاع $m(5)$ عن سطح الأرض ينزلق على منحني كما في الشكل



المجاور فمن خلال المعلومات المدونة على الشكل المطلوب احسب :

1- شغل وزن المكعب عندما ينتقل من النقطة (A) إلى النقطة (B)

$$W_w = mg(h_i - h_f) = 0.4 \times 10(5 - 3.2) = 7.2 J .$$

2- شغل وزن المكعب عندما ينتقل من النقطة (B) إلى النقطة (C)

$$W_w = mg(h_i - h_f) = 0.4 \times 10(3.2 - 2) = 4.8 J .$$

تمرين (4): وضع صندوق خشبي كتلته $g(100)$ على مستوى أملس مائل يميل بزاوية

(30°) مع المستوي احسب الشغل الناتج عن وزن الصندوق إذا تحرك على المستوي

المائل نفسه مسافة $cm(50)$

$$W_w = mgd \sin(\alpha) = 0.1 \times 10 \times 0.5 \sin 30 = 0.25 J .$$

تمرين (5): وضع صندوق خشبي كتلته $g(200)$ في نهاية مستوى أملس مائل يميل

بزاوية (30°) مع المستوي الأفقي (مستوى الأرض) دفع الصندوق نحو الأعلى أحسب

الشغل الناتج عن وزن الصندوق حين يبلغ ارتفاع الصندوق عن الأرض مسافة

$cm(100)$.

$$W_w = mg(h_i - h_f) = 0.2 \times 10(0 - 1) = -2 J .$$

مثال (1) : يحمل الولد في الشكل المجاور كرة كتلتها $Kg(1.5)$ خارج نافذة غرفته في الطابق الثاني التي ترتفع

عن الأرض مسافة $m(6)$ حيثما لزم اعتبر أن $(g = 10 N/Kg)$ المطلوب

1- ما هو الشغل المبذول على الكرة نتيجة قوة إمساك الولد لها ؟

صفر لعدم وجود إزاحة

2- أفلت الولد الكرة لتسقط تحت تأثير الجاذبية الأرضية ما هو مقدار الشغل الناتج

عن قوة الجاذبية الأرضية إذا تحركت الكرة مسافة $m(4)$

$$W_w = mgd \cos(\theta) = 1.5 \times 10 \times 4 \cos 0 = 60 J .$$

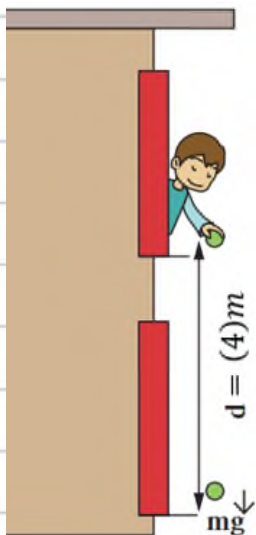
3- ما هو مقدار الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك مع الهواء المفترض أنها ثابتة خلال سقوط الكرة

مسافة $m(4)$ علماً أن مقدار قوة الاحتكاك $N(1)$

$$W_f = fd \cos(\theta) = 1 \times 4 \cos 180 = -4 J .$$

4- أحسب الشغل الكلي المبذول على الكرة نتيجة القوى المؤثرة عليها حتى تقطع مسافة $m(4)$

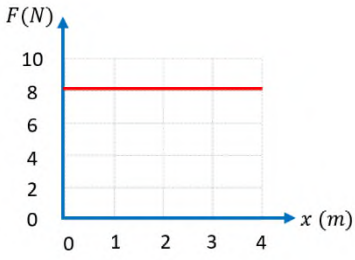
$$W_{tot} = W_w + W_f = 60 + (-4) = 56 J .$$





6.2 التمثيل البياني للشغل الناتج عن قوة منتظمة

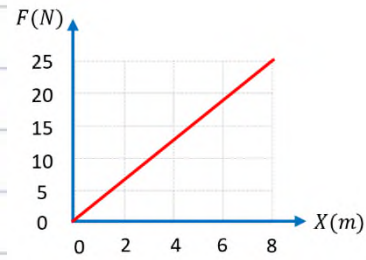
المساحة تحت منحنى (F, x) تساوي عدديا الشغل المبذول من القوة خلال الازاحة المحددة



تمرين (1): قوة تعمل على جسم كما هو موضح بالشكل المجاور المطلوب : احسب الشغل

المنجز بواسطة القوة عندما يتحرك الجسم من $x = (0)$ إلى $x = (4) m$

$$W = 4 \times 8 = 32 J .$$

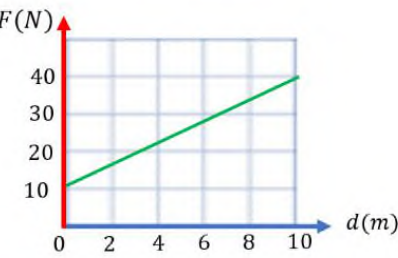


تمرين (2): قوة تعمل على جسم تتغير مع (x) كما هو موضح بالشكل المجاور

المطلوب : احسب الشغل المنجز بواسطة القوة عندما يتحرك الجسم من $x = (0)$ إلى

$x = (8) m$

$$W = \frac{8 \times 25}{2} = 100 J .$$

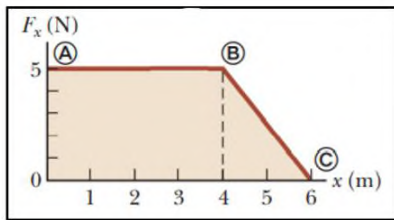


تمرين (3): قوة تعمل على جسم تتغير مع (d) كما هو موضح بالشكل المجاور

المطلوب : احسب الشغل المنجز بواسطة القوة عندما يتحرك الجسم من

$d = (0)$ إلى $d = (8) m$

$$W = 10 \times 10 + \frac{30 \times 10}{2} = 250 J .$$



تمرين (4): من خلال الشكل المجاور نجد أن القوة المؤثرة على الجسم ثابتة لأول

$4) m$ من الحركة ثم تناقصت احسب الشغل الكلي الذي بذلته القوة خلال الحركة

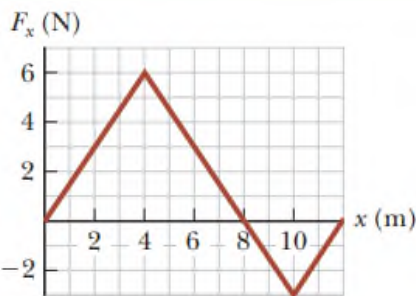
$$W = 4 \times 5 + \frac{2 \times 5}{2} = 25 J .$$

تمرين (5): قوة تعمل على جسم تتغير مع (x) كما هو موضح بالشكل المجاور

المطلوب: احسب الشغل المنجز بواسطة القوة

عندما يتحرك الجسم من $x = (0)$ إلى $x = (10) m$

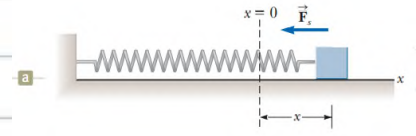
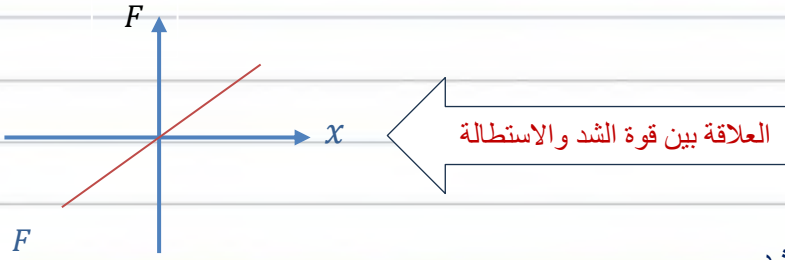
$$W = \frac{8 \times 6}{2} + \frac{2 \times -3}{2} = 21 J .$$



3. الشغل الناتج عن قوة متغيرة

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

سندرس مثالا عليها هي: قوة الشد على الزنبرك



استنتج العلاقة التي تعطي الشغل الناتج عن قوة الشد

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

عدد العوامل الذي يتوقف عليها الشغل المبذول على نابض ؟

- 1- ثابت مرونة النابض
- 2- الاستطالة أو (الانضغاط)

ارسم الخطوط البيانية المعبرة عن تغير الشغل المبذول على نابض مع مربع الاستطالة وحدد

الميل إن وجد

$$\text{الميل : } \frac{1}{2}k$$

نشاط : نأخذ زنبركا مثبتا من أحد طرفيه نقوم بضغطة من موضع سكونه أي بذل عليه

شغل فينضغط مسافة (Δx) كم سيكون الشغل المبذول لضغط الزنبرك مثلي المسافة التي

انضغط بها الزنبرك في الحالة الأولى (ابتداء من الوضع الصفرى) ولماذا

الجواب: يزداد الشغل أربع مرات لأن الشغل يتناسب طرديا مع مربع الاستطالة الحادثة

ملاحظات

- 1- يمكن حساب ثابت القوة للنابض (الزنبرك) من العلاقة

نحسب قوة الشد على الزنبرك من العلاقة :

$$F = k\Delta x$$

- 2- نحسب شغل قوة الشد على الزنبرك

$$W = \frac{1}{2}mg\Delta x$$

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

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

حل التمارين التالية :

تمرين (1) : علقت كتلة مقدارها $m = (0.1)kg$ بالطرف الحر لزنبرك معلق رأسيا فاستطال مسافة $5cm$

المطلوب :

- 1- احسب قيمة ثابت مرونة الزنبرك (النابض)

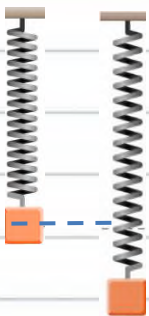
$$k = \frac{mg}{\Delta x} = \frac{0.1 \times 10}{0.05} = 20 N/m$$

- 2- احسب مقدار قوة الشد العظمى

$$F = k\Delta x = 20 \times 0.05 = 1 N$$

- 3- احسب مقدار الشغل المبذول لاستطالة الزنبرك

$$W = \frac{1}{2}F\Delta x = \frac{1}{2} \times 1 \times 0.05 = 0.025 J$$



تمرين (2) : أثرت قوة مقدارها $F = (10)N$ بالطرف الحر لزنبرك معلق رأسيًا فاستطال مسافة $2cm$

المطلوب :

1- احسب قيمة ثابت مرونة الزنبرك (النابض)

$$k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{10}{0.02} = 500 N/m .$$

2- احسب مقدار الشغل المبذول لاستطالة الزنبرك

$$W = \frac{1}{2} F \Delta x = \frac{1}{2} \times 10 \times 0.02 = 0.1 J .$$

مراجعة الدرس 1-1

أولاً - عندما تقف وأنت تحمل حقيبة التخييم على ظهرك، ما هو مقدار الشغل الناتج عن قوة الحمل؟ فسر إجابتك.

صفر لعدم وجود إزاحة

ثانياً - أحسب مقدار الشغل الذي يجب بذله على حجر وزنه $(100)N$ لرفعه $1m$ عن سطح الأرض

$$W = Fd = 100 \times 1 = 100 J .$$

ثالثاً - زنبرك مثبت من أحد طرفيه ثابت مرونته $(40) N/m$ ما هو مقدار الشغل الذي يجب بذله على الطرف

الآخر لجعله يستطيل $2cm$ عن طوله الأصلي

$$W = \frac{1}{2} k (\Delta x)^2 = \frac{1}{2} \times 40 \times (0.02)^2 = 8 \times 10^{-3} J .$$

رابعاً - إذا كان مقدار الشغل اللازم لجعل الزنبرك يستطيل $8cm$ عن طوله الأصلي يساوي $(400)J$ أحسب

مقدار ثابت مرونة هذا الزنبرك

$$W = \frac{1}{2} k (\Delta x)^2 \Rightarrow 400 = \frac{1}{2} \times k \times (0.08)^2 \Rightarrow k = 125 \times 10^3 N/m .$$

خامساً - ضغط زنبركا $2cm$ عن طوله الأصلي في مرحلة

أولى ومن ثم ضغط $6cm$ إضافية في مرحلة ثانية. ما هو

الشغل الإضافي المبذول في خلال عملية الضغط الثانية مقارنة

بالعملية الأولى (علما أن ثابت المرونة $K = (100) N/m$)

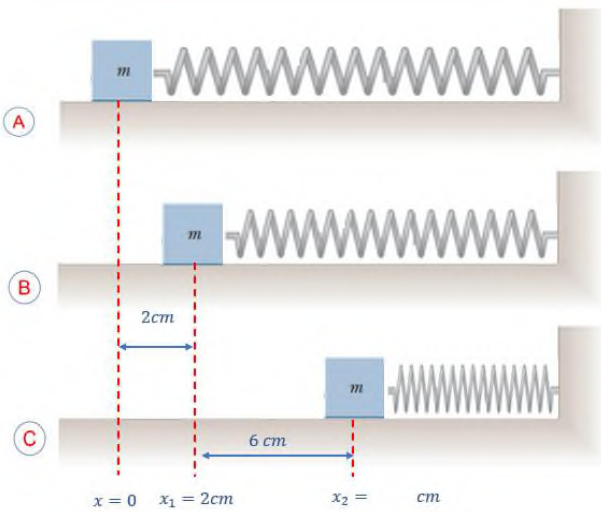
$$W' = W_2 - W_1 .$$

$$W' = \frac{1}{2} k (\Delta x_2)^2 - \frac{1}{2} k (\Delta x_1)^2 .$$

$$W' = \frac{1}{2} k [(\Delta x_2)^2 - (\Delta x_1)^2] .$$

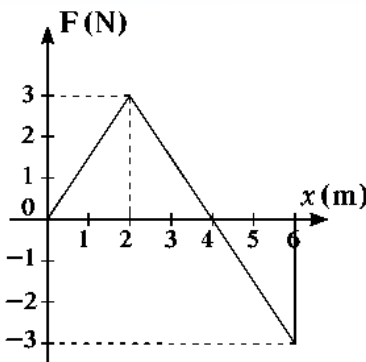
$$W' = \frac{1}{2} 100 [(0.08)^2 - (0.02)^2] .$$

$$W' = 0.3 J .$$



سادساً - احسب مقدار الشغل الناتج عن القوة المتغيرة $\vec{F}$ حين تتغير القوة وفقا

للرسم البياني المعطى في الشكل



$$W = \frac{1}{2} \times 4 \times 3 + \frac{1}{2} (6 - 4) \times (-3) = 3 J .$$

1. الطاقة الحركية

الطاقة: هي المقدرة على إنجاز الشغل

ماذا يحدث في الحالات التالية

اعداد: محمد سعيد السعدي

1- ماذا يحدث للمسافة التي تقطعها كلا من الكرتين المتماثلتين عند قذفهما على ذات المستوى الأفقي بسرعتين مختلفتين

الحدث: الأسرع تقطع مسافة أكبر

التفسير: لأنها تملك طاقة حركية أكبر وبالتالي تملك قدرة أكبر على بذل شغل أكبر

2- ماذا يحدث لانغراز مسمار في خشبة عند زيادة الارتفاع الذي تسقط منه المطرقة على المسمار

الحدث: يزداد الانغراز

التفسير: لأنها تملك طاقة كامنة أكبر فتتحول هذه الطاقة إلى طاقة حركية عظيمة لحظة ملامستها للمسمار فتبذل

شغلا أكبر

الطاقة الميكانيكية: هي كمية يمتلكها الجسم أو النظام وتساوي مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع

سؤال: ما هي وحدة قياس الطاقة في النظام الدولي للوحدات ؟ الجول

2. الطاقة الحركية

الطاقة الحركية: شغل ينجزه الجسم بسبب حركته

• كلما ازدادت سرعة الجسم تزداد طاقة حركته على المستوى نفسه

وحدة قياس الطاقة الحركية الخطية في النظام الدولي للوحدات هي الجول وتكافئ... ($Kg.m^2/s^2$)

عدد العوامل التي تتوقف عليها الطاقة الحركية لجسم يتحرك على مسار مستقيم

1- كتلة الجسم 2- السرعة الخطية

ماذا يحدث لمقدار الطاقة الحركية في الحالات التالية ؟

1- زيادة سرعة الجسم إلى المثلين بثبات كتلة الجسم

الحدث: تزداد أربع مرات

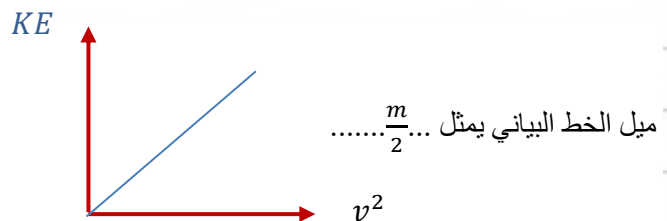
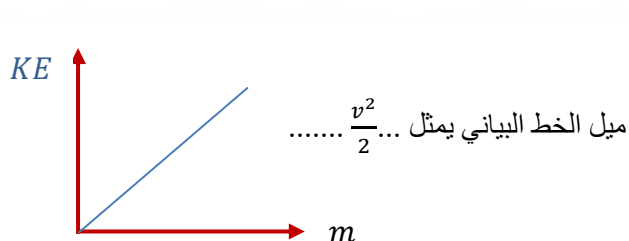
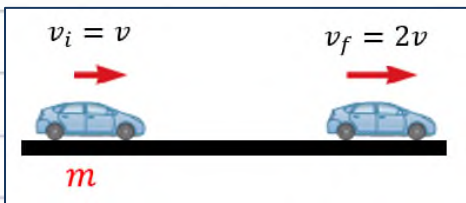
التفسير: لأن الطاقة الحركية تتناسب طرديا مع مربع السرعة الخطية بثبات كتلة الجسم

2- نقصان كتلة الجسم عند ثبات السرعة الخطية

الحدث: تقل

التفسير: لأن الطاقة الحركية تتناسب طرديا مع الكتلة بثبات السرعة الخطية

ارسم الخطوط المعبرة عن العلاقات البيانية التالية بين الطاقة الحركية وكلا مما عبر عنه المحور الأفقي واوجد الميل



حل التمارين التالية

- 1- سيارة كتلتها $(1000)kg$ تتحرك على طريق أفقي بخط مستقيم وبسرعة ثابتة مقدارها $(90)km/h$
أ- احسب الطاقة الحركية للسيارة بوحدة الجول؟

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 1000 \times (25)^2 = 312500J .$$

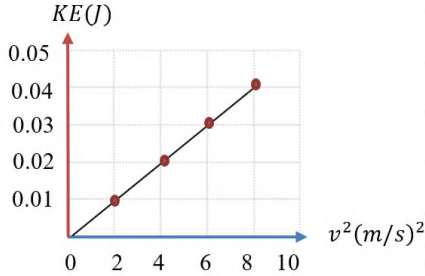
ب- كم تصبح طاقة حركتها إذا زادت سرعة السيارة إلى مثلي قيمتها

تزداد أربع مرات

- 2- إذا كان الخط البياني المقابل يمثل تغير الطاقة الحركية لجسم يتحرك

على طريق أفقي بخط مستقيم بتغير مربع سرعة الجسم الخطية

احسب كتلة الجسم

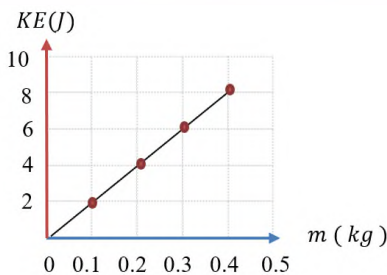


$$KE = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 0.04 = \frac{1}{2} \times m \times 8 \Rightarrow m = 0.01kg .$$

- 3- إذا كان الخط البياني المقابل يمثل تغير الطاقة الحركية لعدة أجسام مختلفة

الكتلة تتحرك على طريق أفقي بخط مستقيم وبسرعة ثابتة بتغير الكتلة احسب

سرعة الأجسام المتحركة



$$KE = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 8 = \frac{1}{2} \times 0.4 \times v^2 \Rightarrow v = 6.32 m/s .$$

3. العلاقة بين الطاقة الحركية والشغل

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

$$W = \sum F d = mad = \frac{1}{2}m(2ad) = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = KE_f - KE_i = \Delta KE .$$

$$2ad = v_f^2 - v_i^2 .$$

قانون الطاقة الحركية: (الشغل الناتج عن محصلة القوى الخارجية المؤثرة في الجسم في فترة

زمنية محددة يساوي التغير في طاقته الحركية في الفترة نفسها)

$$W = \Delta KE = KE_f - KE_i = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2)$$

ملاحظة:

حل التمارين التالية:

- 1- سيارة تتحرك بخط مستقيم وبسرعة ثابتة $(5)m/s$ أثرت عليها قوة منتظمة مقدارها $(100)N$ وموازية للمسار

احسب الشغل المبذول على السيارة بعد أن قطعت مسافة $(100)m$

$$W = Fd = 100 \times 100 = 10000J .$$

- 2- سيارة كتلتها $(1000)Kg$ تتحرك بخط مستقيم وبسرعة ثابتة $(5)m/s$ أثرت عليها قوة ثابتة المقدار فازدادت

سرعتها لتصبح $(15)m/s$ احسب الشغل المبذول خلال هذا التغير

$$W = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = \frac{1}{2} \times 1000 \times (15^2 - 5^2) = 100000 J .$$

حل المسائل التالية: حيثما لزم اعتبر عجلة الجاذبية $g = (10)N/kg$

المسألة الأولى: كرة كتلتها $g(100)$ موجودة على ارتفاع $m(2)$ من سطح الأرض سقطت من سكون في غياب الاحتكاك لتصل إلى سطح الأرض كما في الشكل المجاور المطلوب أحسب:

1- شغل وزن الكرة من لحظة السقوط حتى لحظة الوصول إلى الأرض

$$W_w = mg(h_i - h_f) = 0.1 \times 10 \times (2 - 0) = 2 J .$$

2- سرعة الكرة بعد أن تقطع مسافة $m(0.6)$ من نقطة السقوط

$$\Delta KE = W_w .$$

$$\frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = mgd \cos \theta .$$

$$\frac{1}{2}(v_f^2 - 0) = 10 \times 0.6 \cos 0 \Rightarrow v = 3.34 m/s$$

3- سرعة الكرة لحظة وصولها إلى سطح الأرض

$$\Delta KE = W_w .$$

$$\frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = mg(h_i - h_f) .$$

$$\frac{1}{2}(v_f^2 - 0) = 10 \times (2 - 0) \Rightarrow v = 6.32 m/s .$$

المسألة الثانية: انزلق مكعب كتلته $g(200)$ من سكون من النقطة (A) عند قمة مستوى مائل أملس يميل عن الأفق بزاوية (30°) حيث ترتفع هذه النقطة عن سطح الأرض (بفرض أنه المستوى المرجعي) مسافة $m(1)$ المطلوب احسب:

1- شغل وزن المكعب من لحظة بدء الحركة حتى لحظة وصوله إلى نهاية المستوى المائل.

$$W_w = mg(h_i - h_f) = 0.2 \times 10 \times (1 - 0) = 2 J .$$

2- سرعة المكعب عندما يصل إلى نهاية المستوى المائل .

$$\Delta KE = W_w .$$

$$\frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = mg(h_i - h_f) .$$

$$\frac{1}{2}(v_f^2 - 0) = 10 \times (1 - 0) .$$

$$v = 4.47 m/s .$$

المسألة الثالثة: قذف جسم كتلته $g(200)$ من النقطة (A) رأسياً إلى أعلى بسرعة $v_A = (20) m/s$ في غياب الاحتكاك المطلوب: (علما ان النقطة (A) عند سطح الأرض)

1- احسب الطاقة الحركية للجسم عند نقطة الانطلاق (A)

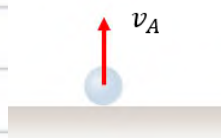
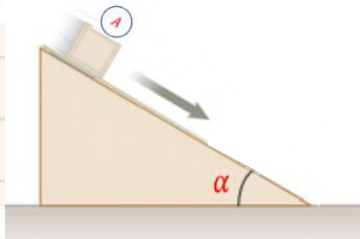
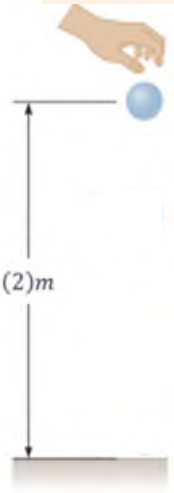
$$KE_A = \frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2} \times 0.2 \times (20)^2 = 40 J .$$

2- أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم

$$\Delta KE = W_w .$$

$$\frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = mg(h_i - h_f) .$$

$$\frac{1}{2}(0 - 20^2) = 10 \times (0 - h_f) \Rightarrow h_f = 20m .$$



الطاقة الكامنة

الثقلية

المرنة

4. الطاقة الكامنة

الطاقة الكامنة: هي طاقة يخزنها الجسم وتسمح له بإنجاز شغل للتخلص منها
ملاحظة: هناك أنواع مختلفة للطاقة الكامنة منها الكيميائية والكهربائية والثقلية

1.4 الطاقة الكامنة المرنة

الطاقة الكامنة المرنة: هي الطاقة التي تخزنها الأجسام المرنة عند شدّها أو ضغطها أو ليها وتساوي الشغل المبذول لتغيير وضعها من وضع الاستقرار إلى وضع الاستطالة أو الانكماش أو اللي

الطاقة الكامنة المرنة

المختزنة في سلك (خيط)

المختزنة في زنبرك

نشاط:

نشاط:

نأخذ جسماً مثبتاً بخيط مرّن
نقوم بلي الجسم عن موضع
اتزانّه بإزاحة زاوية كما في
الشكل المجاور

المطلوب: أجب عن الأسئلة التالية

1- ما اسم الطاقة التي سيخزنها الخيط ؟

الطاقة الكامنة المرنة

2- العلاقة الرياضية للطاقة الكامنة المرنة المختزنة ؟

$$PE_e = \frac{1}{2} c (\Delta\theta)^2$$

3- عدد العوامل التي تتوقف عليها الطاقة الكامنة المرنة

المختزنة في الخيط ؟

أ- ثابت مرونة الخيط ب- الإزاحة الزاوية

4- ماذا سيحدث للطاقة المختزنة عند زيادة الإزاحة

الزاوية للمثلين ؟

الحدث : تزداد أربع مرات

التفسير : $PE_e \propto (\Delta\theta)^2$

5- ماذا سيحدث عند ترك الجسم حر الحركة ؟

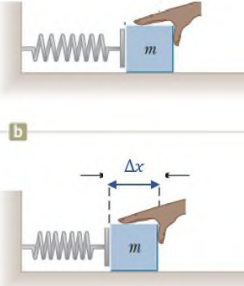
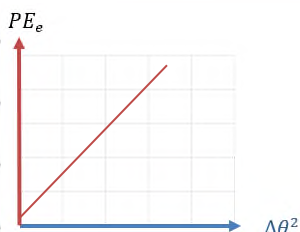
الحدث : يعود الجسم إلى وضعه الأصلي

التفسير : تتحول الطاقة الكامنة المرنة إلى طاقة حركية

6- ارسم الخط البياني المعبر

عن تغير الطاقة المرنة المختزنة

في الخيط ومربع الإزاحة الزاوية



نأخذ زنبركاً أفقياً مثبتاً أحد طرفيه
وضع مكعب على سطح أفقي
ألمس ملاصق للزنبرك تم ضغط
الزنبرك بواسطة قوة دفع من يدنا
المطلوب: أجب عن الأسئلة التالية

1- ما اسم الطاقة التي سيخزنها الزنبرك ؟

الطاقة الكامنة المرنة

2- العلاقة الرياضية للطاقة الكامنة المرنة المختزنة في الزنبرك ؟

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

3- عدد العوامل التي تتوقف عليها الطاقة الكامنة المرنة

المختزنة في الزنبرك ؟

أ- ثابت شد النابض ب- الاستطالة الحادثة

4- ماذا سيحدث للطاقة المختزنة عند زيادة الانضغاط

للمثلين ؟

الحدث : تزداد أربع مرات

التفسير : $PE_e \propto (\Delta x)^2$

5- ماذا سيحدث عند ابعاد يدنا عن المكعب ؟

الحدث : يعود النابض لوضعه الأصلي وينطلق المكعب

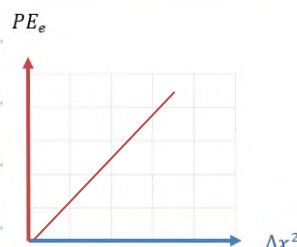
التفسير : تتحول الطاقة الكامنة المرنة إلى طاقة حركية

6- ارسم الخط البياني المعبر

عن تغير الطاقة الكامنة

المرنة في الزنبرك ومربع

الاستطالة



أجب عن الأسئلة التالية

1- استنتج وحدة قياس ثابت مرونة الجسم المرن (C)

$$J/\text{rad}^2 \text{ أو } \text{Nm}/\text{rad}^2$$

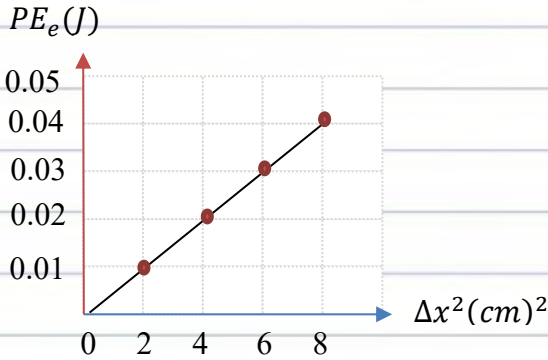
2- فسر لماذا يوجد في بعض الألعاب التي تعتمد على الحركة زنبرك ؟

حتى تختزن طاقة كامنة مرنة تتحول إلى طاقة حركية لاحقاً

3- عدد العوامل التي يتوقف عليها ثابت مرونة الجسم المرن (C)

1- الخواص الميكانيكية للجسم -2- سمك الخيط المرن (السلك المرن) -3- طول الخيط المرن

حل التمارين التالية



تمرين (1) : إذا كان الشكل المقابل يمثل تغير طاقة الوضع المرنة

لزنبرك مع تغير مربع الاستطالة احسب قيمة ثابت مرونة الزنبرك

$$PE_e = \frac{1}{2} k (\Delta x)^2 \Rightarrow 0.04 = \frac{1}{2} \times k \times 8 \times 10^{-4}$$

$$k = 100 \text{ N/m}$$

تمرين (2) : إذا كان ثابت مرونة الخيط المطاطي في الشكل

المجاور $(200) \text{ N.m}/\text{rad}^2$ احسب الطاقة الكامنة المرنة المخزنة فيه

$$PE_e = \frac{1}{2} c (\Delta \theta)^2 = \frac{1}{2} \times 200 \times \left(\frac{\pi}{4}\right)^2 = 61.68 \text{ J}$$

كم تصبح الطاقة المخزنة عندما تصبح الإزاحة الزاوية مثلاً ما كانت عليه

تزداد أربع مرات

2.4 الطاقة الكامنة (الوضع) الثقالية

الطاقة الكامنة الثقالية: الشغل المبذول على الجسم لرفعه إلى نقطة ما عن مستوى مرجعي

نشاط : تم رفع جسم إلى ارتفاع (h) عن مستوى أفقي اعتبرناه مستوى مرجعي لطاقة الوضع الثقالية

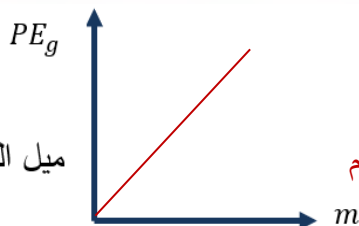
1- اذكر العلاقة الرياضية التي نستخدمها لحساب طاقة الوضع الثقالية

$$PE_g = mgh$$

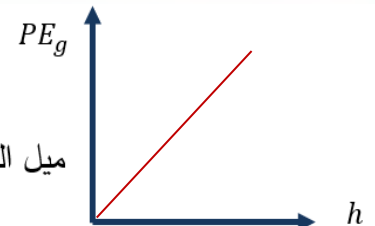
2- عدد العوامل التي تتوقف عليها طاقة الوضع الثقالية لجسم عند موضع ما بالنسبة للمستوى المرجعي

1- كتلة الجسم (وزن الجسم) -2- الارتفاع عن المستوى المرجعي

3- ارسم الخطوط المعبرة عن تغير طاقة الوضع الثقالية مع كل من الارتفاع عن المستوى المرجعي وكتلة الجسم



ميل الخط البياني يمثل gh



ميل الخط البياني يمثل وزن الجسم

4- ماذا سيحدث لمقدار هذه الطاقة عند زيادة الارتفاع عن المستوى المرجعي للمثلين بثبات وزن الجسم

الحدث : تزداد إلى المثلين

التفسير : $PE_g \propto h$

ملاحظات 1- الطاقة الكامنة في جسم في موقعه تحدد قدرته على انجاز الشغل

1- لابد من بذل شغل على الجسم لرفعه إلى موقع معين فيكتسب طاقة كامنة ثقالية

اعطي تفسيراً فيزيائياً لقدرة المياه الساقطة من أعلى الشلالات على إدارة التوربينات الموجودة أسفل الشلال



مياه الشلال في أعلى نقطة في الشلال تملك طاقة وضع ثقالية عظيمة وأثناء سقوطها تتحول إلى طاقة حركة فعندما تصطدم بمراوح التوربينات تتحول الطاقة الحركية إلى شغل يؤدي إلى تدوير

مراوح التوربينات

ملاحظات :

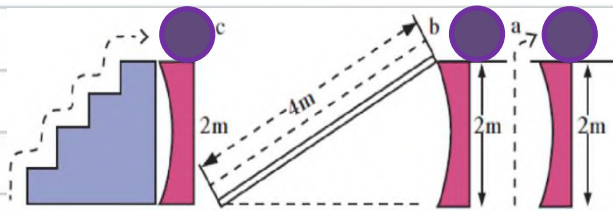
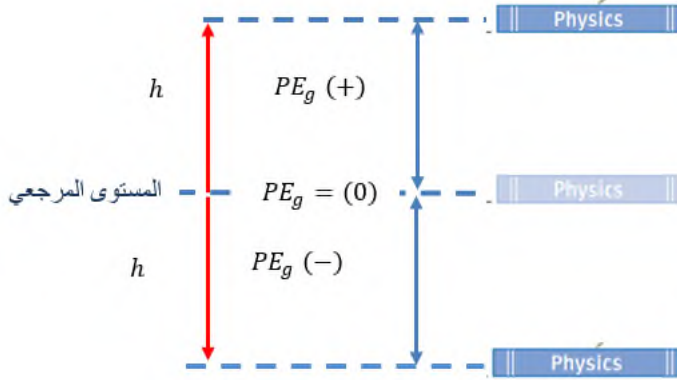
1- عند حساب الطاقة الكامنة الثقالية تنسب إلى مستوى

مرجعي للطاقة لذلك الطاقة الكامنة الثقالية في المستوى

المرجعي تساوي الصفر

2- عادة يعتبر سطح الأرض هو المستوى المرجعي لطاقة

الوضع الثقالية



30°

تمرين : من خلال الشكل الموجود أسفل السؤال وإذا علمت

أن وزن الكرة $(100)N$ المطلوب أحسب مقدار الطاقة

الكامنة الثقالية في كل مسار من المسارات الثلاثة التالية :

طاقة الوضع الثقالية تساوي الشغل المبذول لرفع الجسم من

المستوى المرجعي إلى المستوى الجديد

$$PE_g = W = Fd = 100 \times 2 = 200 J.$$

$$PE_g = W = Fd = (100 \sin 30) \times 4 = 200 J.$$

$$PE_g = \sum W = 4 \times (100 \times 0.5) = 200 J.$$

ماذا تستنتج: الطاقة الكامنة الثقالية لا ترتبط بكيفية الوصول إلى ارتفاع معين ولكن بالمسافة الرأسية بين هذا المكان

والمستوى المرجعي

حل المثال التالي كرة كتلتها $m = (0.1)Kg$ موضوعة على المستوى الأفقي المار بالنقطة B كما في الشكل

(25) استخدم عجلة الجاذبية $g = (10)N/kg$ واحسب الطاقة الكامنة الثقالية للكرة

بالنسبة إلى المستوي المرجعي B في كل من الحالات التالية

أ- عند المستوى الأفقي المار بالنقطة A الذي يرتفع عن المستوى الأفقي المار بالنقطة

B مسافة $(40) cm$

$$PE_g = mgh = 0.1 \times 10 \times 0.4 = 0.4 J.$$

ب- عند المستوى الأفقي المار بالنقطة B

$$PE_g = mgh = 0.1 \times 10 \times 0 = 0 J.$$

ت- عند المستوى الأفقي المار بالنقطة C الذي ينخفض عن المستوى الأفقي المار بالنقطة B مسافة

$(50) cm$

$$PE_g = -mgh = -0.1 \times 10 \times 0.5 = -0.5 J.$$

3.4 التغير في طاقة الوضع الثقالية

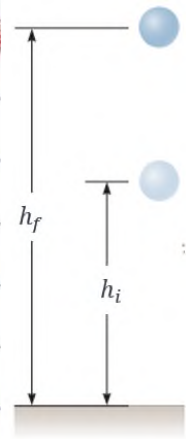
$$\Delta PE_g = mg(h_f - h_i)$$

$$W_w = mg(h_i - h_f)$$

$$\Delta PE_g = -W_w$$

$$\Delta KE = W_w$$

$$\Delta PE_g = -\Delta KE$$



ملاحظات:

1- إذا تحرك مركز كتلة الجسم رأسياً إلى أعلى فإن $(h_f - h_i > 0)$ إذا $(\Delta PE_g > 0)$ أما شغل الوزن $(W_w < 0)$

2- إذا تحرك مركز كتلة الجسم رأسياً إلى أسفل فإن $(h_f - h_i < 0)$ إذا $(\Delta PE_g < 0)$ أما شغل الوزن $(W_w > 0)$

ماذا تستنتج: التغير في مقدار طاقة الوضع الثقالية يساوي معكوس الشغل المبذول من وزن الجسم خلال الإزاحة

العمودية

حل المسائل التالية

المسألة الأولى: الشكل المجاور يوضح كتلة مقدارها 5 Kg تم رفعها رأسياً من النقطة (A) التي ترتفع 2 m عن سطح الأرض إلى النقطة (B) التي ترتفع 12 m عن سطح الأرض استخدم عجلة

الجاذبية $g = (10)\text{ N/kg}$ المطلوب:

1- احسب الشغل المبذول من وزن الجسم خلال الإزاحة من (A) إلى (B)

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

2- احسب التغير في طاقة الوضع الثقالية للجسم خلال تحريكه من (A) إلى (B)

$$\Delta PE_g = mg(h_f - h_i) = 5 \times 10 \times (12 - 2) = 500\text{ J}$$

3- قارن بين الشغل المبذول من وزن الجسم والتغير في طاقة الوضع الثقالية ماذا تستنتج:

$$\Delta PE_g = -W_w$$

المسألة الثانية: حجر وزنه 8 N وضع على ارتفاع 6 m عن سطح الأرض

1- ما مقدار الطاقة الكامنة الثقالية عند ارتفاع 6 m عن سطح الأرض

$$PE_g = mgh = 8 \times 6 = 48\text{ J}$$

2- ما مقدار الطاقة التي يفقدها الجسم عندما يصبح على ارتفاع 4.5 m

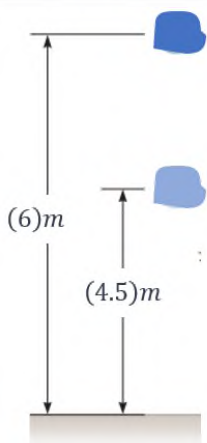
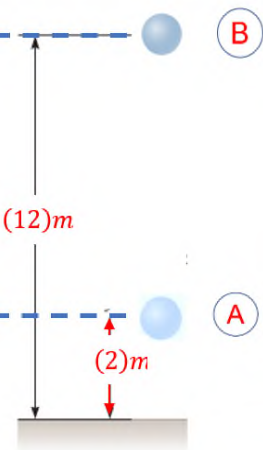
$$\Delta PE_w = mg(h_f - h_i) = 8 \times (4.5 - 6) = -12\text{ J}$$

3- احسب سرعة الحجر لحظة وصوله الى سطح الأرض بإهمال قوة مقاومة الهواء

$$\Delta KE = W_w$$

$$\frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = mg(h_i - h_f)$$

$$\frac{1}{2}(v_f^2 - 0^2) = 10 \times (6 - 0) \Rightarrow v = 10.95\text{ m/s}$$



5. الطاقة الميكانيكية

تمثل الطاقة الميكانيكية لجسم أو نظام بالطاقة اللازمة لتغيير موضعه أو تعديله

وهي تساوي مجموع طاقة الجسم الحركية وطاقته الكامنة: $ME = KE + PE$

$$ME = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$$

مراجعة الدرس 1-2

أولاً - أذكر قانون الطاقة الحركية

الشغل الناتج عن محصلة القوى الخارجية المؤثرة في الجسم في فترة زمنية محددة يساوي التغير في طاقته الحركية في الفترة نفسها

ثانياً - احسب الطاقة الحركية لسيارة كتلتها $(1500)Kg$ تتحرك على طريق أفقية بسرعة $(72) Km/h$

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 1500 \times (20)^2 = 3 \times 10^5 J$$

ثالثاً - احسب الطاقة الكامنة الثقالية لكرة صغيرة كتلتها $(100)g$ موجودة على ارتفاع $(80)cm$ عن سطح

الأرض استعمل عجلة الجاذبية الأرضية $g = (10)N/kg$

$$PE_g = mgh = 0.1 \times 10 \times 0.8 = 0.8 J$$

رابعاً - تفاحة كتلتها $(150)g$ موجودة على غصن ارتفاعه $(3)m$ عن سطح الأرض الذي يعتبر السطح

المرجعي للطاقة الكامنة الثقالية

أ- احسب الطاقة الحركية للتفاحة أثناء وجودها على الغصن

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.15 \times (0)^2 = 0 J$$

ب- احسب الطاقة الكامنة الثقالية للتفاحة وهي معلقة على الغصن

$$PE_g = mgh = 0.15 \times 10 \times 3 = 4.5 J$$

ت- استخدم قانون الطاقة الحركية لتجد سرعة التفاحة بعد سقوطها مسافة $(2)m$ من موضعها في غياب الاحتكاك مع الهواء

$$\Delta KE = W_w$$

$$\frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = mgd \cos \theta$$

$$\frac{1}{2}(v_f^2 - 0^2) = 10 \times 2 \times \cos 0$$

$$v = 6.32 m/s$$

ث- احسب الطاقة الميكانيكية للتفاحة عند وجودها على بعد $(2)m$ أسفل موضعها الابتدائي .

$$ME = \frac{1}{2}mv^2 + mgh = \frac{1}{2} \times 0.15 \times 40 + 0.15 \times 10 \times 1 = 4.5 J$$

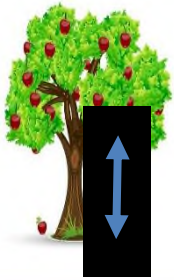
ج- احسب مقدار الطاقة الحركية للتفاحة لحظة اصطدامها بالأرض في غياب الاحتكاك مع الهواء

$$\Delta KE = W_w$$

$$KE_f - KE_i = mgd \cos \theta$$

$$KE_f - 0 = 0.15 \times 10 \times 3 \times \cos 0$$

$$KE_f = 4.5 J$$



نقسم الأجسام الى

1. الطاقة الميكانيكية الماكروسكوبية:

أجسام ميكروسكوبية

أجسام ماكروسكوبية

هي اجسام صغيرة جدا لا ترى بالعين المجردة

اجسام لها ابعاد يمكن قياسها ورؤيتها بالعين المجردة

الطاقة الميكانيكية الماكروسكوبية: مجموع الطاقة الحركية والطاقة الكامنة للجسم الماكروسكوبي

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

2. الطاقة الميكانيكية الميكروسكوبية (الطاقة الداخلية)

لديك كوب من الماء موضوع على طاولة ماهي الطاقات التي يخزنها كوب الماء الموضوع على الطاولة (من وجهة نظر مقاييس ميكروسكوبية)

طاقة وضع ميكروسكوبية - طاقة حركة ميكروسكوبية

ملاحظات

1- الطاقة الحركية الميكروسكوبية مرتبطة بسرعة جزيئات المادة وتتغير بتغير درجة حرارة الجسم.

2- الطاقة الكامنة الميكروسكوبية

أ- تنتج عن قوى التجاذب بين الجزيئات وتتغير بتغير حالة المادة.

ب- الطاقة الكامنة الميكروسكوبية: هي الطاقة التي تتبادلها جسيمات النظام وتؤدي إلى تغير حالته بتغير طاقة الربط بين أجزائه

ت- تنتج عن مختلف التأثيرات بين جسيمات النظام

أجب عن الأسئلة التالية

1- ماذا يحدث لطاقة الحركة الميكروسكوبية عند ارتفاع درجة حرارة كوب الماء؟

الحدث: تزداد

التفسير: لأن ارتفاع درجة حرارة الماء يؤدي إلى زيادة سرعة الجزيئات

2- ماذا يحدث للطاقة الكامنة الميكروسكوبية عند انصهار الجليد؟

الحدث: تتغير

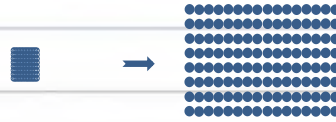
التفسير: بسبب تغير قوى الترابط بين الجزيئات

قارن بين الطاقة الحركية الميكروسكوبية والطاقة الكامنة (الوضع) الميكروسكوبية

من حيث	الطاقة الحركية الميكروسكوبية	الطاقة الكامنة (الوضع) الميكروسكوبية
كيف تتغير	بتغير درجة الحرارة	بتغير حالة المادة

الطاقة الميكانيكية الميكروسكوبية (الطاقة الداخلية): مجموع طاقات الوضع والحركة لجسيمات النظام

$$ME_{micro} = KE_{micro} + PE_{micro} = U$$



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

$$ME_{micro} = KE_{micro} + PE_{micro}$$

$$E = ME_{macro} + ME_{micro}$$

$$E = ME + U$$

الطاقة الكلية (E) لنظام ما : هي مجموع الطاقة الداخلية (U) والطاقة الميكانيكية (ME)

ملاحظة :

1- سنعمد أن الطاقة الميكانيكية الماكروسكوبية هي الطاقة الميكانيكية دون الإشارة الى أنها ماكروسكوبية

2- أما الطاقة الميكانيكية الميكروسكوبية سنطلق عليها اسم الطاقة الداخلية منعا للخلط بين المفهومين

سؤال عدد العوامل التي تتوقف عليها كلا مما يلي :

1- الطاقة الكامنة الميكروسكوبية

حالة المادة (قوى الترابط بين الجزيئات)

2- الطاقة الحركية الميكروسكوبية

درجة الحرارة

3- الطاقة الميكانيكية الميكروسكوبية (الطاقة الداخلية)

حالة المادة (قوى الترابط بين الجزيئات) - درجة الحرارة

4- الطاقة الكلية

حالة المادة (قوى الترابط بين الجزيئات) - درجة الحرارة - كتلة الجسم - ارتفاع الجسم عن المستوى المرجعي -

سرعة الجسم

3. حفظ (بقاء) الطاقة الكلية

الطاقة الكلية (E) لنظام ما : هي مجموع الطاقة الداخلية (U) و الطاقة الميكانيكية (ME)

$$E = ME + U$$

تعطى بالعلاقة:

النظام المعزول المغلق: هو نظام لا يتبادل طاقة مع الوسط المحيط وتكون الطاقة الكلية للنظام محفوظة ويحدث

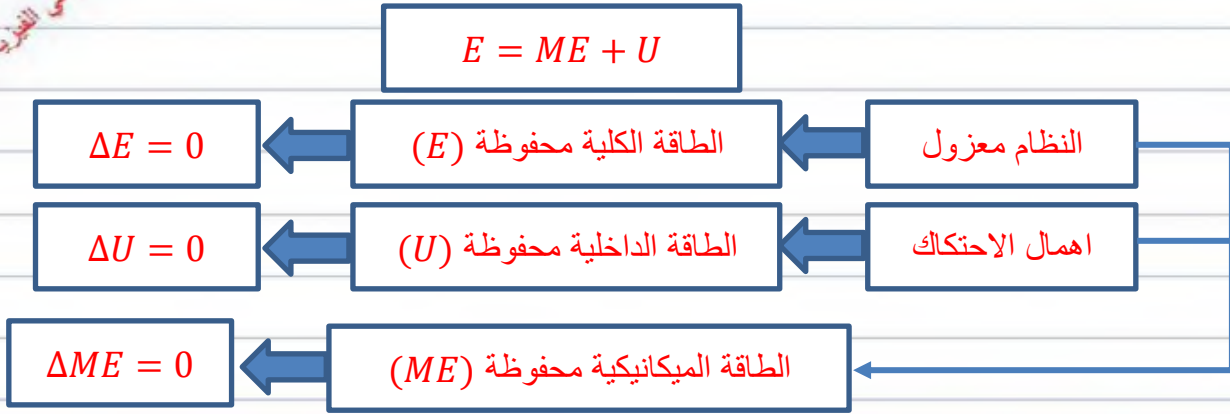
داخل النظام تحولات للطاقة من شكل لآخر

قانون حفظ الطاقة ((الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من عدم ويمكن داخل أي نظام معزول أن تتحول من شكل إلى آخر

فالطاقة الكلية للنظام ثابتة لا تتغير))

ملاحظات

-1



-2

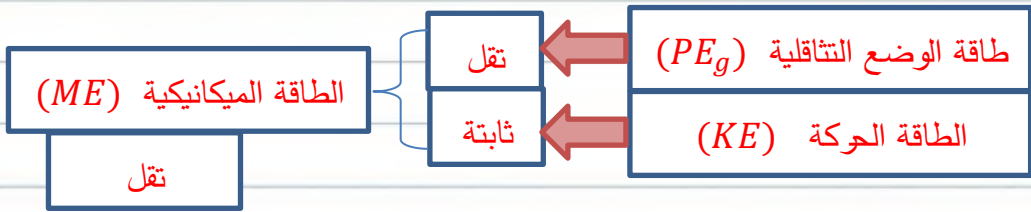
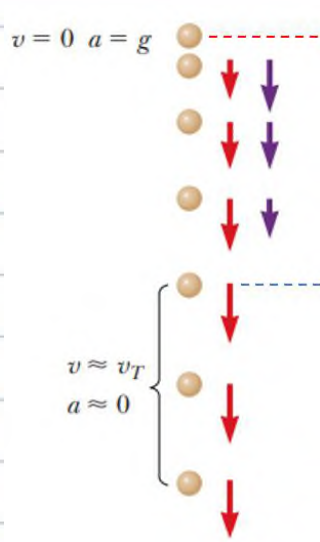
عندما يذكر عبارة في نظام معزول يوجد احتكاك أو مقاومة هواء مباشرة نفهم



-3

عندما يسقط جسم من مكان مرتفع بوجود مقاومة الهواء فإن سرعته سوف تزداد حتى تصل إلى سرعة محددة تسمى السرعة الحدية (يحافظ عليها حتى يصل إلى الأرض)

بعد وصول الجسم إلى سرعته الحدية



اذكر شروط حفظ كلا من الطاقات التالية :

1- الطاقة الكلية

أن يكون النظام معزولا

2- الطاقة الداخلية

إهمال قوى الاحتكاك

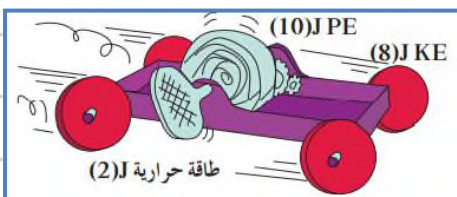
3- الطاقة الميكانيكية

أن يكون النظام معزولا - إهمال قوى الاحتكاك

أجب عن الأسئلة التالية :

-1

ماذا يحدث للطاقة الكلية للسيارة عندما نعطي السيارة طاقة كامنة مرنة ونتركها لتتحرك على الأرض بفرض أن



النظام المؤلف من (الأرض - السيارة - الهواء المحيط) نظاما معزولا

الحدث : تبقى ثابتة

التفسير : لأنه لا يحدث تبادل للطاقة مع الوسط المحيط ويحدث فقط تحول

للطاقة من طاقة وضع مرنة إلى طاقة حركية وحرارية تختزن كطاقة داخلية



2- ماذا يحدث للطاقات المدونة في الجدول عندما يهبط المظلي وبعد الوصول للسرعة الحدية بفرض أن النظام المؤلف من (المظلي - الأرض - الهواء المحيط) نظاما معزولا :

طاقة الوضع الثقالية (PE_g)	الحدث:	تقل
	التفسير:	لأن الارتفاع عن المستوى المرجعي يقل مع سقوط الجسم
طاقة الحركة (KE)	الحدث:	ثابتة
	التفسير:	لأن المظلي وصل إلى سرعته الحدية فتبقى ثابتة حتى يصل الأرض
الطاقة الميكانيكية (ME)	الحدث:	تقل
	التفسير:	لأن الطاقة الحركية ثابتة ويحدث نقص مستمر في طاقة الوضع الثقالية
الطاقة الداخلية (U)	الحدث:	تزداد
	التفسير:	بسبب وجود احتكاك وهذا يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة النظام
الطاقة الكلية (E)	الحدث:	ثابتة
	التفسير:	لأن النظام معزول فلا يحدث تبادل للطاقة مع الوسط المحيط

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

1- في الأنظمة المعزولة المغلقة تكون الطاقة الكلية محفوظة

2- في نظام معزول مؤلف من (الأرض - السيارة - الهواء المحيط) فإن الطاقة الكلية محفوظة

3- طاقة الكلية لنظام معزول مؤلف من (مظلي - الأرض - الهواء المحيط) محفوظة

لأن النظام معزول فلا يحدث تبادل للطاقة مع الوسط المحيط إنما يحدث تحول للطاقة من شكل لآخر داخل النظام

4- طاقة الميكانيكية لنظام معزول مؤلف من (مظلي - الأرض - الهواء المحيط) غير محفوظة (ليست ثابتة)

لأنه بعد الوصول إلى السرعة الحدية تثبت الطاقة الحركية وتستمر طاقة الوضع بالتناقص مما يؤدي إلى نقص في

الطاقة الميكانيكية

5- ترتفع درجة حرارة المظلة والهواء المحيط بالمظلي والمظلة عندما يهبط المظلي من الطائرة باستخدام المظلة

لأنه بعد الوصول إلى السرعة الحدية تثبت الطاقة الحركية وتستمر طاقة الوضع بالتناقص مما يؤدي إلى نقص في

الطاقة الميكانيكية وهذا النقص يتحول إلى طاقة حرارية تؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة المظلة والهواء المحيط

4. حفظ (بقاء) الطاقة الميكانيكية في نظام معزول

الطاقة الكلية (E) لنظام ما : هي مجموع الطاقة الداخلية (U) و الطاقة الميكانيكية (ME)

$$E = ME + U$$

تعطى بالعلاقة :

ملاحظة : التغير في الطاقة الكلية يساوي مجموع التغير في الطاقة الميكانيكية والتغير في الطاقة الداخلية

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

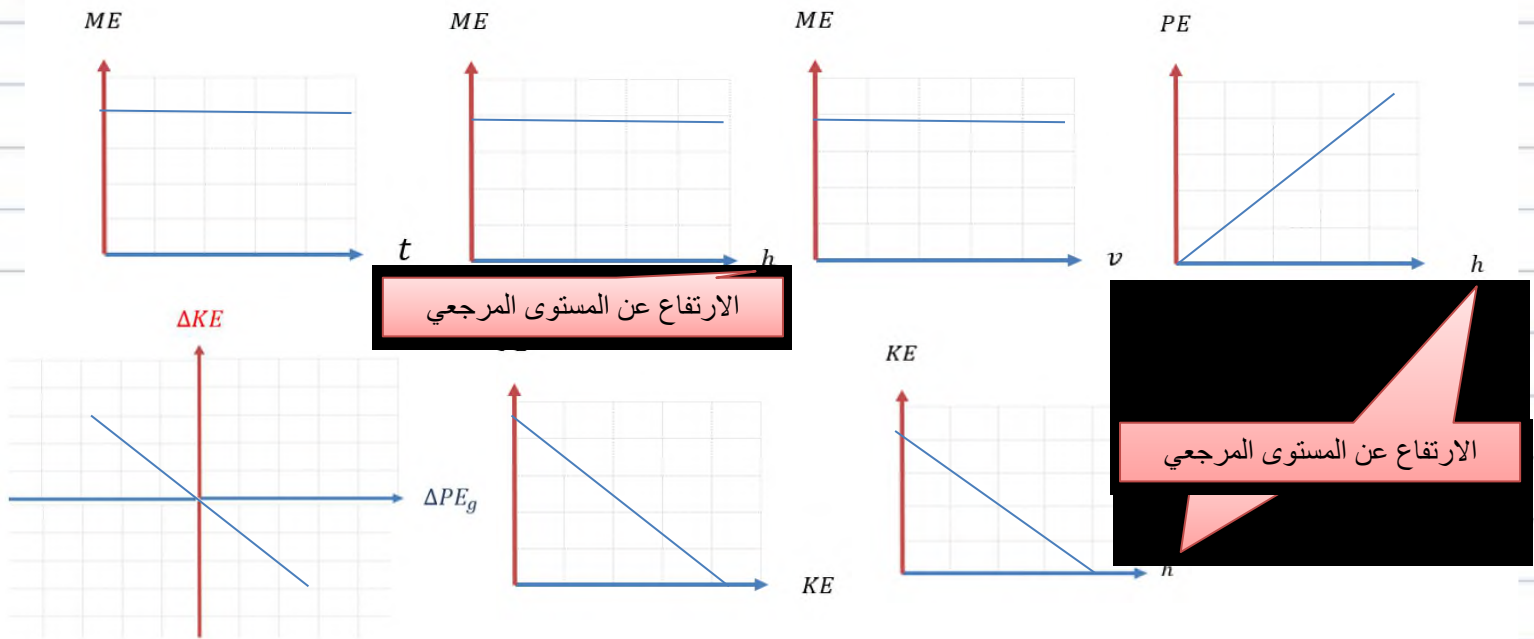
ملاحظة : في الأنظمة المعزولة عندما تكون الطاقة الميكانيكية محفوظة (اهمال الاحتكاك) يكون التغير في الطاقة

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

الكامنة الثقالية يساوي معكوس التغير في طاقة الحركة

$$ME_f = ME_i = KE + PE_g = KE_{max} = PE_{g,max}$$

ملاحظة :



ماذا يحدث للطاقات التالية المدرجة في الجدول عند سقوط كرة سقوطاً حراً من ارتفاع ما بفرض أن النظام المؤلف من (كرة- الأرض) نظاماً معزولاً (إهمال قوة الاحتكاك مع الهواء)

طاقة الوضع الثقالية (PE_g)	الحدث:	تقل
	التفسير:	لأن الارتفاع عن المستوى المرجعي يقل مع سقوط الجسم
طاقة الحركة (KE)	الحدث:	تزداد
	التفسير:	لأن سرعة الكرة تزداد
الطاقة الميكانيكية (ME)	الحدث:	ثابتة
	التفسير:	لأن النظام معزول وتم إهمال الاحتكاك مع الهواء
الطاقة الداخلية (U)	الحدث:	ثابتة
	التفسير:	بسبب إهمال قوى احتكاك مع الهواء
الطاقة الكلية (E)	الحدث:	ثابتة
	التفسير:	لأن النظام معزول فلا يحدث تبادل للطاقة مع الوسط المحيط

حل المسائل التالية :

المسألة الأولى: كرة كتلتها $g(400)$ موجودة على ارتفاع $m(2)$ من سطح الأرض الذي يعتبر مستوى مرجعياً سقطت من سكون في غياب الاحتكاك لتصل إلى الأرض كما في الشكل المجاور المطلوب

1- الطاقة الكامنة الثقالية لحظة السقوط . $PE_i = mgh = 0.4 \times 10 \times 2 = 8J$

2- استخدم قانون حفظ الطاقة الميكانيكية لحساب سرعة الكرة لحظة الاصطدام بالأرض .

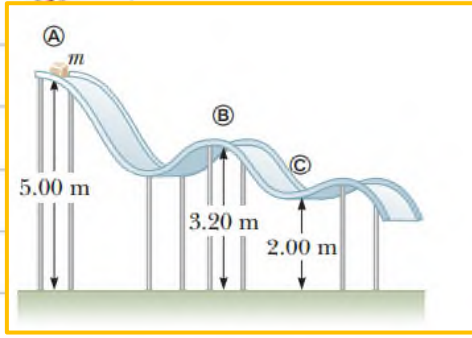
$$KE_f + PE_f = KE_i + PE_i$$

$$\frac{1}{2}mv_f^2 + mgh_f = \frac{1}{2}mv_i^2 + mgh_i$$

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

المسألة الثانية: جسم كتلته 5 Kg (5) تحرر من النقطة (A) وانزلق على سكة عديمة الاحتكاك كما هو موضح

الشكل المطلوب احسب:



1- طاقة الوضع الثقالية للكرة عند النقطة (A)

$$PE_{gA} = mgh_A = 5 \times 10 \times 5 = 250 \text{ J}.$$

2- طاقة حركة الجسم عند النقطة (B)

$$KE_A + PE_A = KE_B + PE_B$$

$$KE_A + PE_A = KE_B + mgh_B$$

$$0 + 250 = KE_B + 5 \times 10 \times 3.2 \Rightarrow KE_B = 90 \text{ J}.$$

3- سرعة الجسم لحظة المرور من النقطة (C).

$$KE_A + PE_A = KE_C + PE_C$$

$$KE_A + PE_A = \frac{1}{2}mv_C^2 + mgh_C$$

$$0 + 250 = \frac{1}{2} \times 5 \times v_C^2 + 5 \times 10 \times 2 \Rightarrow v_C = 7.74 \text{ m/s}$$

المسألة الثالثة: كتلة نقطية مقدارها 10 g (10) أطلقت رأسياً إلى أعلى من النقطة (O) بسرعة ابتدائية

$v_0 = (10) \text{ m/s}$ أهمل قوى الاحتكاك مع الهواء وافترض أن المستوى الأفقي المار من نقطة الإطلاق هو

المستوى المرجعي لطاقة الوضع الثقالية المطلوب :

1- احسب الطاقة الميكانيكية للكتلة عند النقطة (O)

$$ME = KE + PE_g = \frac{1}{2}mv^2 + 0 = \frac{1}{2} \times 0.01 \times 10^2 = 0.5 \text{ J}.$$

2- استنتج مقدار الطاقة الميكانيكية عند أعلى نقطة تصل إليها الكتلة

$$ME = 0.5 \text{ J}$$

3- احسب طاقة الوضع للكتلة عندما تصبح سرعة الكتلة $v = (5) \text{ m/s}$

$$ME = KE + PE_g \Rightarrow ME = \frac{1}{2}mv^2 + PE_g$$

$$0.5 = \frac{1}{2} \times 0.01 \times 5^2 + PE_g \Rightarrow PE_g = 0.375 \text{ J}.$$

4- احسب سرعة الكتلة عندما تصبح على ارتفاع 3 m

$$ME_f = ME_i$$

$$KE_f + PE_f = KE_i + PE_i$$

$$\text{نختصر الكتلة من جميع الحدود ونعوض} \quad \frac{1}{2}mv_f^2 + mgh_f = \frac{1}{2}mv_i^2 + mgh_i$$

$$\frac{1}{2}v_f^2 + 10 \times 3 = \frac{1}{2} \times 10^2 + 10 \times 0 \Rightarrow v_f = 6.32 \text{ m/s}.$$

5- احسب الارتفاع الأقصى الذي تصل إليه الكتلة

$$ME_f = ME_i$$

$$KE_f + PE_f = KE_i + PE_i$$

$$\text{نختصر الكتلة من جميع الحدود ونعوض} \quad \frac{1}{2}mv_f^2 + mgh_f = \frac{1}{2}mv_i^2 + mgh_i$$

$$\frac{1}{2} \times 0^2 + 10 \times h_f = \frac{1}{2} \times 10^2 + 10 \times 0 \Rightarrow h_f = 5 \text{ m}$$

البندول البسيط: نظام ميكانيكي يظهر حركة دورية ويتألف من كتلة صغيرة (m) علقت في خيط

طوله L خفيف مهمل الكتلة مقارنة بالكتلة المعلقة

نشاط: نسحب البندول من موضع استقراره ليصنع زاوية (θ_{max}) ويرتفع عن المستوى المرجعي لطاقة

الموضع الثقالية (h) ثم يفلت البندول من السكون

بإهمال الاحتكاك فإن النظام المؤلف من (البندول - الحامل - الأرض) نظاما معزولا المطلوب

اجب عن الأسئلة التالية :

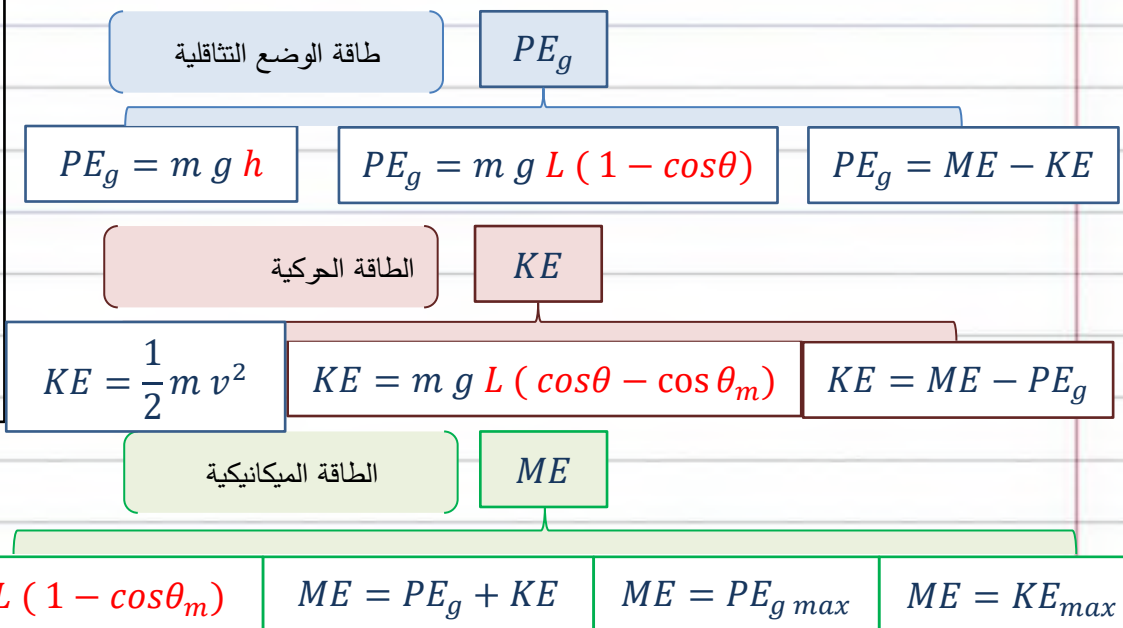
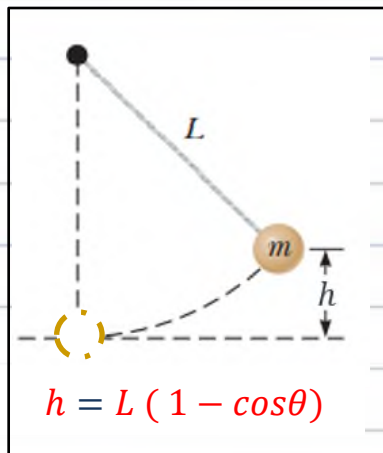
1- ماذا يحدث للطاقات المدرجة في الجدول في الحالات المذكورة بجانب كل طاقة

من أقصى إزاحة إلى موضع الاتزان	من موضع الاتزان نحو أقصى إزاحة	
الحدث: تقل	الحدث: تزداد	طاقة الوضع الثقالية (PE_g)
التفسير: لأن ارتفاع الكرة عن المستوى المرجعي يقل	التفسير: لأن ارتفاع الكرة عن المستوى المرجعي يزداد	
الحدث: تزداد	الحدث: تقل	طاقة الحركة (KE)
التفسير: لأن حركة البندول تكون حركة متسارعة	التفسير: لأن حركة البندول تكون حركة متباطئة	
الحدث: ثابتة	الحدث: ثابتة	الطاقة الميكانيكية (M)
التفسير: بسبب إهمال الاحتكاك في نظام معزول		

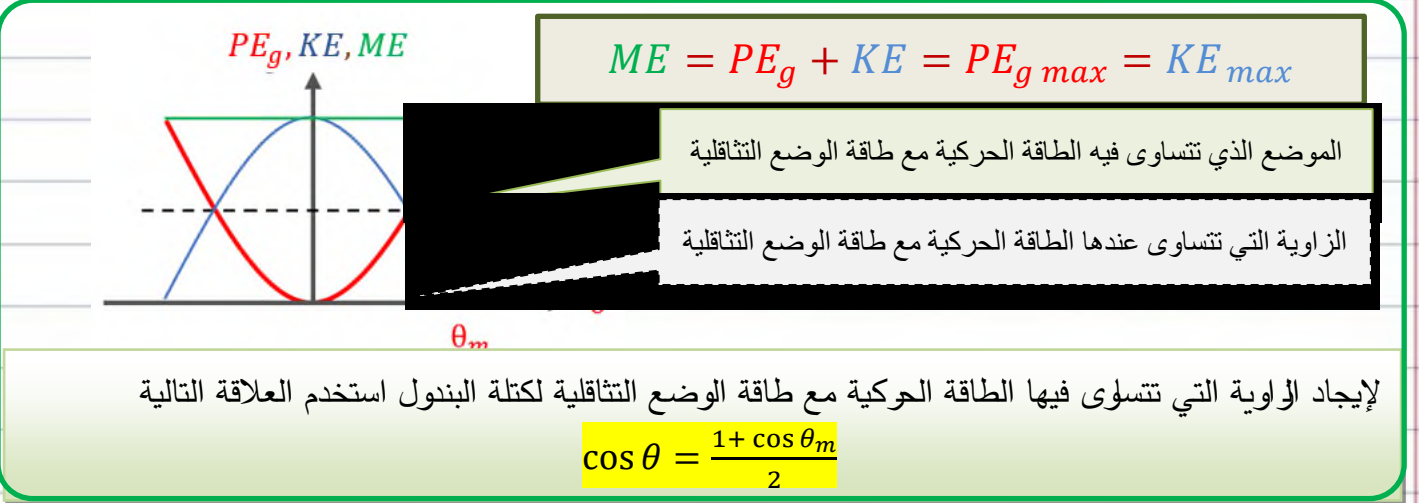
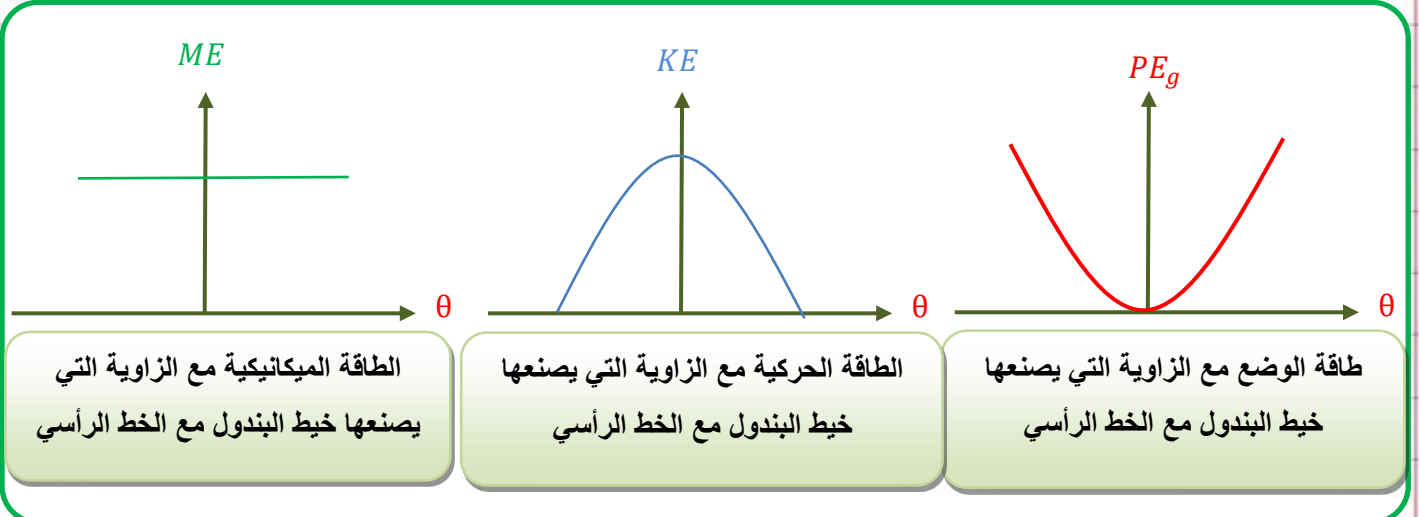
2- حدد قيمة الطاقات المدرجة في الجدول عند المواضع المحددة , الإجابة تكون (عظمى أو صفر)

أقصى إزاحة موجبة	موضع الاتزان	أقصى إزاحة سالبة	
عظمى	صفر	عظمى	طاقة الوضع الثقالية (PE_g)
صفر	عظمى	صفر	طاقة الحركة (KE)
ثابتة	ثابتة	ثابتة	الطاقة الميكانيكية (M)

ملاحظة :



ارسم الخطوط والمنحنيات البيانية المعبرة عن العلاقات البيانية التالية :



حل التمارين التالية :

- 1- المنحنى البياني المجاور يمثل تبادل الطاقة الحركية وطاقة الوضع التثاقلية بدلالة تغير الزاوية لبندول بسيط متحرك كنظام معزول محفوظ للطاقة احسب الطاقة الميكانيكية

للبنود بوحدة الجول $PE_g = KE = 50 \text{ J}$

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

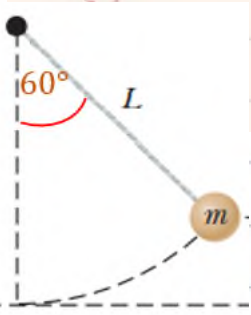
- 2- يتكون بندول من كرة كتلتها $g(100)$ متصلة إلى خيط خفيف طوله (L) تحررت الكرة من السكون عندما كانت كرة البندول ترتفع عن المستوى الأفقي المار من مركز ثقل كرة البندول في موضع الاتزان الذي يعتبر مستوى مرجعي لطاقة الوضع التثاقلية مسافة 10 cm مع العلم أن المركز عديم الاحتكاك احسب طاقة الحركة لكرة البندول لحظة المرور بموضع الاتزان

$ME = KE_{\max} = PE_{g\max} = mgh_{\max} = 0.1 \times 10 \times 0.1 = 0.1 \text{ J}$

- 3- يتكون بندول من كرة كتلتها $g(50)$ متصلة إلى خيط خفيف طوله 1.2 m تحررت الكرة من السكون عندما كان طول الخيط يصنع زاوية مقدارها (60°) مع العمود وأن المركز عديم الاحتكاك احسب طاقة الوضع عندما تكون كرة البندول في منتصف المسافة بين أقصى إزاحة وموضع الاتزان

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

$PE_g = 0.05 \times 1.2 \times 10 \times (1 - \cos 30) = 0.08 \text{ J}$



مسألة شاملة: يتكون بندول من كرة كتلتها $g(100)$ متصلة إلى خيط خفيف طوله $m(1)$ تحررت الكرة من السكون عندما كان خيط البندول يصنع زاوية مقدارها (60°) مع العمود وأن المركز عديم الاحتكاك المطلوب:

1. الطاقة الميكانيكية للنظام

$$ME = mgL(1 - \cos \theta_m) = 0.1 \times 10 \times 1(1 - \cos 60) = 0.5J$$

2. طاقة الوضع الثقالية عند أقصى إزاحة

$$PE_g = mgL(1 - \cos \theta) = 0.1 \times 10 \times 1(1 - \cos 60) = 0.5J$$

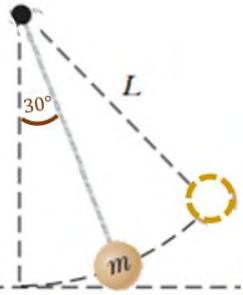
3. طاقة الحركة لحظة مرور كرة البندول بموضع الاتزان

$$ME = KE_m = 0.5J$$

4. احسب سرعة مركز كتلة كرة البندول لحظة مرور الكرة بموضع الاتزان

$$KE_m = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 0.5 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times v^2 \Rightarrow v = 3.16 m/s$$

5. أثناء حركة البندول من أقصى إزاحة موجبة متجهًا نحو موضع الاتزان وفي اللحظة التي يصنع فيها خيط البندول المشدود زاوية مقدارها (30°) مع الخط الراسي المار من نقطة التعليق وموضع الاتزان المطلوب احسب



أ- طاقة الوضع الثقالية

$$PE_g = mgL(1 - \cos \theta) = 0.1 \times 10 \times 1(1 - \cos 30) = 0.134J$$

ب- طاقة الحركة

$$KE = mgL(\cos \theta - \cos \theta_m) = 0.1 \times 10 \times 1(\cos 30 - \cos 60) = 0.366J$$

ت- سرعة كرة البندول

$$KE_m = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 0.366 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times v^2 \Rightarrow v = 2.7 m/s$$

5. عدم حفظ الطاقة الميكانيكية في نظام معزول

❖ في أي نظام معزول بوجود قوى الاحتكاك فإنه لا تكون الطاقة الميكانيكية محفوظة : $\Delta ME \neq 0$

❖ التغير في الطاقة الميكانيكية يساوي معكوس تغير الطاقة الداخلية $\Delta ME = -\Delta U$

❖ التغير في الطاقة الميكانيكية في نظام معزول يساوي الشغل الناتج عن قوى الاحتكاك $\Delta ME = W_f = -fd$

ملاحظات لحل المسائل

عندما يؤثر في الجسم وزنه فقط

وجود قوة احتكاك

$$\Delta ME = -f d$$

$$ME_f - ME_i = -f d$$

$$(KE_f + PE_f) - (KE_i + PE_i) = -f d$$

$$\left(\frac{1}{2}mv_f^2 + mgh_f\right) - \left(\frac{1}{2}mv_i^2 + mgh_i\right) = -f d$$

اهمال قوة احتكاك

$$\Delta ME = 0.$$

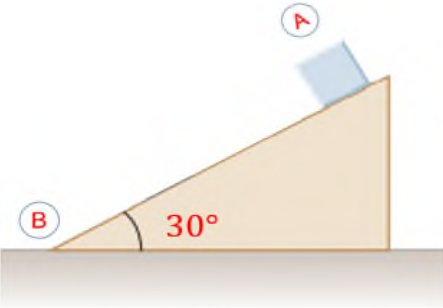
$$ME_f = ME_i$$

$$KE_f + PE_f = KE_i + PE_i$$

$$\frac{1}{2}mv_f^2 + mgh_f = \frac{1}{2}mv_i^2 + mgh_i$$

حل المسائل التالية: وحيثما لزم اعتبر أن عجلة الجاذبية الأرضية $g = (10)N/kg$

المسألة الأولى: صندوق صغير كتلته $m = (100)g$ أقلت من سكون من النقطة (A) على المستوى المائل الخشن الذي يصنع زاوية مقدارها (30°) مع المستوى الأفقي كما في الشكل المجاور حيث $AB = (4)m$ إذا علمت أن مقدار سرعة الصندوق عند النقطة (B) نهاية المستوى المائل مقدارها $v_B = (6)m/s$ المطلوب :



1- شغل وزن الصندوق خلال الحركة على المستوى المائل

$$W_w = mgd \sin(\alpha) = 0.1 \times 10 \times 4 \times \sin 30 = 2 J .$$

2- احسب مقدار قوة الاحتكاك على المستوى المائل اعتبر قوة الاحتكاك قوة ثابتة

$$\Delta KE = \sum W_{ext}$$

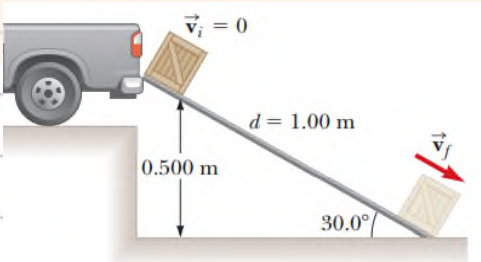
$$\Delta KE = W_f + W_w + W_n .$$

$$\frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = W_w + f_k d \cos(180) + 0 .$$

$$\frac{1}{2} \times 0.1 \times (6^2 - 0) = 2 + f_k \times 4 \times \cos(180) \Rightarrow f_k = 0.05N .$$

المسألة الثانية: صندوق كتلته $3Kg$ يتحرك على مستوى خشن طوله m (1) ويميل على الأفق بزاوية (30°)

كما هو موضح بالشكل المرفق بدأ الصندوق حركته من السكون عند قمة المستوى وتعرض لقوة احتكاك ثابتة مقدارها (5) نيوتن المطلوب :



1- الطاقة الكامنة التناظرية التي يمتلكها الصندوق عند قمة المستوى المائل

$$PE_g = mgh = 3 \times 10 \times 0.5 = 15 J .$$

2- احسب سرعة الصندوق عند نهاية المستوى المائل

$$\Delta KE = \sum W_{ext}$$

$$\Delta KE = W_w + W_f + W_n .$$

$$\frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = mgd \sin \alpha + f_k d \cos(180) + 0 .$$

$$\frac{1}{2} \times 3 \times (v_f^2 - 0) = 3 \times 10 \times 1 \sin 30 + 5 \times 1 \times \cos(180) \Rightarrow v_f = 2.58m/s .$$

المسألة الثالثة: مكعب كتلته $5Kg$ قذف لأعلى مستوى مائل خشن بسرعة ابتدائية m/s (7) وبعد أن يحدث

للمكعب انتقال مقداره $d = (3)m$ على المستوى الذي يميل على الأفق بزاوية (30°) كما هو موضح بالشكل

المرفق سكن المكعب لحظيا المطلوب

1- شغل وزن المكعب خلال الانتقال السابق

$$W_w = -mgd \sin \alpha = -5 \times 10 \times 3 \sin 30 = -75 J$$

2- التغير في الطاقة الحركية للمكعب

$$\Delta KE = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = \frac{1}{2} \times 5 \times (0^2 - 7^2) = -122.5 J$$

3- التغير في الطاقة الكامنة التناظرية للمكعب

$$\Delta PE_g = mg(h_f - h_i) = 5 \times 10(1.5 - 0) = 75 J$$

4- شغل قوة الاحتكاك (بفرض أنها ثابتة)

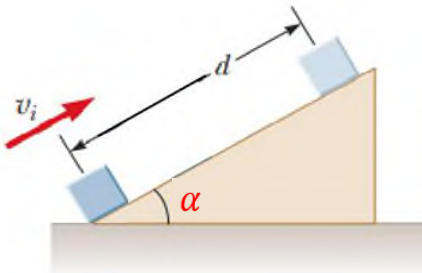
$$W_{f_k} = \Delta ME .$$

$$W_{f_k} = \Delta KE + \Delta PE_g = -122.5 + 75 = -47.5 J .$$

5- قوة الاحتكاك (بفرض أنها ثابتة)

$$W_{f_k} = -f_k d \Rightarrow -47.5 = -f_k \times 3 \Rightarrow f_k = .$$

$$15.83 N$$



المسألة الرابعة : تم تحرير الكرة التي كتلتها $m = (0.2)kg$ من السكون عند النقطة (A) كما في الشكل المرفق

لتتحرك على المسار عديم الاحتكاك (AB) مستعينا بالمعلومات المرفقة بالشكل المطلوب:



1- احسب طاقة الوضع الثقالية للكرة عند النقطة (A)

$$PE_A = mgh_A = 0.2 \times 10 \times 5 = 10 J .$$

2- احسب مقدار سرعة الكرة عند النقطة (B)

$$ME_B = ME_A .$$

$$(KE_B + PE_B) = (KE_A + PE_A) .$$

$$\left(\frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B\right) = (KE_A + PE_A)$$

$$\left(\frac{1}{2}0.2v_B^2 + 0.2 \times 10 \times 4\right) = (0 + 10) \Rightarrow v_B = 4.47 m/s$$

المسألة الخامسة : أفلت الكرة الموضحة في الشكل المجاور والتي كتلتها $m = (0.1)Kg$

من ارتفاع $m(5)$ عن سطح الأرض بإهمال مقاومة الهواء والمطلوب أحسب

1. طاقة الوضع الثقالية للكرة لحظة إفلاتها

$$PE_g = mgh = 0.1 \times 10 \times 5 = 5 J .$$

2. سرعة الكرة لحظة الاصطدام بالأرض

$$ME_f = ME_i$$

$$(KE_f + PE_f) = (KE_i + PE_i)$$

$$\left(\frac{1}{2}mv_f^2 + PE_f\right) = (KE_i + mgh_i)$$

$$\left(\frac{1}{2}0.1v_f^2 + 0\right) = (0 + 0.1 \times 10 \times 5) \Rightarrow v_f = 10 m/s$$

3. إذا علمت أن الكرة بعد ملامستها سطح الأرض غاصت فيها مسافة رأسية $cm(25)$ احسب مقدار قوة

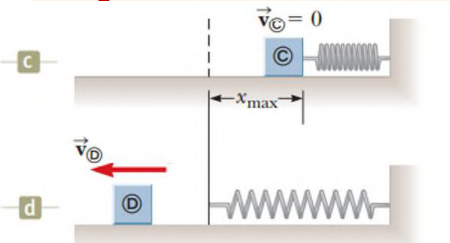
الاحتكاك (بفرض أنها ثابتة) التي خضعت لها الكرة أثناء حركتها داخل الأرض حتى توقفت تماما

$$\Delta KE = \sum W_{ext}$$

$$\Delta KE = W_{fk} + W_w$$

$$\frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = mgd \cos \theta + f_k d \cos(180) + 0$$

$$\frac{1}{2} \times 0.1 \times (0 - 10^2) = 0.1 \times 10 \times 0.25 \cos 0 + f_k \times 0.25 \times \cos(180) \Rightarrow f_k = 21 N .$$



المسألة السادسة: جسم كتلته $g(50)$ موضوع على سطح أملس ملاصق

لزنبرك موضوع أفقيا على السطح نفسه بحيث تساوي الطاقة الكامنة الثقالية صفرا

ومضغوط عن طوله الأصلي بإزاحة مقدارها $cm(20)$ علما أن ثابت المرونة

للزنبرك يساوي $k = (100) N/m$ المطلوب احسب :

1- طاقة الوضع المرنة المختزنة في النابض عند أقصى انضغاط

$$PE_{ei} = \frac{1}{2}k(\Delta x)^2 = \frac{1}{2} \times 100 \times 0.2^2 = 2 J$$

احسب سرعة انطلاق الجسم

$$ME_f = ME_i$$

$$PE_{ef} + (KE_f + PE_{gf}) = (KE_i + PE_{gi}) + PE_{ei}$$

$$0 + \left(\frac{1}{2} \times 0.05v_f^2 + 0\right) = (0 + 0) + 2 \Rightarrow v_f = 8.94 m/s$$

مراجعة الدرس 1-3

أولاً - عرف الطاقة الكلية : تساوي مجموع الطاقة الميكانيكية والطاقة الداخلية

ثانياً - قارن بين الطاقة الداخلية والطاقة الميكانيكية لنظام ما

الطاقة الميكانيكية تساوي مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع لجسم ماكروسكوبي

الطاقة الداخلية تساوي مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع لجسم ميكروسكوبي

ثالثاً - الجسم C الموضح في الشكل (38) كتلته $m = (0.1)Kg$ يستطيع أن يتحرك على المستوى الخشن حيث

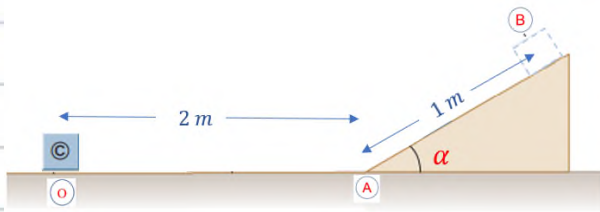
تكون قوة الاحتكاك ثابتة وتساوي $(0.5)N$ على طول المسار المؤلف من مسار أفقي OA وطوله $(2)m$ والمسار

$AB = (1)m$ المائل بالنسبة للمستوى الأفقي بزاوية $\alpha = 30^\circ$ فإذا أطلق C بسرعة ابتدائية v_0 من النقطة O

واعتبرنا المستوى الأفقي المار بالنقطة (O) هو المستوى المرجعي بحيث تساوي الطاقة الكامنة التناظرية صفراً

وعجلة الجاذبية الأرضية $g = (10)N/kg$

أ- استخدم قانون الطاقة الحركية لتجد علاقة رياضية بين السرعة الابتدائية v_0 والسرعة v_A عند مرور الجسم بالنقطة (A)



$$\Delta KE = \sum W_{ext}$$

$$\Delta KE = W_f + W_w + W_n$$

$$\frac{1}{2}m(v_A^2 - v_0^2) = fd \cos(180) + 0 + 0$$

$$\frac{1}{2} \times 0.1(v_A^2 - v_0^2) = -0.5 \times 2 \Rightarrow v_A^2 = v_0^2 - 20$$

ب- استنتج السرعة الابتدائية v_0 إذا بلغت سرعة الجسم لحظة وصوله إلى النقطة (B) $v_B = (1)m/s$

$$\Delta KE = \sum W_{ext}$$

$$\Delta KE = W_f + W_w + W_n$$

$$\frac{1}{2}m(v_B^2 - v_0^2) = fd \cos(180) + (-mgd \sin \alpha) + 0$$

$$\frac{1}{2} \times 0.1(1^2 - v_0^2) = -0.5 \times 3 - 0.1 \times 10 \times 1 \sin 30 \Rightarrow v_0 = 6.4m/s$$

رابعاً - أفلت الجسم S الموضح بالشكل (39) وكتلته $m = (100)g$ من النقطة A على المسار (ABC)

(AB) مستوى مائل أملس يصنع زاوية 30° مع المستوى الأفقي الذي يبلغ طوله L_1 في حين أن المستوى

الأفقي (BC) خشن وقوة الاحتكاك ثابتة تساوي $f = (0.1)N$ ويبلغ طوله L_2

أ- إذا كانت سرعة الجسم لحظة مروره بالنقطة (B) تساوي $(4)m/s$ استخدم قانون حفظ (بقاء) الطاقة

الميكانيكية لإيجاد طول الجزء (AB) من المسار

$$ME_B = ME_A$$

$$(KE_B + PE_B) = (KE_A + PE_A)$$

$$\left(\frac{1}{2}mv_B^2 + 0\right) = (0 + mgh_A)$$

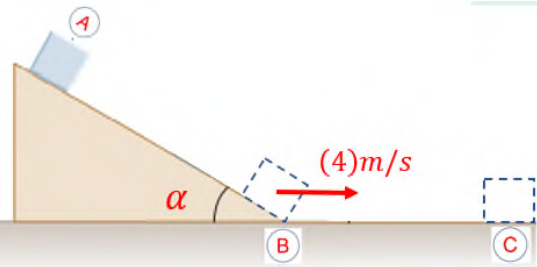
$$\frac{1}{2} \times 0.1 \times 4^2 = 0.1 \times 10 \times L_1 \sin 30 \Rightarrow L_1 = 1.6m$$

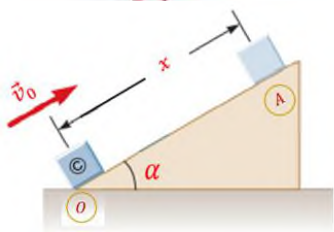
ب- اكمل الجسم مساره على المسار (BC) ليتوقف عند النقطة (C) احسب طول المسار (BC)

$$\Delta KE = W_f + W_w + W_n$$

$$\frac{1}{2}m(v_C^2 - v_B^2) = -fL_2 + 0 + 0$$

$$\frac{1}{2} \times 0.1(0^2 - 4^2) = -0.1 \times L_2 \Rightarrow L_2 = 8m$$





خامسا - الجسم (C) الموضح في الشكل (40) كتلته $m = (200)g$ يستطيع أن يتحرك من دون احتكاك على المستوى المائل الأملس الذي يصنع زاوية (30°) مع المستوى الأفقي، أطلق الجسم في اللحظة $t = (0)s$ من النقطة (0) على المستوى المائل بسرعة ابتدائية $v_0 = (4) m/s$ حدد موضع الجسم في أي لحظة على المستوى المائل بالبعد

$x = OA$ استخدم المستوى الأفقي المار بالنقطة (0) كمستوى مرجعي وعجلة الجاذبية $g = (10)N/kg$

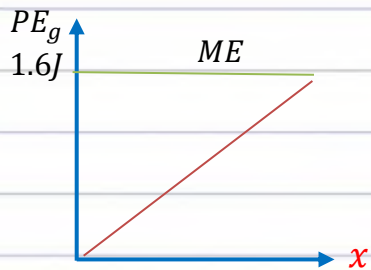
أ- احسب الطاقة الميكانيكية للنظام

$$ME = KE + PE_g = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgh_0 = \frac{1}{2} \times 0.2 \times 4^2 + 0.2 \times 10 \times 0 = 1.6 J .$$

ب- أوجد الصيغة الرياضية لطاقة الجسم الكامنة الثقالية بدلالة البعد x

$$PE_g = mgh = mgx \sin \alpha = 0.2 \times 10 \times (x \sin 30) \Rightarrow PE_g = x J .$$

ت- اختر مقياس الرسم المناسب ومثل بيانيا كلا من الطاقة الميكانيكية والطاقة الكامنة الثقالية بدلالة البعد x

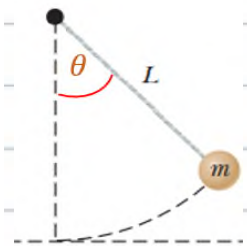


ث- احسب ارتفاع الجسم عن المستوى الأفقي عندما تكون سرعته m/s (1)

$$ME_f = ME_i \Rightarrow (KE_f + PE_f) = ME_i$$

$$\left(\frac{1}{2}mv_f^2 + x\right) = ME_i \Rightarrow \frac{1}{2} \times 0.2 \times 1^2 + x = 1.6 \Rightarrow x = 1.5m$$

$$h = x \sin \alpha = 1.5 \sin 30 = 0.75m$$



سادسا - بندول بسيط مؤلف من كتلة نقطية مقدارها $m = (200)g$ معلقة بطرف خيط عديم الوزن غير قابل للتمدد طوله $L = (1)m$ ومثبت من الطرف الآخر بالنقطة O على حامل كما في الشكل أزيحت الكتلة من موضع الاستقرار مع بقاء الخيط مشدودا بزاوية $\theta_m = 60^\circ$ افلنت من سكون للتحرك حول المحور المار بالنقطة O (المستوى المار بمركز ثقل الجسم عند موضع الاتزان يمثل المستوى المرجعي للنظام (البندول , الحامل , الأرض) بإهمال الاحتكاك وباستخدام أدوات

مخبرية مناسبة تم رسم بيانيا كلا من الطاقة الميكانيكية والطاقة الحركية و الطاقة

الكامنة الثقالية للنظام (البندول, الحامل, الأرض) بدلالة الزاوية θ في الشكل (42)

أ- حدد أي نوع من الطاقة يمثل كلا من الرسوم البيانية الثلاثة معلا اجابتك

ب- استنتج مقدار الطاقة الميكانيكية للنظام

$$ME = mgL(1 - \cos \theta_m) = 0.2 \times 10 \times 1(1 - \cos 60) = 1 J$$

ت- اكتب بالنسبة للزاوية θ الصيغة الرياضية للطاقة الكامنة الثقالية

$$PE_g = mgL(1 - \cos \theta) = 0.2 \times 10 \times 1(1 - \cos \theta)$$

$$PE_g = 2 - 2 \cos \theta$$

ث- اكتب بالنسبة للزاوية θ الصيغة الرياضية للطاقة الحركية

$$KE = ME - PE_g = 1 - (2 - 2 \cos \theta) \Rightarrow KE = 2 \cos \theta - 1$$

ج- استنتج رياضيا الزاوية التي تتساوى عندها الطاقة الحركية والطاقة الكامنة الثقالية

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{1 + \cos \theta_m}{2} \right) = \cos^{-1} \left(\frac{1 + \cos 60}{2} \right) \Rightarrow \theta = 41.4^\circ$$

الطاقة الميكانيكية لأنها ثابتة

طاقة الحركة لأنها قيمة عظمى عند موضع الاتزان

طاقة الوضع الثقالية لأنها قيمة عظمى عند أقصى إزاحة

أسئلة مراجعة الفصل الأول

تحقق من فهمك

ضع علامة (✓) في المربع الواقع امام الإجابة الأنسب في كل مما يلي

3. الطاقة الحركية هي كمية فيزيائية :							
☐	متجهة	☐	موجبة	☐	موجبة أو سالبة	☐	سالبة
4. جسم كتلته $1kg$ موجود على مسافة $m(10)$ أسفل المستوى المرجعي , الطاقة الكامنة الثقالية للنظام المؤلف من الجسم والأرض حيث عجلة الجاذبية الأرضية $g = (9.8)N/kg$ تساوي :							
☐	$(-98)J$	☐	$(98)J$	☐	$(-89)J$	☐	صفر
5. الطاقة الكامنة الميكروسكوبية :							
☐	تتغير أثناء تغير حالة النظام	☐	تتغير أثناء تغير درجة حرارة النظام				
☐	لا تتغير بتغير حالة النظام	☐	تتغير مع تغير الطاقة الحركية الميكروسكوبية				
6. الطاقة الكامنة الثقالية لجسم يسقط سقوطاً حراً في غياب الاحتكاك							
☐	تزداد على طول المسار						
☐	تبقى ثابتة المقدار لغياب قوى الاحتكاك						
☐	تتناقص على طول المسار						
☐	تتناقص في بداية الحركة و من بعدها تصبح منتظمة عند وصول الجسم إلى السرعة الحدية						

تحقق من معلوماتك

أجب عن الأسئلة التالية

1- ما الشروط الواجب توافرها لانجاز الشغل

أن تؤثر قوة في جسم تؤدي إلى إزاحته باتجاهها

2- يدور القمر الصناعي حول الأرض بمدار دائري مركزه مركز الأرض فما مقدار الشغل الناتج عن الجاذبية الأرضية المؤثرة فيه ولماذا ؟

صفر لأن قوة الجاذبية الأرضية تعامد الإزاحة الحادثة للقمر في كل لحظة

3- هل مقدار الشغل لرفع جسم من مستوى مرجعي إلى ارتفاع معين باستخدام مستوى مائل يتغير بتغير زاوية ميل المستوى المائل في غياب قوة الاحتكاك

لا يتغير لأن شغل وزن الجسم لا يتعلق بشكل المسار انما يتوقف على الإزاحة الرأسية

4- ما الشرط الذي ينبغي توفره لتكون الطاقة الميكانيكية لنظام معزول محفوظة ؟

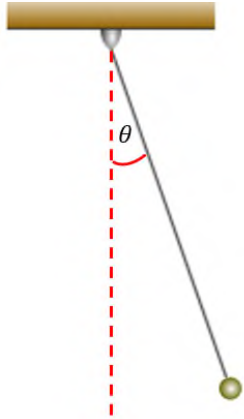
إهمال الاحتكاك

5- متى تكون الطاقة الكلية للنظام محفوظة

عندما يكون النظام معزولاً (مغلق) فلا يكون هناك أي تبادل للطاقة بين النظام والوسط المحيط

تحقق من مهاراتك

حل المسائل التالية (حيثما لزم اعتبر عجلة الجاذبية الأرضية $g = 10 \text{ N/kg}$)



- 1- بندول بسيط مؤلف من كتلة نقطية مقدارها $m = (100)g$ معلقة بطرف خيط عديم الوزن لا يتمدد طوله $L = (40)cm$ سحب الكتلة مع إبقاء الخيط مشدودا من وضع الاتزان العمودي بزاوية (60°) وأفلتت من دون سرعة ابتدائية لتهتز في غياب الاحتكاك مع الهواء لنعتبر المستوى الأفقي المار بمركز كتلة الكرة البندول عند حالة الاتزان G_0 ليكون هو المستوى المرجعي

أ- احسب الطاقة الميكانيكية للنظام

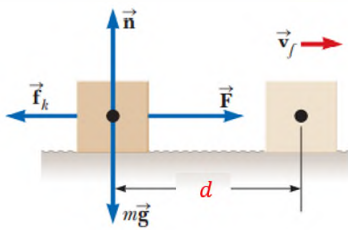
$$ME = mgL(1 - \cos \theta_m) = 0.1 \times 10 \times 0.4(1 - \cos 60) = 0.2 \text{ J}$$

ب- استنتج سرعة الكتلة لحظة مرورها بالنقطة G_0

$$KE_{G_0} = ME \Rightarrow \frac{1}{2}mv_{G_0}^2 = ME \Rightarrow \frac{1}{2} \times 0.1 v_{G_0}^2 = 0.2 \Rightarrow v_{G_0} = 2 \text{ m/s}$$

ت- احسب مقدار الزاوية التي تتساوى عندها الطاقة الحركية و الطاقة الكامنة التثاقلية

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{1 + \cos \theta_m}{2} \right) = \cos^{-1} \left(\frac{1 + \cos 60}{2} \right) \Rightarrow \theta = 41.4^\circ$$



2- استخدم قانون الطاقة الحركية لحساب مقدار القوة المنتظمة التي جعلت كتلة مقدارها

$(0.5)kg$ تتطلق من سكون لتصل الى سرعة $(60) \text{ m/s}$ بعد إزاحة مقدارها

$(100)m$ على سطح خشن حيث قوة الاحتكاك ثابتة وتساوي $(93)N$

$$\Delta KE = W_F + W_f + W_w + W_n$$

$$\frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = Fd \cos \theta + fd \cos(180) + 0 + 0$$

$$\frac{1}{2} \times 0.5 \times (60^2 - 0) = F \times 100 \cos 0 + 93 \times 100 \cos(180) \Rightarrow F = 102 \text{ N}$$

3- لإطلاق جسم كتلته (200 g) على المستوي المائل استخدمنا الجهاز في الشكل (45) يبلغ طول الزنبرك

الحقيقي $L_0 = (25)cm$ قبل اطلاق الجسم تم ضغطه حتى أصبح طوله $L = (20)cm$ وصل الجسم بعد

الإطلاق إلى النقطة A على المستوى المائل الأملس التي تقع على ارتفاع $h = (20)cm$ من المستوى الأفقي

بسرعة $v_A = (1)m/s$

(أ) احسب ثابت مرونة الزنبرك

$$ME_A = ME_i$$

$$PE_{ef} + (KE_A + PE_{gA}) = (KE_i + PE_{gi}) + PE_{ei}$$

$$0 + (KE_A + PE_{gA}) = (0 + 0) + PE_{ei}$$

$$\frac{1}{2} \times m v_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2} \times k(\Delta x)^2$$

$$\frac{1}{2} \times 0.2 \times 1^2 + 0.2 \times 10 \times 0.2 = \frac{1}{2} \times k(0.05)^2$$

$$k = 400 \text{ N/m}$$

(ب) استنتج مقدار أقصى ارتفاع عن المستوى الأفقي الذي تبلغه الكتلة.

$$ME_f = ME_i$$

$$PE_{ef} + (KE_f + PE_{gf}) = (KE_i + PE_{gi}) + PE_{ei} \Rightarrow 0 + (0 + PE_{gf}) = (0 + 0) + PE_{ei}$$

$$mgh_{max} = \frac{1}{2} \times k(\Delta x)^2 \Rightarrow 0.2 \times 10 \times h_{max} = \frac{1}{2} \times 400 \times 0.05^2 \Rightarrow h_{max} = 0.25 \text{ m}$$

عزم الدوران (عزم القوة) τ
Moment of a Force (Torque)

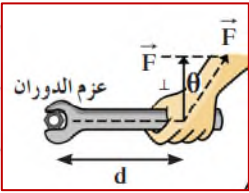
الدرس 1-2

1. تعريف عزم الدوران (عزم القوة) τ

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

2. حساب مقدار العزم

ينتج عزم القوة عن استخدام القوة وما يعرف بفعل الرافعة كلما كان ذراع الرافعة طويلا زاد فعل الرافعة وكانت المهمة أسهل



سؤال : لتدوير (فك) صامولة استخدمت مفتاح لإنجاز المهمة وأثرت على المفك بقوة عند نهاية ذراع المفك وكان متجه القوة يصنع زاوية (θ) مع ذراع المفك كما في الشكل المجاور لكن كان هناك صعوبة في حل الصامولة وكان مقدار عزم القوة (τ)

الآن ماذا سيحدث لمقدار العزم وحل الصامولة في الحالات التالية

1- جعلنا القوة متعامدة مع الذراع كما في الشكل المجاور

الحدث: يزداد ويصبح حل الصامولة أسهل

التفسير : يكون عزم القوة أكبر ما يمكن عندما تكون القوة متعامدة مع ذراعها

2- استخدمت قوة مقدارها مثلي ما كانت عليه مع المحافظة على مقدار الذراع

الحدث: يزداد العزم للمثلين ويسهل حل الصامولة

التفسير: يتناسب عزم القوة طرديا مع مقدار القوة المؤثرة بثبات الذراع والزاوية

3- زدنا ذراع المفك للمثلين مع المحافظة على مقدار القوة.

الحدث: يزداد العزم للمثلين ويسهل حل الصامولة

التفسير: يتناسب عزم القوة طرديا مع مقدار ذراع القوة بثبات القوة والزاوية

4- زدنا القوة إلى المثلين والذراع إلى المثلين كما في الشكل المجاور

الحدث: يزداد العزم أربع مرات

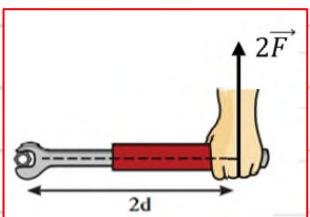
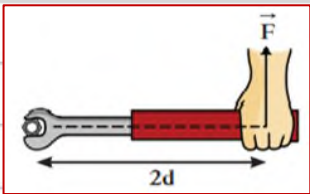
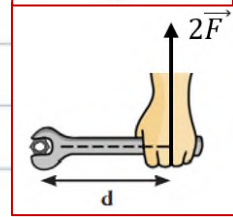
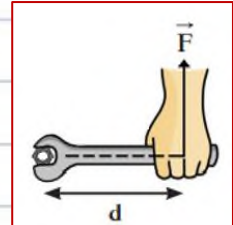
التفسير: لأن عزم القوة يتناسب طرديا مع مقدار القوة وذراعها

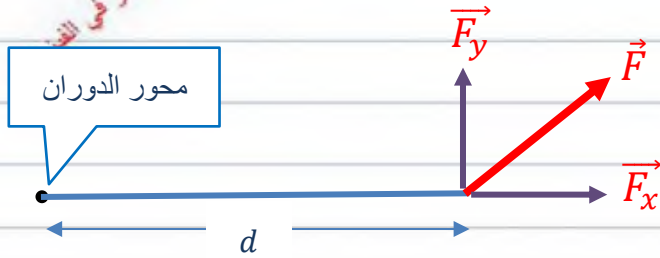
عدد العوامل التي يتوقف عليها عزم القوة

1- مقدار القوة المؤثرة

2- ذراع القوة

3- الزاوية بين اتجاه القوة وذراعها





سؤال : استنتج العلاقة التي تعطي عزم القوة

المركبة الرأسية هي التي تقوم بفعل التدوير

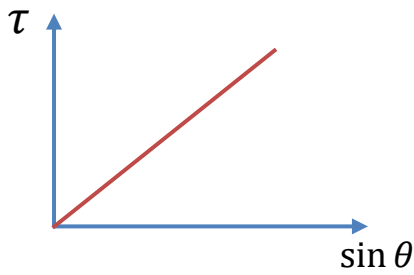
$$\tau = F_y d = (F \sin \theta) d = F d \sin \theta.$$

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

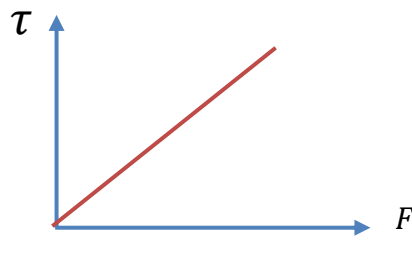
ماهي وحدة قياس العزم $N.m$

ذراع الرافعة : المسافة العمودية بين محور الدوران إلى نقطة تأثير القوة

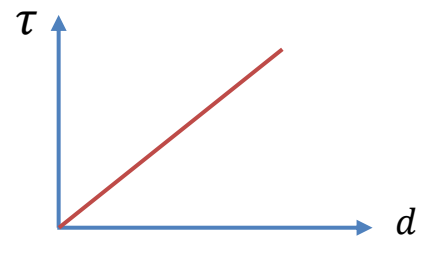
ارسم الخطوط والمنحنيات التي تعبر عن كل من العلاقات التالية:



عزم القوة و $\sin \theta$ بثبات باقي العوامل



عزم القوة والقوة بثبات باقي العوامل



عزم القوة والذراع بثبات باقي العوامل

سؤال : اذكر الحالات التي يكون فيها (عزم القوة يساوي الصفر) أو (لا يوجد فعل تدويري لقوة)

خط عمل القوة تلاقي محور الدوران	القوة توازي محور الدوران	القوة تلاقي محور الدوران

من خلال التدقيق في أبواب الفصول الموجودة في الشكل أسفل الكتابة حدد أي الأبواب تدور وأيها لا يدور معللا

إجابتك بتعلييل علمي سليم

الفصل الأول	الفصل الثاني	الفصل الثالث	الفصل الرابع
يدور / لا يدور	يدور / لا يدور	يدور / لا يدور	يدور / لا يدور
القوة تلاقي محور الدوران	خط عمل القوة يمر بمحور الدوران	القوة توازي محور الدوران	القوة لا تلاقي ولا توازي محور الدوران

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما:

1. يوضع مقبض الباب بعيدا عن محور دوران الباب الموجود عند مفصلاته لزيادة ذراع القوة مما يؤدي إلى زيادة عزم القوة فنبدل جهدا أقل
2. يعتبر عزم القوة كمية متجهة

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

3. وحدة قياس العزم هي $(N.m)$ ولا يمكن قياس العزم بوحدة الجول

لأن العزم كمية متجهة وليس طاقة والجول وحدة قياس الطاقة وهي كمية عددية

4. لا يدور الجسم القابل للدوران حول محور إذا كانت القوة المؤثرة فيه تمر بمحور الدوران.

$$\tau = F \times (0) \sin \theta = 0 \leftarrow (d = 0)$$

5. لا يدور الجسم القابل للدوران حول محور إذا كانت القوة المؤثرة فيه توازي محور الدوران.

لأن الزاوية بين اتجاه القوة ومحور الدوران تساوي الصفر وبالتالي محور الدوران والقوة يقعان في مستوى واحد

6. لا يدور الجسم القابل للدوران حول محور إذا كانت القوة توازي ذراعها

$$\tau = F \times d \sin 0 = 0 \leftarrow (\theta = 0)$$

7. نستخدم مفتاحا ذا ذراع طويلة عند فتح صواميل إطارات السيارة

لزيادة ذراع القوة مما يؤدي إلى زيادة عزم القوة فنبدل جهدا أقل

8. كلما زاد طول مقبض المطرقة كان خلع المسمار أسهل

لزيادة ذراع القوة مما يؤدي إلى زيادة عزم القوة فنبدل جهدا أقل

9. عزم القوة يكون أكبر ما يمكن عندما تكون القوة عمودية على ذراعها

$$\tau = F \times d \sin 90 = Fd = \max \leftarrow (\theta = 90^\circ)$$

سؤال هام : قارن بين الشغل والعزم من حيث

الشغل	العزم	الرمز
W	$\vec{\tau}$	الرمز
عددية	متجهة	نوع الكمية الفيزيائية
J	$N.m$	وحدة القياس
مقدار القوة - الازاحة - الزاوية بين اتجاه القوة والازاحة	مقدار القوة - ذراع القوة - الزاوية بين اتجاه القوة والذراع	العوامل
$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = Fd \cos \theta$	$\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d} = Fd \sin \theta$	العلاقة الرياضية

3. اتجاه عزم القوة

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

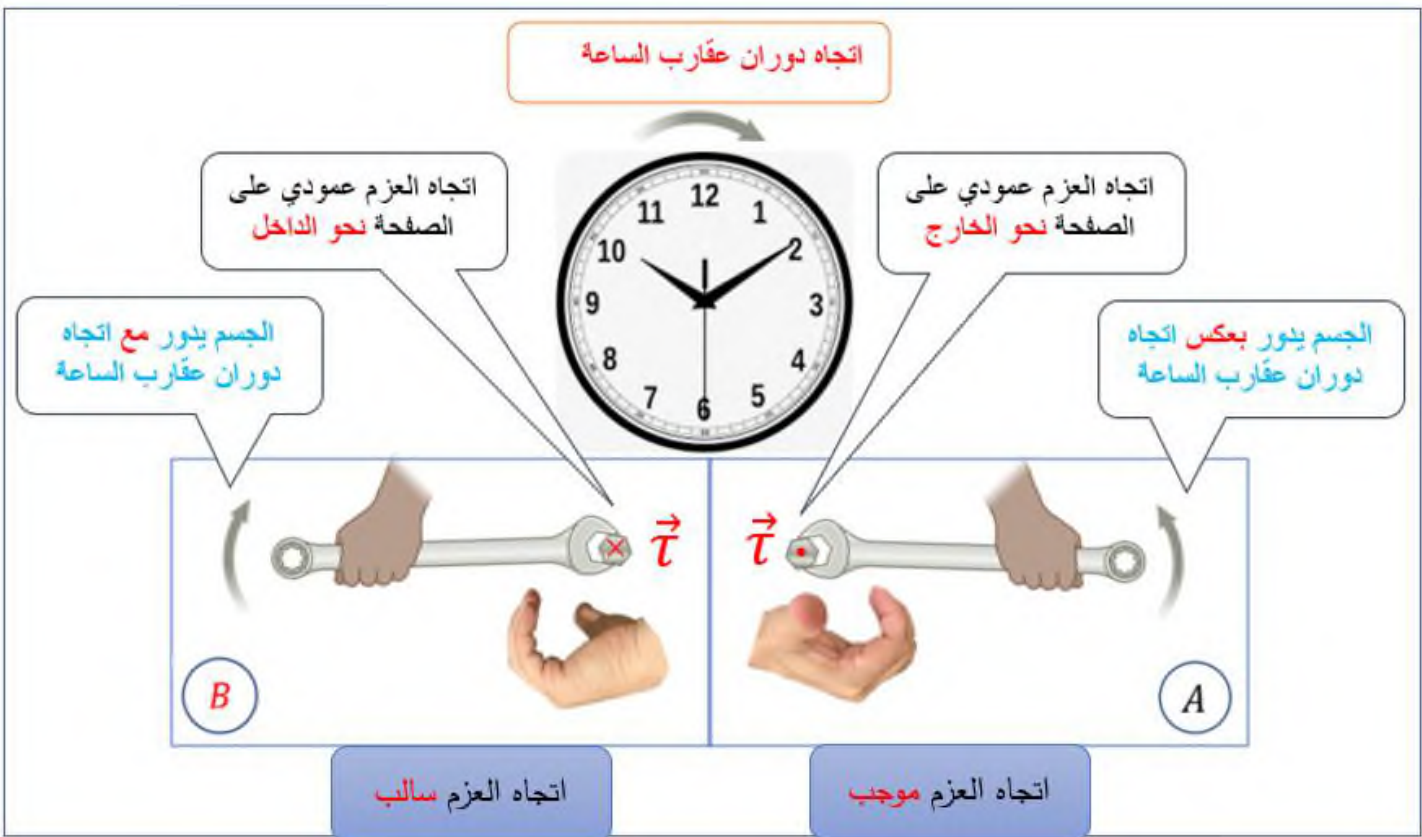
- العزم كمية متجهة

لأنه ينتج من حاصل ضرب اتجاهي لمتجهين القوة والذراع

- لتحديد اتجاه العزم نستخدم قاعدة اليد اليمنى للمتجهات

قاعدة اليد اليمنى :

(ندير الأصابع باتجاه دوران الجسم فيكون اتجاه الإبهام هو اتجاه عزم القوة)



مصطلح الإشارة بالنسبة للعزم

1- إذا كان عزم القوة يؤدي إلى دوران الجسم **بعكس** اتجاه دوران عقارب الساعة فإن اتجاه عزم القوة يكون عمودي على

الصفحة **نحو الخارج** و اصطلاح في هذه الحالة على أن يكون اتجاه عزم القوة **موجبا** كما الحالة في الشكل (A)

2- إذا كان عزم القوة يؤدي إلى دوران الجسم **مع** اتجاه دوران عقارب الساعة فإن اتجاه عزم القوة يكون عمودي على الصفحة

نحو الداخل و اصطلاح في هذه الحالة على أن يكون اتجاه عزم القوة **سالبا** كما الحالة في الشكل (B)

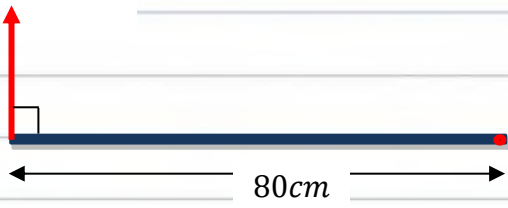
خلاصة: إن اتجاه عزم القوة يكون

1- موجبا عندما يؤدي إلى الدوران عكس اتجاه حركة دوران عقارب الساعة

2- سالبا إذا أدى إلى الدوران مع اتجاه حركة دوران عقارب الساعة

حل التمارين التالية :

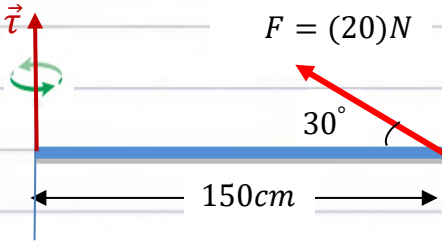
$$F = (12)N$$



- 1- ساق معدنية متجانسة خفيفة مهملة الوزن تقع في مستوى الصفحة طولها 80 cm قابلة للدوران حول محور مار من أحد طرفيها وعمودي على مستوى الصفحة أثرت في طرفها الآخر قوة مقدارها $(12) N$ كما هو مبين بالشكل أحسب عزم القوة وحدد اتجاه العزم واتجاه دوران الجسم
- $$\tau = -Fd \sin \theta = -12 \times 0.8 \sin 90 = -9.6 N.m .$$

اتجاه العزم عمودي على الصفحة للداخل والجسم يدور مع اتجاه دوران عقارب الساعة

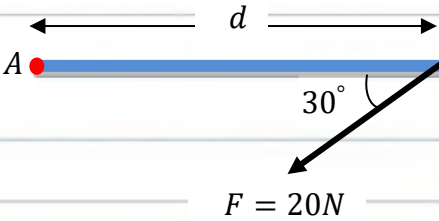
- 2- ساق معدنية متجانسة طولها 150 cm قابلة للدوران في المستوى الأفقي حول المحور الرأسي المار من أحد



- طرفيها أثرت في طرفها الآخر قوة مقدارها $(20) N$ وتصنع زاوية مقدارها (30°) مع الساق كما هو مبين بالشكل المجاور أحسب عزم القوة وحدد اتجاه العزم وارسم متجه العزم واتجاه دوران الجسم
- $$\tau = Fd \sin \theta = 20 \times 1.5 \sin 30 = 15 N.m .$$

اتجاه العزم في مستوى الصفحة وللأعلى والجسم يدور بعكس اتجاه دوران عقارب الساعة

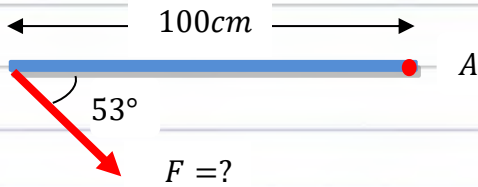
- 3- أثرت قوة مقدارها $F = (20)N$ على ساق متجانسة قابلة للدوران حول نقطة (A) يصنع متجه القوة زاوية مقدارها



- (30°) مع الساق كما هو مبين بالشكل فإذا كان مقدار العزم المؤثر على الساق $(25) N.m$ احسب طول ذراع القوة
- $$\tau = Fd \sin \theta .$$

$$-25 = -20 \times d \sin 30 \Rightarrow d = 2.5m .$$

- 4- أثرت قوة على ساق متجانسة قابلة للدوران حول نقطة (A) طولها

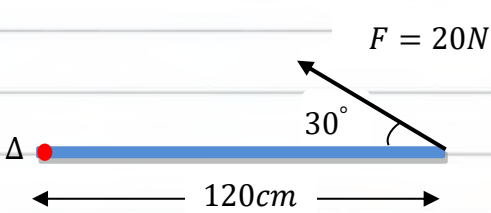


- 100 cm يصنع متجه القوة زاوية مقدارها (53°) مع الساق كما في الشكل فإذا كان مقدار العزم المؤثر على الساق $(25) N.m$ احسب مقدار القوة المؤثرة على الساق

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

$$25 = F \times 1 \sin 53 \Rightarrow F = 31.3 N .$$

- 5- ساق طولها 120 cm قابلة للدوران حول المحور (Δ) مار من أحد طرفيها وعمودي على مستوى الصفحة أثرت في



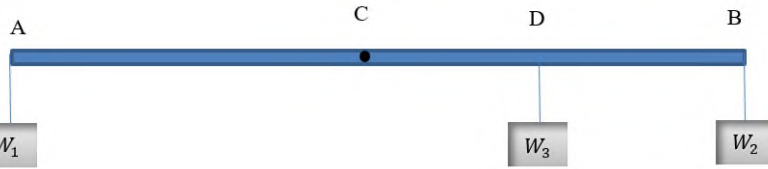
- طرفها الآخر قوة مقدارها $(20) N$ تصنع زاوية مقدارها (30°) مع الساق كما هو مبين بالشكل أحسب العزم المؤثر في الساق وحدد اتجاهه واتجاه دوران الجسم

$$\tau = Fd \sin \theta = 20 \times 1.2 \sin 30 = 12 N.m .$$

اتجاه العزم عمودي على الصفحة نحو الخارج والجسم يدور بعكس اتجاه دوران عقارب الساعة

حل المسائل التالية :

المسألة الأولى : قضيب متجانس (AB) مهمل الوزن طوله m (3) يدور حول محور دوران مار من مركز ثقله (C) علقنا عند الطرفين ثقلين مقدارهما على الترتيب $W_1 = (4) N$, $W_2 = (2) N$ ونعلق ثقلا مقداره $W_3 = (3) N$ عند (D) التي تقع في منتصف المساف بين النقطتين (B) و (C) كما في الشكل المجاور المطلوب :



1- احسب عزم كل قوة من القوى المؤثرة

$$\tau_1 = w_1 d_1 = 4 \times 1.5 = 6 \text{ N.m}$$

$$\tau_2 = -w_2 d_2 = -2 \times 1.5 = -3 \text{ N.m}$$

$$\tau_3 = w_3 d_3 = -3 \times 0.75 = -2.25 \text{ N.m}$$

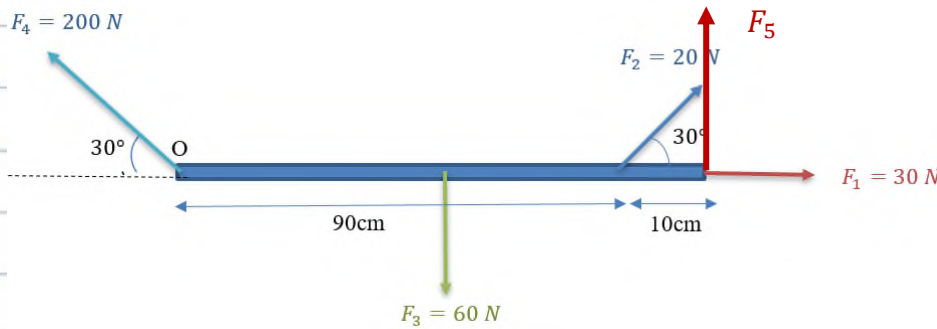
2- احسب العزم الكلي وحدد اتجاه دوران القضيب

$$\tau_T = \sum \tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 = 6 + (-3) + (-2.25) = 0.75 \text{ N.m}$$

الساق تدور بعكس اتجاه دوران عقارب الساعة

المسألة الثانية: يوضح الشكل المجاور ساق متجانسة طولها cm (100) وزنها N (60) تؤثر فيها ثلاث قوى

أ- احسب مقدار عزم القوة لكل من القوى الأربعة حول محور الدوران (O) وحدد اتجاهها



$$\tau_1 = F_1 d_1 \sin 0 = 0 \text{ N.m}$$

$$\tau_2 = F_2 d_2 \sin \theta$$

$$\tau_2 = 20 \times 0.9 \sin 30 = 9 \text{ Nm}$$

$$\tau_3 = -F_3 d_3 \sin \theta$$

$$\tau_3 = -60 \times 0.5 \sin 90$$

$$\tau_3 = -30 \text{ Nm}$$

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

ب- احسب محصلة العزوم على الساق الناتج من تأثير القوى الأربعة

$$\tau_T = \sum \tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 = 0 + 9 + (-30) + 0 = -21 \text{ Nm}$$

ت- استنتج اتجاه دوران الساق

مع اتجاه دوران عقارب الساعة

ث- احسب مقدار وحدد اتجاه القوة الواجب التأثير بها عموديا في الطرف الحر للساق والتي تجعل من الساق في حالة اتزان أفقي

$$\sum \tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5 = 0$$

$$\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + F_5 d_5 = 0$$

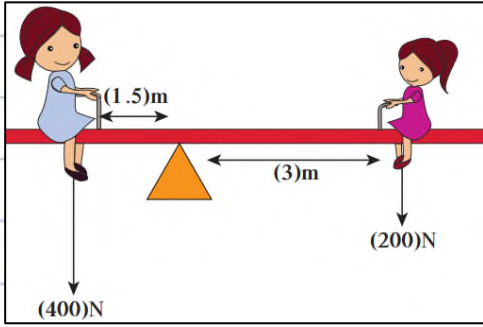
$$0 + 9 + (-30) + F_5 \times 1 = 0$$

$$F_5 = 21 \text{ N}$$

4. العزوم المتزنة

سؤال: هل يمكن أن يتزن طفلان يلعبان على الأرجوحة حتى وإن كان وزنيهما مختلفان ؟ نعم يمكن

تمرين: تجلس بنتان وزن إحدهما N (400) ووزن الأخرى N (200) على طرفي أرجوحة مهمة الكتلة كما في



الشكل المجاور والأرجوحة في حالة اتزان دوراني المطلوب

1- احسب عزم كل من البنيتين

$$\cdot \tau_1 = w_1 d_1 = 400 \times 1.5 = 600 \text{ N.m}$$

$$\cdot \tau_2 = -w_2 d_2 = -200 \times 3 = -600 \text{ N.m}$$

2- احسب محصلة العزوم المؤثرة في الأرجوحة

$$\cdot \sum \tau = \tau_1 + \tau_2 = 600 + (-600) = 0$$

سؤال: ما هو مبدأ عمل الميزان ذو الأوزان المنزلة

تضبط الأوزان المنزلة حتى يتزن عزم القوة مع اتجاه دوران عقارب

الساعة مع عزم القوى بعكس اتجاه دوران عقارب الساعة

هل يعتمد على اتزان القوى أم اتزان العزوم؟ اتزان العزوم

اذكر شرط الاتزان الدوراني لجسم يدور ؟

أن تكون محصلة جمع العزوم تساوي الصفر

اذكر شروط اتزان جسم مادي تؤثر فيه مجموعة من القوى ؟

أن تكون محصلة جمع العزوم تساوي الصفر وأن تكون محصلة القوى المؤثرة تساوي الصفر

حل المسائل التالية:

المسألة الأولى: لوح منتظم يزن N (40) واب وابنة يزنان على الترتيب N (800) و

N (350) كما هو موضح في الشكل إذا كان اللوح يرتكز عند مركز ثقله أوجد

بعد نقطة ارتكاز البنت عن مركز اللوح حتى يتزن اللوح أفقياً

$$\cdot \sum \tau_{cw} = \sum \tau_{Acw}$$

$$\cdot w_d d_d = w_f d_f$$

$$\cdot 350 \times d_d = 800 \times 1 \Rightarrow d_d = 2.28 \text{ m}$$

المسألة الثانية : لوح منتظم يزن N (20) واب وابنة كتلتها على

الترتيب kg (60) و kg (30) كما هو موضح في الشكل إذا كان اللوح يرتكز

عند مركز ثقله وطوله m (4) تجلس البنت عند أحد طرفي اللوح المطلوب

1- احسب عزم وزن البنت

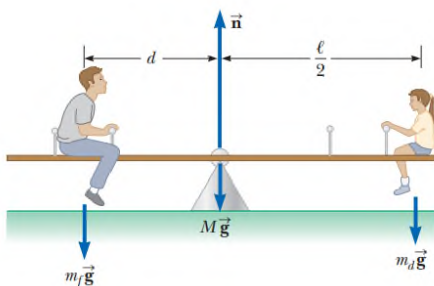
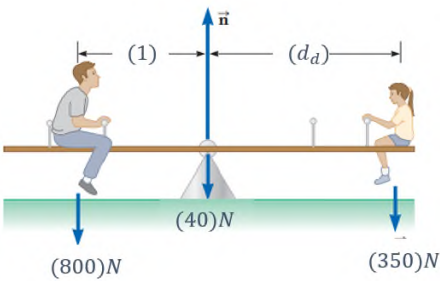
$$\cdot \tau_d = -w_d d_d = -300 \times 2 = -600 \text{ N.m}$$

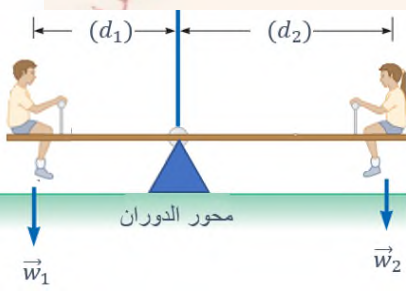
2- أوجد بعد نقطة ارتكاز الأب عن مركز اللوح حتى يتزن اللوح أفقياً

$$\cdot \sum \tau_{cw} = \sum \tau_{Acw}$$

$$\cdot w_d d_d = w_f d_f$$

$$\cdot 300 \times 2 = 600 \times d_f \Rightarrow d_f = 1 \text{ m}$$





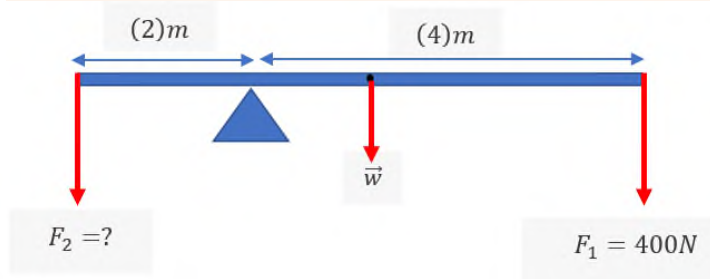
المسألة الثالثة: يجلس طفلان وزن أحدهما $N (300)$ ووزن الآخر $N (450)$ على طرفي أرجوحة طولها $m (3)$ مهملة الكتلة كما في الشكل المجاور حدد موقع محور الدوران بالنسبة إلى أحدهما والذي يجعل النظام في حالة اتزان دوراني

$$\sum \tau_{Acw} = \sum \tau_{cw}$$

$$w_1 d_1 = w_2 d_2$$

$$450 \times d_1 = 300 \times (3 - d_1) \Rightarrow d_1 = 1.2 m$$

المسألة الرابعة: الشكل المجاور يمثل ساق متجانسة طولها $m (6)$ وزنها $N (100)$ ترتكز على حاجز معدني وتؤثر فيها قوتان للأسفل حيث $F_1 = (400)N$ و F_2 مجهولة فإذا كان النظام في حالة اتزان أفقي المطلوب :



أ- احسب عزم الدوران للقوة الأولى

$$\tau_1 = -F_1 d_1 \sin \theta$$

$$\tau_1 = -400 \times 4 \sin 90 = -1600 N.m$$

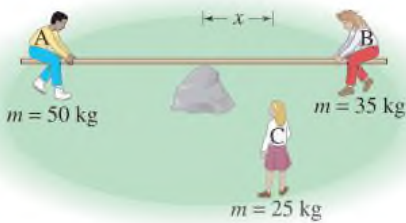
ب- احسب مقدار القوة المجهولة F_2

$$\sum \tau_{Acw} = \sum \tau_{cw}$$

$$F_2 d_2 \sin \theta = w d_w + F_1 d_1 \sin \theta$$

$$F_2 \times 2 \times \sin 90 = 100 \times 1 + 400 \times 4 \sin 90 \Rightarrow F_2 = 850 N$$

المسألة الخامسة: أراد طفلان أن يلعبا بلعبة الأرجوحة التي تتكون من صخرة تعمل كنقطة ارتكاز عند مركز لوح خفيف منتظم الشكل ومتجانس طوله $m (3.6)$ وجلسا عند طرفي اللوح إذا علمت أن الولد (A) كتلته $kg (50)$ والبنيت (B) كتلتها $kg (35)$ المطلوب:



1- احسب عزم وزن كلا من الولد والبنيت ؟

$$\tau_A = w_A d_A = 500 \times 1.8 = 900 N.m$$

$$\tau_B = -w_B d_B = -350 \times 1.8 = -630 N.m$$

2- اكتشف الطفلان أن الأرجوحة غير متزنة ولجعلها تتزن أفقيا اوجد بعد نقطة

ارتكاز وزن البنيت (C) والتي كتلتها $kg (25)$ عن نقطة الارتكاز

$$\sum \tau_{Acw} = \sum \tau_{cw}$$

$$\tau_A = w_C d_C + \tau_B$$

$$900 = 250 \times d_C + 630 \Rightarrow d_C = 1.08 m$$

5. عزم القوة ومركز الثقل

مركز الثقل : هو نقطة تأثير قوة الجاذبية.

مركز الثقل : هو الموضع الذي يكون عنده محصلة عزوم قوة الجاذبية

المؤثرة في الجسم الصلب تساوي الصفر

ما هو سبب انقلاب الأجسام ؟

خروج مركز ثقل الجسم خارج المساحة الحاملة

علل سوف ينقلب الشكل القائم L في الشكل المجاور وكذلك لو حاولت

أن تلمس أصابع قدميك وأنت واقف وظهرك وكعبا قدميك ملاصقان للحائط

الجواب : خروج مركز ثقل الجسم خارج المساحة الحاملة وبالتالي يصبح لوزن

الجسم عزم

ماذا يحدث للكرة في الحالات التالية:

أ- عندما يضرب لاعب كرة القدم الكرة بقوة خط عملها يمر من مركز ثقل الكرة كما في الشكل المجاور

الحدث: تحرك بخط مستقيم (حركة خطية)

التعليل: لأن خط عمل القوة يمر من محور الدوران فلا يحدث عزم للقوة فالكرة لن تدور

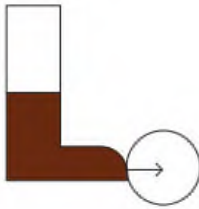
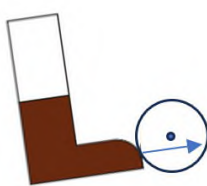
ب- عندما يضرب لاعب كرة القدم الكرة بقوة خط عملها لا يمر من مركز ثقل الكرة

(أسفل أو أعلى مركز الثقل) كما في الشكل المجاور

الحدث: تتحرك حركة دورانية وخطية

التفسير: لأن للقوة عزم بسبب وجود ذراع للقوة فالكرة ستدور

قارن بين نوع حركة الكرة في الحالات التالية

من حيث	خط عمل القوة يمر بمركز الثقل	خط عمل القوة لا يمر بمركز الثقل
		
نوع الحركة	خطية	خطية ودورانية
دوران الكرة	لا تدور	تدور

علل الاتزان الدوراني للجسم المعلق حول مركز ثقله

لأن محصلة عزوم قوى الجاذبية الأرضية المؤثرة في الجسم تساوي الصفر

استنتاج: مركز ثقل الجسم الصلب هو موقع محور الدوران الذي تكون محصلة عزوم

قوى الجاذبية الأرضية المؤثرة في الجسم الصلب حوله تساوي الصفر

5. عزم الازدواج

حل التمرين التالي: ساق معدنية متجانسة مهملة الوزن تقع في مستوى الصفحة طولها cm (200) قابلة للدوران حول محور عمودي على مستوى الصفحة مار من النقطة (c) مركز ثقل المسطرة أثرت في طرفيها قوتان متساويتان مقداراً و مقداراً كلا منهما N (20) كما هو مبين بالشكل المطلوب أجب عن الأسئلة التالية:



1. احسب عزم كل قوة

$$\tau_1 = Fd \sin \theta = 20 \times 1 \times \sin 90 = 20 \text{ N.m}$$

$$\tau_2 = -Fd \sin \theta = -20 \times 1 \times \sin 90 = -20 \text{ N.m}$$

2. احسب محصلة العزوم المؤثرة في الساق هل تدور الساق أم تتزن ولماذا

$$\sum \tau = \tau_1 + \tau_2 = 20 + (-20) = 0$$

3. ماذا يحدث إذا عكسنا اتجاه إحدى القوتين

الحدث: تدور الساق

التفسير: لأن محصلة العزوم عليه لا تساوي الصفر

4. ماذا نسمى القوتين في هذه الحالة ؟ تسمى ازدواج

5. احسب محصلة العزوم في هذه الحالة ؟ $\sum \tau = \tau_1 + \tau_2 = 20 + (20) = 40 \text{ N.m}$

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

عزم الازدواج: الفعل الدوراني الناتج عن عمل قوتان متساويتان بالمقدار متضادتين بالاتجاه وليس لهما خط عمل واحد تؤثران في جسم قابل للدوران

العلاقة التي تعطي عزم الازدواج لجسم قابل للدوران حول نقطة:

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

d ذراع الازدواج وهو المسافة العمودية بين نقطتي تأثير القوتين

عزم الازدواج: يساوي حاصل ضرب مقدار إحدى القوتين بالمسافة العمودية بينهما $(\vec{C} = \vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2)$

ملاحظة: عزم الازدواج يساوي مثلاً عزم إحدى القوتين إذا كان محور الدوران يمر من مركز ثقل الجسم المنتظم

عدد العوامل التي يتوقف عليها عزم الازدواج

1- مقدار إحدى القوتين 2- البعد بين نقطتي تأثير القوتين

ماهي وحدة قياس عزم الازدواج ؟ (N.m)

سؤال : جسم يدور بتأثير ازدواج كما في الشكل المجاور ماذا يحدث في الحالات التالية

1- عكسنا اتجاه إحدى القوتين

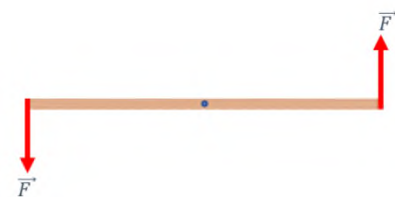
الحدث : لا يدور الجسم

التفسير : لأن محصلة العزوم تساوي الصفر

2- خضع الجسم لتأثير ازدواج آخر عزمه مساوي لعزم الازدواج المؤثر ويعاكسه بالاتجاه

الحدث : لا يدور الجسم

التفسير : لأن محصلة العزوم تساوي الصفر



عدد تطبيقات من الحياة على عزم الازدواج

1- فتح صنبور الماء 2- مقود السيارة

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

1- تستخدم مفكات ذات مقبض عريض لفك الصواميل أو البراغي

لزيادة ذراع عزم الازدواج فيسهل التدوير

2- تستخدم مفتاح رباعي لفك صواميل إطارات السيارات

لتأمين عزم ازدواج ليسهل عملية حل الصواميل

3- كل جسم يدور يخضع لعزم ازدواج

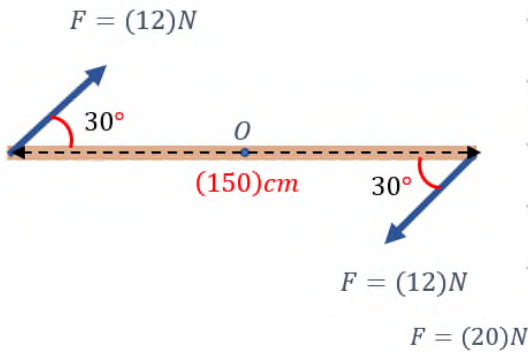
بسبب وجود قوة رد الفعل عند محور الدوران يشكل ازدواج مع القوة المؤثرة

حل التمارين التالية:

مستعينا بالمعلومات المدونة على الشكل أجب عن الأسئلة المرفقة في كل سؤال

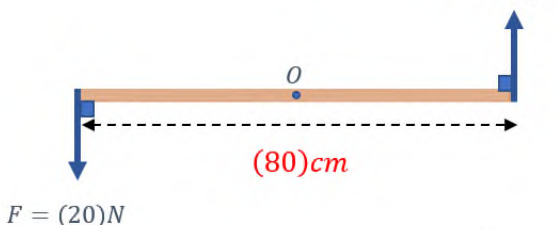
1- احسب عزم الازدواج المؤثر في الساق

$$C = -Fd \sin \theta = -12 \times 1.5 \times \sin 30 = -9 \text{ N.m}$$



2- احسب عزم الازدواج المؤثر في الساق

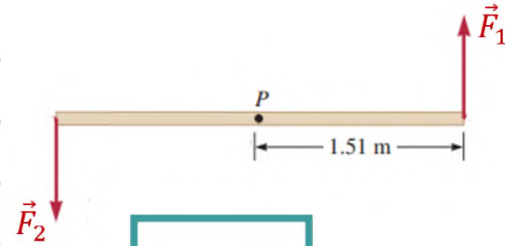
$$C = Fd = 20 \times 0.8 = 16 \text{ N.m}$$



3- احسب عزم الازدواج المؤثر في الساق إذا علمت أن مقدار كلا من القوتين

المؤثرتين في الساق تساوي 15 N

$$C = Fd = 15 \times 3.02 = 45.3 \text{ N.m}$$



4- حل المثال (3): مفك قطر مقبضه 3 cm وعرض رأسه الذي يدخل شق البرغي

7 mm (استخدم لتثبيت البرغي في لوح خشبي وذلك بالتأثير في مقبضه بواسطة اليد

بقوتين متساويتين في المقدار $F_1 = F_2 = 49 \text{ N}$ ومتعاكستين في الاتجاه كما في الشكل

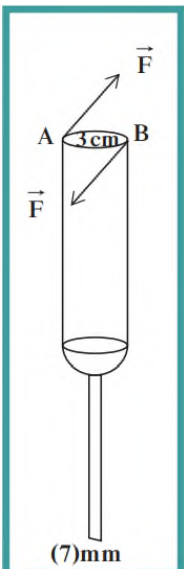
المجاور

1- احسب عزم الازدواج المؤثر في مقبض المفك

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

2- احسب مقدار القوة التي تؤدي الى دوران البرغي المراد تثبيته

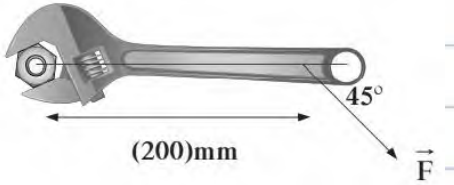
$$C = F'd' \Rightarrow 1.47 = F' \times 0.007 \Rightarrow F' = 210 \text{ N}$$



مراجعة الدرس 1-2

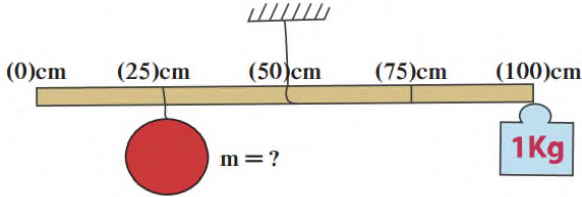
أولاً - ما اتجاه القوة بالنسبة لذراع القوة التي يجب استخدامها لإنتاج أكبر عزم للقوة ؟
عمودية على الذراع

ثانياً - احسب مقدار عزم القوة التي تبذلها يدك عندما تربط صامولة بمفك



ربط علماً أن طول ذراع القوة يساوي 200 mm ومقدار القوة يساوي 100 N والزاوية بين القوة وذراعها يساوي (45°) كما هو موضح بالشكل
 $\tau = Fd \sin \theta = 100 \times 0.2 \times \sin 45 = 14.14 \text{ N.m}$

ثالثاً - الشكل يمثل مسطرة متجانسة فما هي كتلة الصخرة (m)



علماً أن النظام في حالة اتزان $\sum \tau_{Acw} = \sum \tau_{cw}$

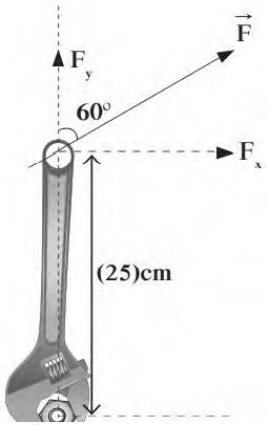
$$m_1 g d_1 = m_2 g d_2$$

$$m_1 \times 0.25 = 1 \times 0.5 \Rightarrow m_1 = 2 \text{ Kg}$$

رابعاً - تحتاج صامولة في محرك السيارة إلى عزم مقداره 40 N.m

لتشد جيداً تستخدم مفك ربط طوله 25 cm وتشد بقوة كما

هو موضح في الشكل احسب مقدار القوة التي يجب أن تبذلها كي تثبت الصامولة



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

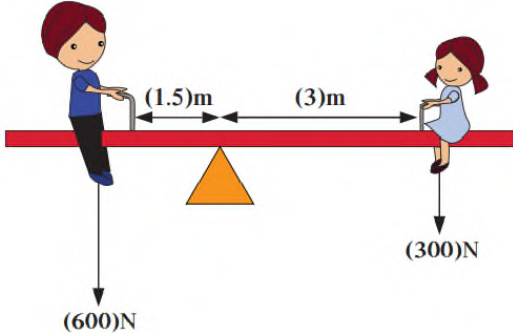
$$40 = F \times 0.25 \sin 60 \Rightarrow F = 184.75 \text{ N}$$

خامساً - (أ) احسب مقدار عزم القوة لكل من وزن الفتاة والولد الجالسين

على اللوح المتأرجح الموضح في الشكل بإهمال وزن اللوح

$$\tau_b = w_b d_b = 600 \times 1.5 = 900 \text{ N.m}$$

$$\tau_g = w_g d_g = 300 \times 3 = 900 \text{ N.m}$$



(ب) احسب المسافة التي يجب أن تفصل بين الفتاة الجالسة يمينا ومحور ارتكاز اللوح المتأرجح عندما يساوي وزن

الفتاة 400 N والنظام في حالة اتزان.

$$\sum \tau_{Acw} = \sum \tau_{cw}$$

$$\tau_b = w_g d_g$$

$$900 = 400 \times d_g \Rightarrow d_g = 2.25 \text{ m}$$

تذكرة :

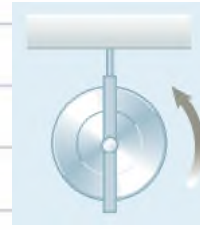
القانون الأول لنيوتن : (الجسم الساكن يبقى ساكن والجسم المتحرك بخط مستقيم يستمر بحركته بسرعة منتظمة ما لم تؤثر عليها قوة خارجية تغير من حالتها الحركية)

الكتلة هي مقياس للقصور الذاتي للجسم في الحركة الخطية وكلما كانت كتلة الجسم أكبر حسب القانون الثاني لنيوتن فإنها تحتاج لقوة أكبر لتغير حالتها الحركية

1. القصور الذاتي الدوراني (I)

تعريف القصور الذاتي الدوراني (I) : مقاومة الجسم لتغير حركته الدورانية.

نحتاج للقوة لتغير حالة الجسم الخطية فما المطلوب لتغير الحالة الدورانية لجسم يدور حول محور ؟
نحتاج عزم قوة



نتائج :

- 1- تميل الأجسام التي تدور إلى الاستمرار في الدوران في حين تميل الأجسام الساكنة إلى البقاء ساكنة
- 2- يحتاج الجسم إلى قوة لتغير حالته الخطية
- 3- يحتاج الجسم الذي يدور لعزم القوة لتغير حالته الحركية الدورانية
- 4- في غياب محصلة القوة فإن الأجسام التي تدور تحتفظ بدورانها
- 5- الجسم الذي يملك قصور ذاتي دوراني أكبر يكون تدويره أصعب

2. العوامل المؤثرة في القصور الذاتي الدوراني

سؤال: من خلال التدقيق في الشكل المطلوب

- 1- حدد أي الحالتين يدور بسهولة أكثر وعلل اجابتك

الحالة (B) لأن القصور الذاتي الدوراني أقل

- 2- فسر لماذا في الحالة (A) يكون القصور الذاتي الدوراني أكبر

لأن المسافة بين الكتلة ومحور الدوران في الحالة (A) أكبر من الحالة (B)

مناقشة واستفسار :

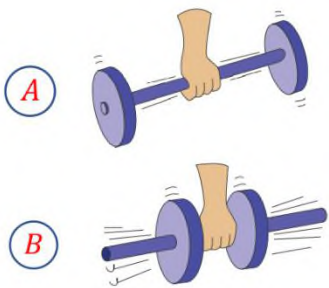
- 1- في لعبة البيسبول يوقف لاعب البيسبول المضرب بإمساكه بإحكام من نهايته هل لديك تفسير لذلك:

لكي يزيد من قصوره الذاتي الدوراني فيقاوم بذلك الحركة

- 2- أيهما أسهل استخداما في الحركة الدورانية مضرب البيسبول القصير أم الطويل

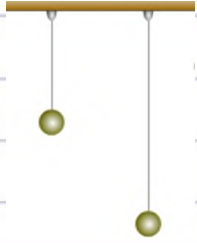
عندما يمسكها اللاعب قرب طرفه ولماذا؟ علل اجابتك

القصير لأن القصور الذاتي الدوراني له أقل فمركز الكتلة يكون أقرب إلى محور الدوران



قارن بين مضرب البيسبول الطويل والقصير عندما يمسكها اللاعب من طرفها

من حيث	مضرب البيسبول الطويل	مضرب البيسبول القصير
القصور الذاتي الدوراني	أكبر	أقل
سرعة التآرجح	أقل	أكبر
الميل للبقاء متحركا	كبير	صغير
سهولة الاستخدام	أصعب	أسهل



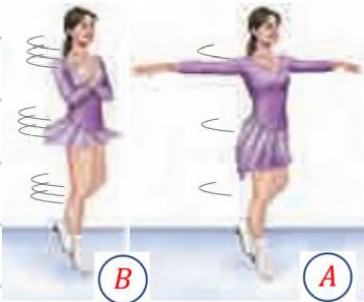
سؤال؟ أي البندولين في الشكل المجاور يملك قصور ذاتي دوراني اكبر ولماذا؟؟
الطويل لأن الكتلة تبعد مسافة أكبر عن محور الدوران

قارن بين البندول الطويل والبندول القصير

وجه المقارنة	البندول الطويل	البندول القصير
القصور الذاتي الدوراني	أكبر	أقل
سرعة التآرجح	أقل	أكبر

نستنتج أنه

- يعتمد القصور الذاتي الدوراني على بعد الكتلة عن محور الدوران
- كلما زادت المسافة بين الكتلة والمحور الذي يحدث عنده الدوران زاد القصور الذاتي الدوراني
- كلما زاد القصور الذاتي الدوراني زادت صعوبة تدوير الجسم



سؤال: من خلال التدقيق في الشكل المجاور اجب عن الأسئلة التالية

1- أي الحالتين تملك فيهما البنت قصور ذاتي دوراني أكبر ولماذا

الحالة (A) لأن كتلة الجسم نفسها تتوزع بتباعد أكبر عن محور الدوران

2- أي الحالتين يكون دوران البنت حول نفسها أسرع ولماذا

الحالة (B) لأن قصورها الذاتي الدوراني أقل

نشاط: قم بهز ساقك للأمام والخلف من مفصل الفخذ وهي ممدودة كما في الحالة (A) في الشكل

المجاور ثم أعد التجربة مرة ثانية مع ثني الساق كما في الحالة (B)

الملاحظة: في الحالة (B) كانت الحركة أسهل

التفسير: لأن القصور الذاتي الدوراني أقل لأن الكتلة نفسها توزعت بتباعد أقل عن محور الدوران

نستنتج مما سبق أن: القصور الذاتي الدوراني للجسم الواحد

- ليس بالضرورة كمية محدد

- كلما توزعت الكتلة نفسها داخل الجسم بتباعد أكبر عن محور الدوران زاد القصور الذاتي الدوراني



عل لما يأتي تعليلا علميا سليما:



1- يعتبر ثني الساقين أثناء المشي (الجري) يسهل عملية المشي(الجري)
لأن القصور الذاتي الدوراني يكون أقل لأن الكتلة توزعت بتباعد أقل عن محور الدوران

2- البهلوان يمسك بيده عصى طويلة أو يمد يديه أثناء السير على سلك رفيع
لزيادة القصور الذاتي الدوراني مما يساعده في مقاومة الدوران فيحظى بوقت أطول لضبط
مركز ثقله والحفاظ على اتزانه

3- الحيوانات ذات القوائم الطويلة تتحرك بسرعة اقل من الحيوانات التي تملك قوائم قصيرة
لأن القصور الذاتي الدوراني لها أكبر

عدد العوامل التي يتوقف عليها القصور الذاتي الدوراني:

1- كتلة الجسم 2- شكل الجسم وتوزع الكتلة 3- موضع محور الدوران بالنسبة لمركز الكتلة

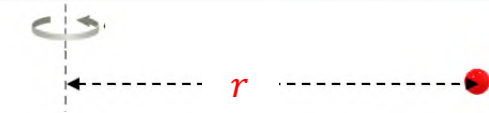
3. قوانين القصور الذاتي الدوراني

عندما تكون كتلة الجسم كلها مركزة على مسافة (r) من محور الدوران

نحسب القصور الذاتي الدوراني من العلاقة: $I = m r^2$

وحدة قياس القصور الذاتي الدوراني في النظام الدولي للوحدات $Kg.m^2$

حل التمارين التالية:



التمرين الأول: كتلة نقطية مقدارها $g(200)$ تدور حول محور دوران يبعد عنها

مسافة $cm(150)$ احسب القصور الذاتي الدوراني للكتلة حول هذا المحور

$$I = m r^2 = 0.2 \times 1.5^2 = 0.45 Kg.m^2$$

فسر لماذا القصور الذاتي الدوراني لساق منتظمة الشكل ومتجانسة تدور حول محور دوران مار

من أحد أطرافها أقل من القصور الذاتي الدوراني لكتلة معلقة مساوية لكتلة الساق وطول خيط

البندول مساو لطول الساق

التفسير : لأن كتلة الساق اكثر توزعا من كتلة الكرة



التمرين الثالث: لديك حلقة وقرص وكرة منتظمة الشكل ومتجانسة متساوية في الكتلة

ونصف القطر حيث كتلة كلا منها $g(300)$ ونصف قطر كلا منها $cm(20)$ يمكن

لجميعها الدوران حول محور مار من مركز ثقلها احسب القصور الذاتي الدوراني لكل منها

$$I_o = m R^2 = 0.3 \times 0.2^2 = 0.012 Kg.m^2$$

$$I_o = \frac{1}{2} M R^2 = \frac{1}{2} \times 0.3 \times 0.2^2 = 0.006 Kg.m^2.$$

$$I_o = \frac{2}{5} M R^2 = \frac{2}{5} \times 0.3 \times 0.2^2 = 0.0048 Kg.m^2.$$

الخلاصة: القصور الذاتي الدوراني لا يعتمد على كتلة الجسم فقط بل أيضا على توزيع

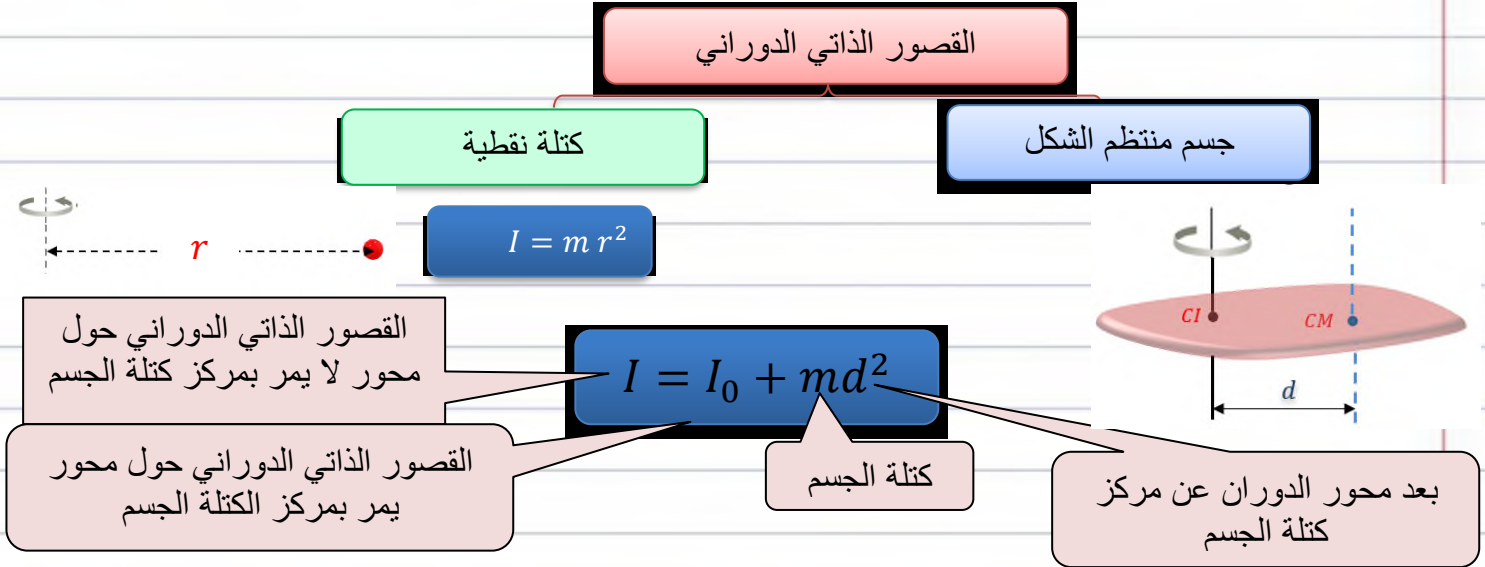
هذه الكتلة فقد يكون لعدة أجسام نفس الكتلة ونفس البعد عن محور الدوران لكن لكل منها قصورها الذاتي الدوراني

المختلف عن الآخر والسبب في ذلك اختلاف توزيع الكتلة داخل الجسم

4. نظرية المحور الموازي

ملاحظات لحساب القصور الذاتي الدوراني لجسم

- 1- إذا مر محور الدوران من الكتلة النقطية فإن القصور الذاتي الدوراني للكتلة النقطية هذه معدوم (يساوي الصفر)
- 2- عندما تكون الكتلة أكثر توزيعاً (ساق - قرص - حلقة - كرة) فإن آلية حساب القصور الذاتي الدوراني للجسم سوف تختلف فيجب علينا أن نحدد شكل الجسم و أين يمر محور دورانه لنختار العلاقة المناسبة



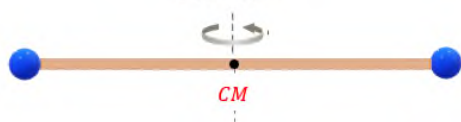
نظرية المحور الموازي: القصور الذاتي الدوراني بالنسبة لمحور مواز للمحور المار من مركز الكتلة يساوي القصور الذاتي الدوراني للجسم حول محور دوران مار من مركز كتلته مضافاً إليه حاصل ضرب كتلة الجسم بمربع البعد بين مركز الكتلة ومحور الدوران

- 3- مقدار القصور الذاتي الدوراني لجسم يدور حول محور دوران يمر بمركز ثقل الجسم يعطى في نص المسألة
- 4- إذا أهملنا كتلة الجسم فلا تدخلها في حسابك
- 5- إذا كان النظام مؤلفاً من عدة كتل أو أجسام منتظمة الشكل ومتجانسة نحسب القصور الذاتي الدوراني لجميع الكتل أو الأجسام المؤلفة للنظام حول محور الدوران المحدد فيكون القصور الذاتي الدوراني للنظام يساوي مجموع مقادير القصور الذاتي الدوراني لجميع مكونات النظام

حل التمارين التالية:

التمرين الأول: نظام مؤلف من ساق متجانسة طولها $m(2)$ مهملة الكتلة وكرتان صغيرتان كتلة كلا منهما

محور الدوران



$g(200)$ بإهمال نصف قطر الكرة (واعتبرها كتلة نقطية) **المطلوب :**

احسب القصور الذاتي الدوراني للنظام

1. عندما يدور حول محور دوران مار من مركز ثقل الساق

$$I_S = I_1 + I_2 = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2$$

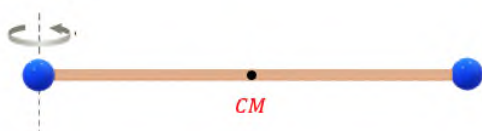
$$I = 0.2 \times 1^2 + 0.2 \times 1^2 = 0.4 \text{ Kg.m}^2$$

2. عندما يدور حول محور دوران مار من إحدى الكتلتين.

$$I_S = I_1 + I_2 = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2$$

$$I = 0.2 \times 2^2 + 0.2 \times 0^2 = 0.8 \text{ Kg.m}^2$$

محور الدوران



التمرين الثاني: ساق معدنية متجانسة طولها $m(2)$ كتلتها $g(300)$ موضوعة بشكل أفقي ويمكن لها الدوران حول

محور دوران رأسي يمر من إحدى نقاطها فإذا علمت أن العلاقة الرياضية التي تعطي القصور الدوراني لها حول

$$(I_0 = \frac{1}{12} ML^2) \text{ مركز ثقلها}$$

أوجد القصور الذاتي الدوراني للساق في الحالات التالية

1- محور الدوران يمر من النقطة (O) مركز ثقل الساق

$$I = \frac{1}{12} M L^2 = \frac{1}{12} \times 0.3 \times 2^2 = 0.1 \text{ Kg.m}^2.$$

محور الدوران يمر من النقطة (A) عند أحد طرفي الساق

$$I = I_0 + M d^2 = 0.1 + 0.3 \times 1^2 = 0.4 \text{ Kg.m}^2.$$

ماذا تستنتج : أقل قصور ذاتي دوراني للجسم عندما يدور حول محور

دوران مار من مركز كتلته وكلما زاد بعد محور الدوران عن مركز الكتلة زاد القصور الذاتي الدوراني للجسم

التمرين الثالث: نظام مؤلف من ساق متجانسة طولها $m(2)$ كتلتها $g(300)$ وكرة صغير كتلتها $g(200)$ بإهمال

نصف قطر الكرة (واعتبرها كتلة نقطية) المطلوب احسب القصور الذاتي الدوراني للنظام في الحالات التالية

أ- عندما يدور حول محور دوران مار من مركز ثقل الساق

$$I_S = I_{rod} + I_m$$

$$I_S = (I_0 + M d^2) + m r^2$$

$$I_S = (0.1 + 0.3 \times 0^2) + 0.2 \times 1^2 = 0.3 \text{ Kg.m}^2$$

ب- عندما يدور حول محور دوران مار من الطرف الآخر للساق

$$I_S = I_{rod} + I_m$$

$$I_S = (I_0 + M d^2) + m r^2$$

$$I_S = (0.1 + 0.3 \times 1^2) + 0.2 \times 2^2 = 1.2 \text{ Kg.m}^2$$

حل المسألة التالية : احسب القصور الذاتي الدوراني للنظام المؤلف من كرتين من الحديد متماثلتين كتلة الواحد منهما

$m = (5) \text{ Kg}$ ونصف قطرها $r = (5) \text{ cm}$ مثبتتين على طرفي عصا كتلتها $M = (2) \text{ Kg}$ وطولها L

المسافة بين مركزي الكرتين $m(2)$ يدور النظام حول محور عمودي يمر بنقطة الوسط للعصا كما هو موضح

بالشكل المجاور علما ان القصور الدوراني لكل من الأجسام الثلاثة حول محور يمر بمركز الثقل كل منهما

$$I_0 (\text{sphere}) = \frac{2}{5} m r^2, I_0 (\text{rod}) = \frac{1}{12} ML^2$$

$$I_S = I_{rod} + I_{(\text{sphere})1} + I_{(\text{sphere})2} = I_{rod} + 2I_{(\text{sphere})}$$

$$I_S = I_{rod} + 2(I_0(\text{sphere}) + m d^2)$$

$$I_S = \frac{1}{12} ML^2 + 2 \left(\frac{2}{5} m r^2 + m d^2 \right)$$

$$I_S = \frac{1}{12} \times 2 \times 1.9^2 + 2 \left(\frac{2}{5} \times 5 \times 0.05^2 + 5 \times 1^2 \right) = 10.611 \text{ Kg.m}^2$$

اعد حل المسألة مفترضا أن محور الدوران يمر من مركز كتلة أحد الكرتين وعمودي على الخط الواصل بين

مركزي الكرتين $I_S = I_{rod} + I_{(\text{sphere})1} + I_{(\text{sphere})2}$

$$I_S = \left(\frac{1}{12} ML^2 + M d_{rod}^2 \right) + \left(\frac{2}{5} m r^2 + m d_{sphere}^2 \right) + \frac{2}{5} m r^2$$

$$I_S = \left(\frac{1}{12} \times 2 \times 1.9^2 + 2 \times 1^2 \right) + \left(\frac{2}{5} \times 5 \times 0.05^2 + 5 \times 2^2 \right) + \frac{2}{5} \times 5 \times 0.05^2 \Rightarrow I_S = 22.6 \text{ Kg.m}^2$$

مراجعة الدرس 2-2

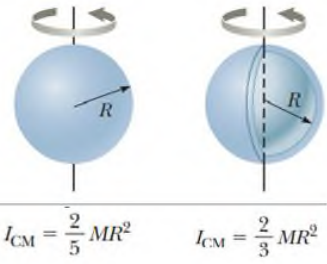
أولاً : قارن بين الكتلة والقصور الذاتي الدوراني

القصور الذاتي الدوراني	الكتلة	
يقيسان مقاومة الجسم لتغير حالته الحركية		وجه التشابه
تتغير بتغير موضع محور الدوران	ثابتة	وجه الاختلاف

ثانياً - احسب القصور الذاتي الدوراني لأسطوانة مصممة كتلتها 3 Kg (3)

وقطرها 20 cm وتتدحرج على منحدر $I = \frac{1}{2} MR^2$

$$I_o = \frac{1}{2} M R^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 0.1^2 = 0.015 \text{ Kg.m}^2.$$

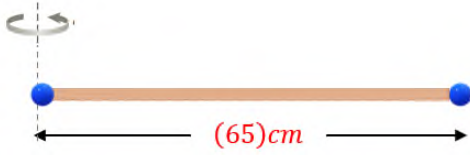


ثالثاً - تملك كرتان الكتلة نفسها والقطر نفسه ولكن واحدة منهما مصمته والأخرى مجوفة تتركز كتلتها على سطحها هل تملك هاتان الكرتان القصور الذاتي الدوراني نفسه عندما تتوران حول محور مار من مركز كتلتيهما ولماذا

لا لاختلاف توزيع الكتلة حول محور الدوران

رابعاً - (أ) احسب القصور الذاتي الدوراني لعصا طولها 65 cm وكتلتها مهملة تنتهي بكتلتين متساويتين مقدار كل منهما 0.30 Kg وتدور حول أحد طرفيها علماً أن $I = Md^2$

مقدار كل منهما 0.30 Kg وتدور حول أحد طرفيها علماً أن $I = Md^2$

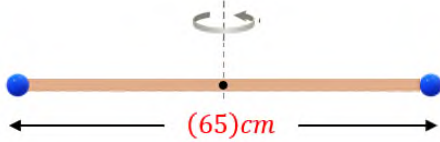


$$I_S = I_{rod} + I_{m_1} + I_{m_2}.$$

$$I_S = (0) + m_1 d_1^2 + m_2 d_2^2.$$

$$I_S = 0.3 \times 0.65^2 + 0.3 \times 0^2 = 0.126 \text{ Kg.m}^2.$$

(ب) احسب القصور الذاتي الدوراني للنظام نفسه عندما تدور العصا حول مركز كتلتها



$$I_S = I_{rod} + I_{m_1} + I_{m_2}.$$

$$I_S = (0) + m_1 d_1^2 + m_2 d_2^2.$$

$$.I_s = 0.3 \times 0.325^2 + 0.2 \times 0.325^2 = 0.0633Kg.m^2$$

تحقق من فهمك

ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام الإجابة الأنسب في كل مما يلي:

1. يكون عزم قوة ثابتة مساوياً للصفر عندما:

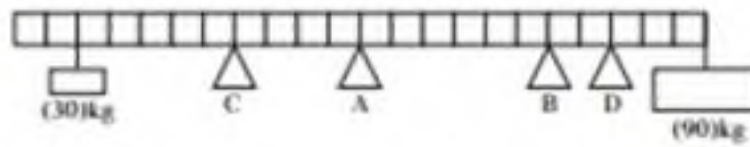
☐ تتغير السرعة الزاوية مع الوقت.

☐ تكون القوة متعامدة مع ذراعها.

☐ يكون اتجاه القوة موازاً لذراعها.

☐ تكون العجلة الزاوية لا تساوي صفراً.

3. حول أي من المحاور المبينة في الرسم سيكون حاصل جمع العزوم صفراً؟



A ☐

B ☐

C ☐

D ☐

تحقق من معلوماتك

أجب عن الأسئلة التالية:

1. في أي مكان يجب أن تُركل كرة القدم لتتطلق خلال الهواء من دون أن تنقلب من جانب إلى آخر؟

2. عندما تتأرجح ساقك من مفصل الفخذ لماذا يقل عزم القصور الذاتي الدوراني عند ثباتها؟

3. كيف يمكن مقارنة عزم الدوران مع اتجاه عقارب الساعة وعكس اتجاه عقارب الساعة في النظام المتر.

4. فسر لماذا لا تستطيع، عندما تكون ملاصقاً للحائط، أن تميل لتلمس أصابع قدميك من دون أن تنقلب. اعتمد في تفسيرك على المصطلحات التالية: مركز الثقل، المساحة الحاملة، العزوم.

5. ما هما الكميتان اللتان تؤثران في القصور الذاتي الدوراني؟

تحقق من مهاراتك

4. (أ) أحسب عزم قوة الدوران الناتج عن تأثير قوة عمودية مقدارها $(50)N$ عند نهاية مفتاح ربط طوله $(0.2)m$.

(ب) أحسب عزم قوة الدوران الناتج عن القوة $(50)N$ نفسها عند وصل الأنبوبة بمفتاح الربط بحيث يصبح الطول $(0.5)m$.

5. يُعلّق وعاء للزهور كتلته $(60)kg$ بحبل عديم الكتلة، ثم يمرّ هذا الحبل في تجويف لبكرة قطرها $(0.60)m$ كما هو موضح في الشكل التالي. أحسب العزم الناتج عن وزن الوعاء بالنسبة إلى محور البكرة.

1. كمية الحركة الخطية

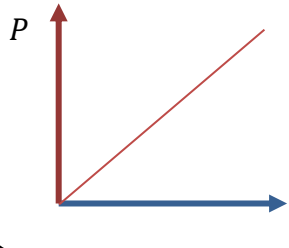
أيهما أصعب إيقاف شاحنة كبيرة أم سيارة صغيرة تسير بنفس السرعة ولماذا ؟
الشاحنة لأن القصور الذاتي الخطي لها أكبر
كمية الحركة الخطية:

$$\vec{P} = m \vec{v}$$

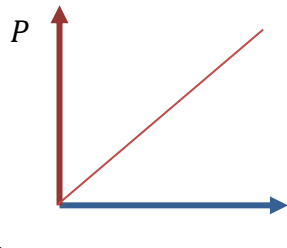
هي القصور الذاتي للجسم المتحرك ((حاصل ضرب الكتلة في متجه السرعة))



ارسم الخطوط البيانية المعبرة عن العلاقة بين مقدار كمية الحركة الخطية وكل مما حدد على الشكل



ميل الخط البياني يمثل السرعة



ميل الخط البياني يمثل...الكتلة



استنتج وحدة قياس كمية الحركة الخطية
 $kg.m/s$.

عدد العوامل التي تتوقف عليها كمية الحركة الخطية
1- كتلة الجسم

2- السرعة الخطية المتجهة

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما:

1- كمية الحركة الخطية تعتبر كمية متجهة

لأنها تنتج من حاصل ضرب كمية عددية في كمية متجهة

2- اتجاه كمية الحركة الخطية هو نفس اتجاه السرعة الخطية

لأن الكتلة كمية عددية موجبة دائما

3- السيارة الأبطأ سيكون إيقافها أسهل من السيارة الأسرع التي تملك نفس الكتلة

لأنها تملك كمية حركة (قصور ذاتي خطي) أقل فبثبات الكتلة فإن $\downarrow P \propto \downarrow v$

4- إيقاف شاحنة كبيرة أصعب من إيقاف سيارة صغيرة تسير بنفس السرعة

لأنها تملك كمية حركة (قصور ذاتي خطي) أكبر فبثبات السرعة فإن $\uparrow P \propto \uparrow m$

قارن بين كمية الحركة الخطية و طاقة الحركة للجسم

من حيث	كمية الحركة الخطية	طاقة الحركة
الرمز	$\vec{P}$	KE
وحدة القياس	$kg.m/s$	J
العلاقة الرياضية	$\vec{P} = m \vec{v}$	$KE = \frac{1}{2} m v^2$
العوامل	الكتلة - السرعة الخطية المتجهة	الكتلة - السرعة الخطية
نوع الكمية الفيزيائية	متجهة	عددية

ملاحظة : $Km/h \rightarrow m/s (\div 3.6)$

حل المسائل التالية

المسألة الأولى: سيارة كتلتها 800 Kg تتحرك بخط مستقيم وبسرعة ثابتة مقدارها 108 Km/h المطلوب

1- احسب كمية حركتها الخطية



$$P = m v = 800 \times 30 = 24000 \text{ Kg.m/s}$$

2- الطاقة الحركية

$$KE = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 800 \times 30^2 = 360000 \text{ J}$$

المسألة الثانية : جسم يتحرك بخط مستقيم وبسرعة ثابتة فكان يمتلك طاقة حركية 75 J ومقدار كمية حركته تساوي 30 Kg.m/s المطلوب :

1- سرعة الجسم

$$KE = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m v v = \frac{1}{2} P v \therefore KE = \frac{P v}{2} \Rightarrow v = \frac{2KE}{P} = \frac{2 \times 75}{30} = 5 \text{ m/s}$$

2- كتلة الجسم

$$P^2 = m^2 v^2 = 2m \cdot \frac{1}{2} m v^2 = 2m KE \therefore KE = \frac{P^2}{2m} \Rightarrow m = \frac{P^2}{2KE} = \frac{30^2}{2 \times 75} = 6 \text{ Kg.}$$

أجب عن الأسئلة التالية:

1- متى يتساوى مقدار كمية الحركة الخطية والطاقة الحركية لجسم

عندما يكون مقدار السرعة $v = 2 \text{ m/s}$

2- هل يملك جسمان كمية الحركة نفسها إذا امتلکا مقدار الطاقة الحركية نفسه

ليس بالضرورة

ملاحظة : كمية الحركة بالنسبة لنظام مؤلف من عدة كتل نقطية :

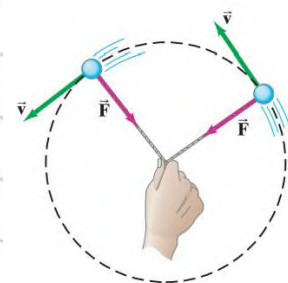
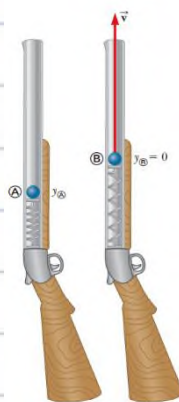
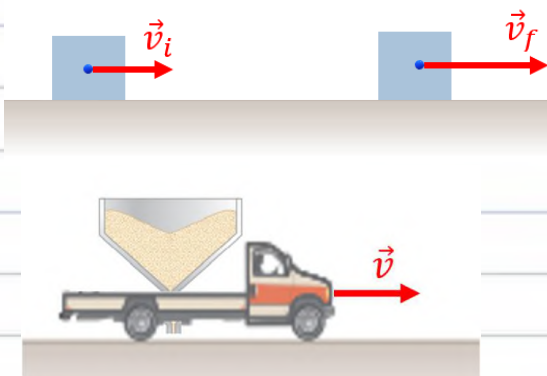
فإن كمية الحركة الخطية للنظام تساوي حاصل جمع المتجهات لكمية الحركة لجميع الكتل النقطية

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

2. الدفع يغير كمية الحركة الخطية

$$\vec{P} = m \vec{v}$$

كيف يمكن تغيير كمية الحركة للجسم



ملاحظات:

1. تغيير السرعة المتجهة يؤدي إلى حدوث عجلة أي وجود قوة تؤثر في الجسم المتحرك وتغير كمية الحركة الخطية
2. كلما كان تأثير القوة أكبر كلما يعني تغيير أكبر في سرعة الجسم وهذا يعني حدوث تغيير أكبر في كمية الحركة
3. كلما كانت مدة تأثير القوة أكبر كلما كان التغيير في كمية الحركة أكبر
4. غالبا الكتلة لا تتغير



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

الدفع : هو حاصل ضرب مقدار القوة المؤثرة في جسم في زمن تأثيرها

ماهي وحدة قياس الدفع في النظام الدولي للوحدات

N.s

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

1. يعتبر الدفع كمية متجهة

لأنه ينتج من حاصل ضرب كمية عددية في كمية متجهة

2. اتجاه الدفع دائما اتجاه القوة المؤثرة

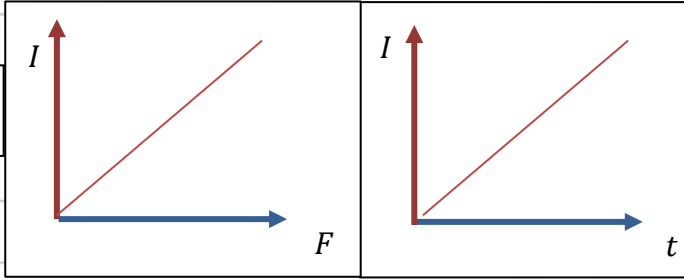
لأن الزمن كمية عددية موجبة دائما

عدد العوامل التي يتوقف عليها الدفع (تغير كمية الحركة)

1- القوة المؤثرة

2- زمن تأثير القوة

ارسم الخطوط البيانية المعبرة عن العلاقة بين مقدار الدفع وكل مما حدد على الشكل



ميل الخط البياني يمثل.....t

ميل الخط البياني يمثل.....F



التمثيل البياني للدفع

س_ صف ماذا يحدث للكرة عندما تتلقى دفعا من قدم اللاعب

تزداد مقدار القوة حتى تبلغ قيمة عظمى ثم تقل حتى تصبح صفرا لحظة انفصال الكرة عن قدم

اللاعب

متوسط القوة : القوة الثابتة التي إذا أثرت في الجسم للفترة الزمنية

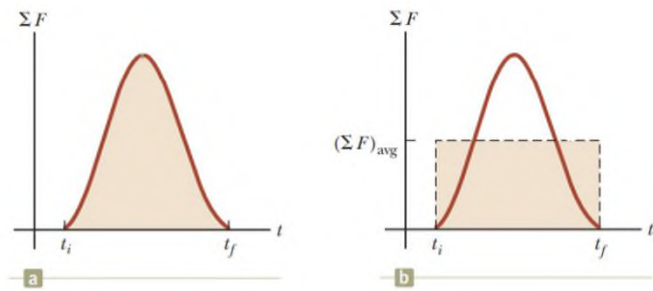
نفسها لأحدثت الدفع نفسه الذي تحدثه القوة المتغيرة

ملاحظة: القوة المسببة للدفع سنعتبرها دائما هي متوسط القوة

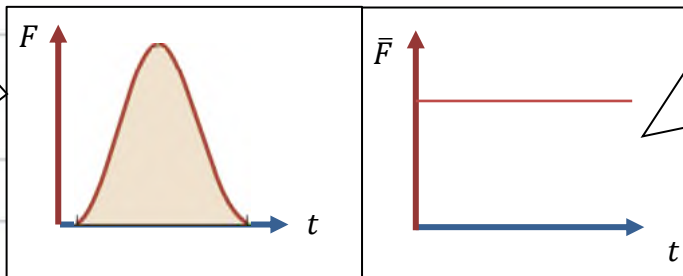
وليس القوة المتغيرة

ماذا تمثل المساحة تحت منحنى (القوة - الزمن) في الشكل

المجاور تمثل الدفع عدديا



العلاقة بين القوة المؤثرة في كرة القدم وزمن تأثيرها من لحظة اصطدام قدم اللاعب بالكرة إلى لحظة انفصال الكرة عن قدم اللاعب



العلاقة بين متوسط القوة وزمن تأثيرها

حل التمارين التالية:

التمرين الأول: من خلال المعطيات المدونة على الشكل المطلوب

1- احسب الدفع الذي تلقاه الجسم خلال الحركة.

$$I = (6 - 1) \times 10 = 50 \text{ N.s}$$

2- كم يساوي تغير كمية الحركة للجسم خلال الحركة.

$$\Delta P = I = 50 \text{ Kg.m/s.}$$

التمرين الثاني: من خلال المعطيات المدونة على الشكل المطلوب

احسب الدفع الكلي الذي تلقاه الجسم خلال الحركة

$$I = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 40 + 0.5 \times 40 + \frac{1}{2} \times 0.5 \times 40 = 40 \text{ N.s}$$

أثبت أن الدفع يساوي تغير كمية الحركة منطلقا من قانون نيوتن الثاني

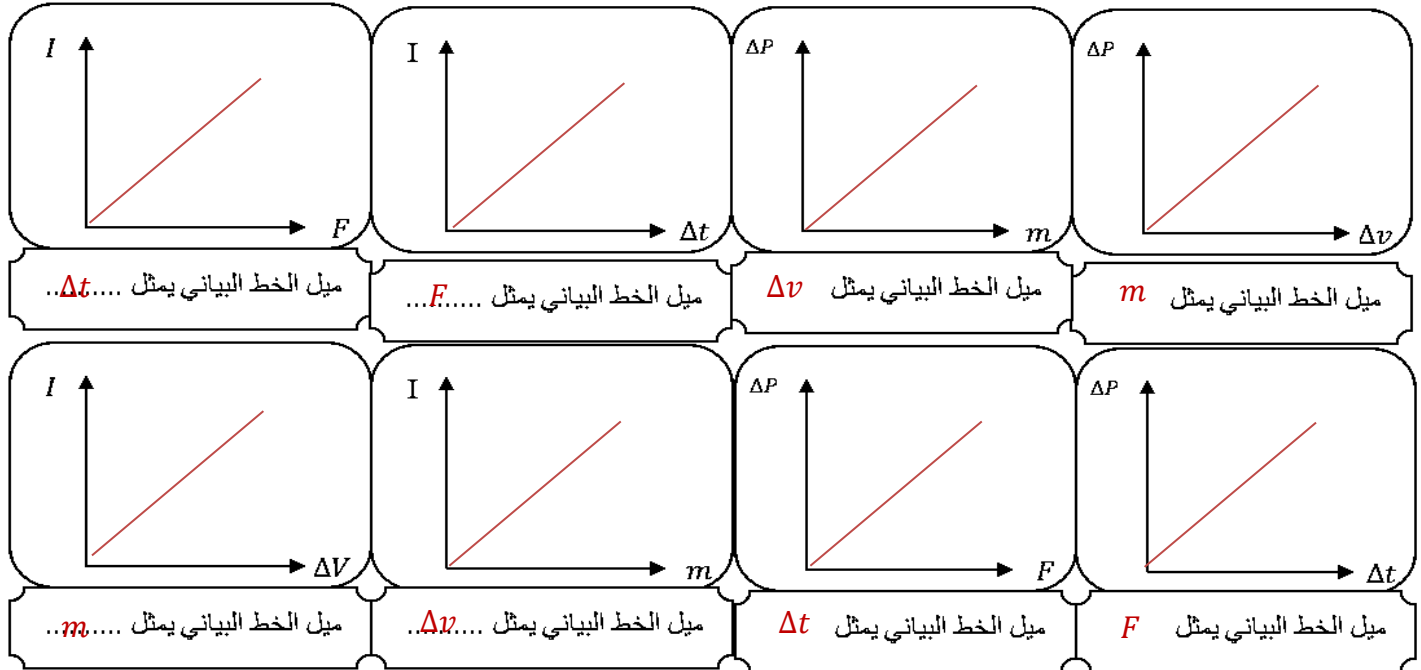
$$F = ma \Rightarrow F \Delta t = ma \Delta t \Rightarrow F \Delta t = m(v_2 - v_1) \Rightarrow I = \Delta P$$

أثبت أن القوة تساوي معدل تغير كمية الحركة بالنسبة للزمن منطلقا من قانون نيوتن الثاني

$$F = ma \Rightarrow F = \frac{ma \Delta t}{\Delta t} \Rightarrow F = \frac{m(v_2 - v_1)}{\Delta t} = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

القوة: المعدل الزمني للتغير في كمية الحركة

أرسم الخطوط البيانية المعبرة عن كل مما يلي



3. القانون الثاني لنيوتن

نطلقا من القانون الثاني لنيوتن في الحركة المعجلة بخط مستقيم $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ أثبت أن محصلة القوى الخارجية

المؤثرة في النظام تساوي مشتق كمية الحركة الخطية بالنسبة للزمن

$$\sum F = ma \Rightarrow \sum F = m \frac{dv}{dt} \Rightarrow \sum F = \frac{d(mv)}{dt} = \frac{dP}{dt}$$

ماذا نستنتج : محصلة القوى الخارجية المؤثرة في النظام تساوي مشتق كمية الحركة بالنسبة للزمن

ملاحظة : بثبات تغير كمية الحركة فإن مقدار القوة المؤثرة

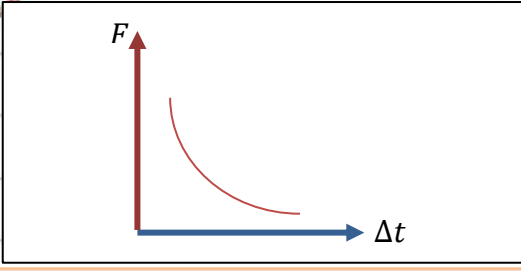
$$\uparrow F \propto \frac{1}{\downarrow \Delta t}$$

تتناسب عكسيا مع زمن تأثيرها

فإذا حدث تغير كمية الحركة

أ- خلال زمن قصير كانت القوة المؤثرة كبيرة

ب- خلال زمن طويل كانت القوة المؤثرة صغيرة



ارسم الخط البياني المعبر عن تغير القوة المؤثرة وزمن تأثيرها عند ثبات تغير كمية الحركة الخطية

سؤال : صف ماذا يحدث للسيارة في الحالتين الموضحتين

بالشكل المجاور وفسر ذلك فيزيائيا علما أن السيارة ذاتها في الحالتين ولها نفس السرعة عند الاصطدام



الحدث: السيارة التي تصطم بالحائط تتضرر بشكل أكبر

التفسير: لأن تغير كمية الحركة ذاته في الحالتين لكن حدث في الحالة الثانية بزمن أقل فكانت القوة المؤثرة على السيارة أكبر

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

1- الجسم الذي يتحرك بسرعة ثابتة وبخط مستقيم لا يخضع لأي دفع

لأن السرعة ثابتة المقدار الاتجاه فتغيرها صفر فالعجلة تساوي الصفر ومنه فإن القوة تساوي الصفر فلا تتلقى السيارة أي دفع

2- توضع في السيارات الحديثة حقيبة هوائية

لزيادة زمن التلامس فتكون القوة المؤثرة على السائق أو الركاب صغيرة



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

لزيادة زمن التلامس فتكون القوة المؤثرة على السيارة صغيرة



ملاحظات لحل المسائل :

1- كمية الحركة كمية متجهة اتجاهها مع اتجاه السرعة الخطية $\vec{P} = m \vec{v}$

2- الدفع كمية متجهة واتجاهه يكون مع اتجاه القوة المؤثرة $\vec{I} = \vec{F} \Delta t$

3- الدفع يساوي تغير كمية الحركة الخطية يكون له نفس مقدارها ونفس الاتجاه

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

العلاقة التي يمكن حساب القوة منها

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

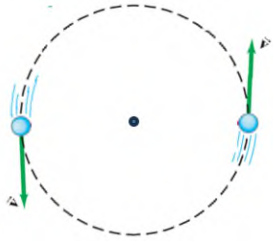
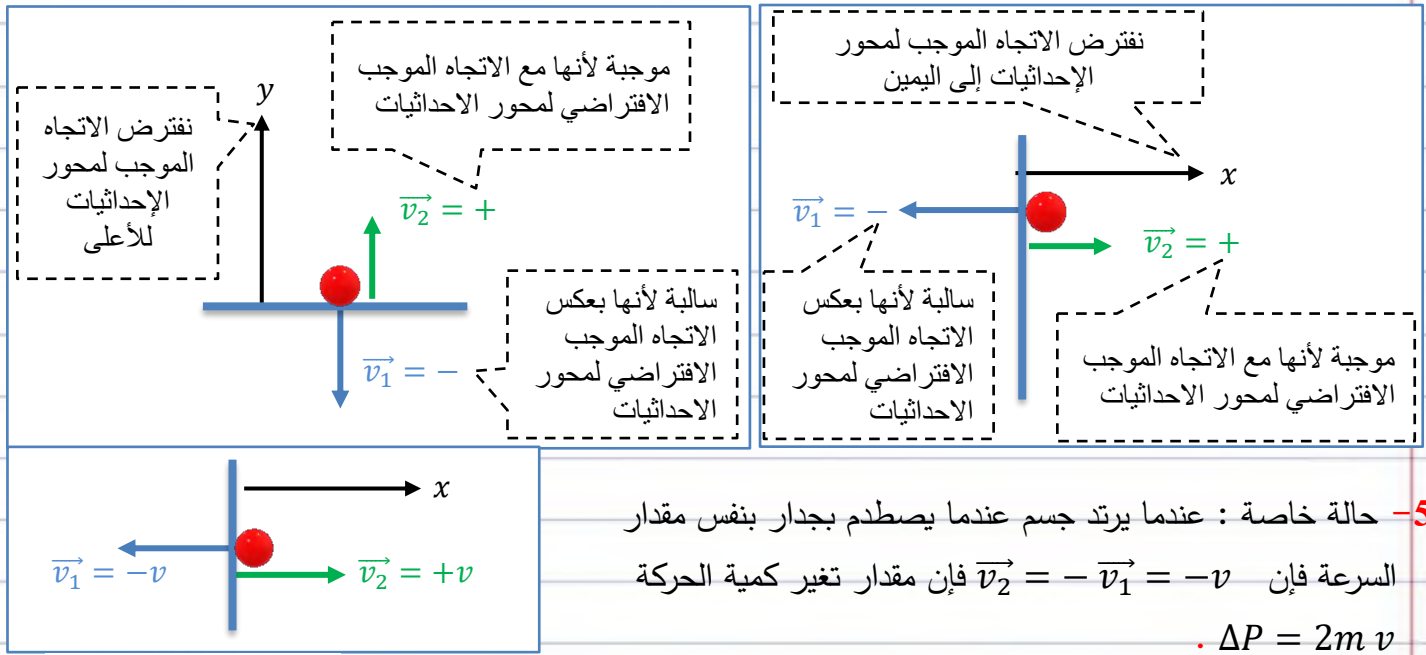
$$\vec{I} = \Delta \vec{P}$$

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

$$\Delta \vec{P} = m \Delta \vec{v}$$

$$\Delta \vec{P} = m(\vec{v}_2 - \vec{v}_1)$$

4- عندما يرتد جسم عندما يصطدم بجدار أو حاجز فإن اتجاه السرعة يتغير وبالتالي علينا الانتباه لاتجاه السرعة قبل الارتداد وبعده



6- إذا تحرك جسم حركة دائرية منتظمة فإن مقدار تغير كمية حركته خلال نصف دورة $\Delta P = 2mv$.

حل المسائل التالية:

المسألة الأولى: سيارة كتلتها 5 Kg تتحرك بسرعة ثابتة 5 m/s وبخط مستقيم أثرت عليها قوة ثابتة المقدار مقدارها 10 N ازدادت سرعتها لتصبح 15 m/s أوجد كلا مما يلي

1. تغير كمية الحركة الخطية

$$\Delta P = m(v_2 - v_1) = 5 \times (15 - 5) = 50\text{ Kg.m/s}.$$

2. الدفع الذي تلقتة

$$I = \Delta P = 50\text{ N.s}.$$

3. زمن تأثير القوة

$$\Delta t = \frac{\Delta P}{F} = \frac{50}{10} = 5\text{ s}$$

المسألة الثانية: كتلة نقطية مقدارها 1 Kg تتحرك بسرعة منتظمة مقدارها 10 m/s في الاتجاه الموجب للمحور (x) أثرت قوة منتظمة على الجسم لمدة 4 s فخفضت السرعة إلى 2 m/s من دون تغير اتجاهها المطلوب:

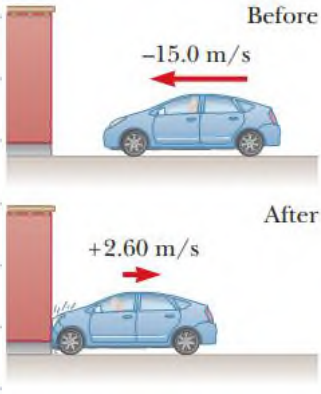
1. ما هو مقدار كمية الحركة للكتلة قبل تأثير القوة وبعده؟

$$P_1 = mv_1 = 1 \times 10 = 10\text{ Kg.m/s} \quad P_2 = mv_2 = 1 \times 2 = 2\text{ Kg.m/s}$$

2. احسب مقدار الدفع على الكتلة

$$I = \Delta P = P_2 - P_1 = 2 - 10 = -8\text{ N.s}.$$

3. ماهي مقدار القوة المؤثرة على الجسم واتجاهها؟ $F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{-8}{4} = -2\text{ N}$ واتجاهها بعكس الاتجاه الموجب للمحور x



المسألة الثالثة: اصطدمت سيارة كتلتها 1 Kg مع جدار كما في الشكل المجاور كانت سرعتها الابتدائية $(-15)\text{ m/s}$ والنهائية $(2.6)\text{ m/s}$ إذا استغرق الاصطدام 0.15 s المطلوب

1. الدفع الذي نتج عن التصادم

$$I = \Delta P = m(v_2 - v_1) = 1 \times [2.6 - (-15)] = 17.6\text{ N.s.}$$

2. متوسط القوة المسلطة على السيارة .

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{17.6}{0.15} = 117.33\text{ N}$$

المسألة الرابعة: ركل لاعب كرة كتلتها $g(350)$ تتحرك بسرعة 0.5 m/s فأصبحت سرعتها بعد الركل مباشرة 4.5 m/s وفي نفس الاتجاه فإذا كان زمن تلامس قدم اللاعب بالكرة 0.14 s فما مقدار متوسط قوة دفع قدم اللاعب للكرة

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{m(v_2 - v_1)}{\Delta t} = \frac{0.35 \times (4.5 - 0.5)}{0.14} = 10\text{ N.}$$

المسألة الخامسة: سيارة كتلتها 1000 Kg تتحرك بخط مستقيم وبسرعة مقدارها 15 m/s تعرضت السيارة لقوة احتكاك ثابتة لمدة 5 s أدت إلى انخفاض سرعة السيارة لتصبح 2.6 m/s المطلوب احسب كلا مما يلي

1. الدفع الذي تلقته السيارة

$$I = \Delta P = m(v_2 - v_1) = 1000 \times (2.6 - 15).$$

$$I = \Delta P = -12400\text{ N.s.}$$

2. الشغل المبذول على السيارة خلال الفترة السابقة (بإهمال مقاومة الهواء)

$$W = \Delta KE = \frac{1}{2} m(v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} \times 1000 \times (2.6^2 - 15^2) = -109120\text{ J.}$$

3. مقدار القوة المؤثرة على السيارة

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{12400}{5} = 2480\text{ N}$$

المسألة السادسة: جسم كتلته $g(200)$ يتحرك بخط مستقيم وتم رسم الخط البياني التالي المعبر عن تغير السرعة والزمن والمطلوب احسب:

1. تغير كمية الحركة

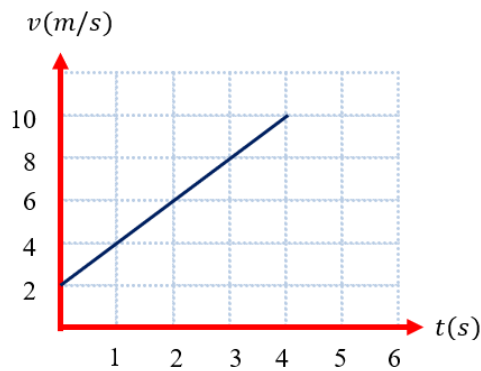
$$\Delta P = m(v_2 - v_1) = 0.2 \times (10 - 2) = 1.6\text{ Kg.m/s}$$

2. الدفع الذي تلقاه الجسم

$$I = \Delta P = 1.6\text{ N.s}$$

3. القوة المؤثرة على الجسم

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{1.6}{4} = 0.4\text{ N}$$



مراجعة الدرس 3- 1

أولاً- عرف كمية الحركة الخطية لكتلة نقطية m

هي القصور الذاتي للجسم المتحرك ((حاصل ضرب الكتلة في متجه السرعة))

ثانياً- عرف الدفع على الكتلة النقطية

هو حاصل ضرب مقدار القوة المؤثرة في زمن تأثيرها

ثالثاً- استخدم قانون نيوتن الثاني $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ لنستنتج معادلة تربط بين

(أ) القوة و تغير كمية الحركة

$$.F = ma \Rightarrow F = m \frac{dv}{dt} \Rightarrow F = \frac{d(mv)}{dt} = \frac{dP}{dt}$$

(ب) الدفع وتغير كمية الحركة

$$.F = ma \Rightarrow F\Delta t = ma\Delta t \Rightarrow F\Delta t = m(v_2 - v_1) \Rightarrow I = \Delta P$$

رابعاً- جسم ساكن كتلته $(100)g$ تعرض لقوة مقدارها $(100)N$ لفترة زمنية مقدارها $(0.01)s$

(أ) احسب التغير في كمية الحركة

$$. \Delta P = I = F\Delta t = 100 \times 0.01 = 1 \text{ Kg.m/s}$$

(ب) احسب سرعته النهائية

$$. \Delta P = m(v_2 - v_1) \Rightarrow 1 = 0.1 \times (v_2 - 0) \Rightarrow v_2 = 10 \text{ m/s}$$

خامساً: أثرت قوة مقدارها $(30000)N$ لمدة $(4)s$ في كتلة كبيرة مقدارها $(950)Kg$ احسب كلا مما يلي

(أ) مقدار الدفع على الكتلة

$$. I = F\Delta t = 30000 \times 4 = 120000 \text{ N.s}$$

(ب) التغير في كمية الحركة

$$. \Delta P = I = 120000 \text{ Kg.m/s}$$

(ت) التغير في متجه السرعة

$$. \Delta P = m\Delta v \Rightarrow 120000 = 950 \times \Delta v \Rightarrow \Delta v = 126.31 \text{ m/s}$$

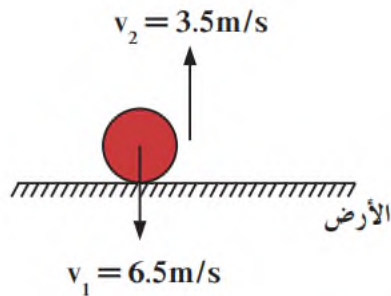
سادساً: كرة كتلتها $(0.2)Kg$ إذا كانت سرعتها لحظة اصطدامها بالأرض تساوي $(6.5) m/s$ وسرعة ارتدادها

تساوي $(3.5) m/s$ احسب

1- مقدار الدفع وحدد اتجاهه

$$. I = \Delta P = m(v_2 - v_1) = 0.2 \times [3.5 - (-6.5)] = 2 \text{ N.s}$$

اتجاهه للأعلى



2- القوة المؤثرة في الأرض نتيجة هذا الاصطدام إذا استمر $(0.025)s$

$$. F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{2}{0.025} = 80 \text{ N}$$

1. حفظ كمية الحركة



1- ماذا سيحدث للسيارة المعطلة عندما تدفع كرسي السائق وانت جالس في الكرسي خلفه

أ- الحدث: لا يحدث شيء (لا تتحرك)

ب- التفسير: لأن القوة المؤثرة قوة داخلية

ت- كيف يمكنك تحريك السيارة ماذا ستفعل: تترجل من السيارة وتدفعها

2- ماذا يحدث لمتزلج يقف على زلاجة في حالة سكون ويحمل جسما له كتلة عندما يقذف هذا الجسم الى الأمام او الخلف

أ- الحدث: يتحركان باتجاهين متعاكسين

ب- التفسير: لأن كل منهما تلقى دفعا من الآخر

ت- كرر المحاولة مع الحركة

ت- الحدث: تتغير سرعة كلا منهما

3- هل لقوى التفاعل بين الجزيئات الموجودة داخل كرة القدم في الشكل المجاور تأثير على تغير سرعة

وكمية حركة الكرة فسر إجابتك

لا لأنها قوى داخلية

الاستنتاج : ((لا يحدث تغير في كمية الحركة إلا في وجود محصلة قوى خارجية مؤثرة على الجسم أو النظام))

النظام المعزول: هو نظام تكون فيه محصلة القوى الخارجية المؤثرة فيه تساوي الصفر

نتائج هامة

1- من القانون الثاني لنيوتن تعلمنا أنه لتعجيل الجسم يتطلب وجود محصلة قوى خارجية تؤثر في الجسم

2- لإحداث تغير في كمية حركة جسم يجب أن يخضع لدفع يؤثر به

3- القوى والدفع يبذلان من شيء خارج الجسم

4- لإحداث تغير في كمية الحركة أو بذل شغل لا بد من وجود قوى خارجية حتما

5- القوى الداخلية لا تحدث شغلا ولا تغير من كمية الحركة أو السرعة وذلك حسب القانون الثالث لنيوتن فإن القوى

الداخلية تتواجد على شكل زوج من القوى المتزنة يلغى تأثيرها داخل الجسم

6- القوى الداخلية في النظام هي نتيجة التفاعل بين مكونات النظام

تقسم القوى المؤثرة في النظام

قوى خارجية

قوى داخلية

$$\sum \vec{F}_{ext} \neq 0$$

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

النظام غير معزول

النظام معزول

$$\vec{a} = 0$$

$$\vec{v} = \text{ثابت}$$

$$\vec{P} = \text{ثابت}$$

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

$$\vec{I} = 0$$

لا تبذل شغلا ولا تغير من كمية الحركة

حسب القانون الثالث لنيوتن فإن القوى الداخلية تتواجد على شكل زوج من القوى المتزنة يلغى تأثيرها داخل الجسم

الجسم سيكتسب عجلة

سرعة الجسم ستتغير

كمية الحركة غير محفوظة

أثبت أن كمية الحركة محفوظة في النظام المعزول ثم أكتب نص قانون حفظ كمية الحركة

$$\sum \vec{F}_{ext} = 0 \Rightarrow ma = 0 \Rightarrow \frac{m\Delta v}{\Delta t} = 0 \Rightarrow \frac{\Delta(mv)}{\Delta t} = 0 \Rightarrow \frac{\Delta P}{\Delta t} = 0 \Rightarrow \Delta P = 0 \Rightarrow P_f = P_i.$$

قانون حفظ كمية الحركة الخطية: كمية حركة النظام في غياب القوى الخارجية المؤثرة تبقى ثابتة ومنتظمة ولا تتغير

ما الشرط الضروري توفره لتكون كمية الحركة محفوظة

أن يكون النظام معزول أي محصلة القوى الخارجية عليه تساوي الصفر

أجب عن الأسئلة التالية:

1- ماذا يحدث لكمية الحركة لسيارة تتحرك بخط مستقيم وبسرعة ثابتة إذا تعرضت أثناء حركتها لقوة احتكاك

الحدث: تقل

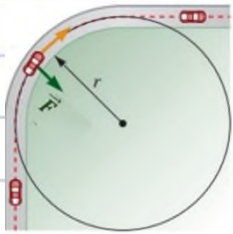


التفسير: لأن قوة الاحتكاك بعكس اتجاه الحركة فتصبح محصلة

القوى الخارجية بعكس اتجاه الحركة فتصبح الحركة تباطؤ

2- ماذا يحدث لكمية الحركة الخطية لسيارة تتحرك بخط مستقيم وبسرعة ثابتة دخلت بهذه السرعة

منعطفًا دائريًا وحافظت على مقدار السرعة عندما تحركت على المنعطف



الحدث: تحافظ على مقدارها لكن يتغير اتجاهها لحظيًا

التفسير: بسبب وجود قوة جاذبة مركزية

هل بقيت كمية الحركة محفوظة؟ لا

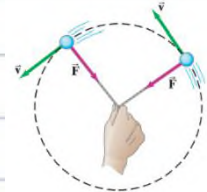
نستنتج أنه: عندما تؤثر قوى خارجية في حركة نظام معين تجعل هذا النظام يتصف بعدم حفظ كمية الحركة الخطية

وذلك يكون بسبب تغير مقدار السرعة أو اتجاهها أو كلاهما

أمثلة

جسم يتحرك بسرعة متجهة منتظمة تعرض لقوة احتكاك

جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة



علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

1- القوى الداخلية لا تبذل شغلا على الجسم ولا تغير من كمية حركة الجسم أو سرعته

حسب القانون الثالث لنيوتن فإن القوى الداخلية تتواجد على شكل زوج من القوى المتزنة يلغى تأثيرها داخل الجسم

2- عندما يخضع النظام لقوى خارجية فإن النظام يتصف بعدم حفظ كمية الحركة

لأن القوة الخارجية ستكسب الجسم عجلة مما يجعل سرعة الجسم تتغير وبالتالي ستتغير كمية الحركة حتما

3- الأنظمة مثل النشاط الإشعاعي للذرات - تصادم السيارات - انفجار النجوم - التفاعل بين جزيئات الغاز تتصف

بحفظ كمية الحركة

لأن القوة المؤثرة هي قوى داخلية + إجابة علل 1

4- كمية الحركة الخطية لقمر صناعي يدور حول الأرض بسرعة خطية ثابتة المقدار تكون غير محفوظة

لأن اتجاه السرعة الخطية متغير لحظيًا بسبب وجود قوة جاذبة مركزية



2. سرعة ارتداد المدفع

أعطي تفسيراً علمياً صحيحاً لكل مما يأتي

1- كيف تنطلق القذيفة من السلاح الناري؟

عندما تنفجر حشوة البارود يتولد غاز ضغطه عال ودرجة حرارته عالية يدفع الجدران الداخلية للسلاح والطلقة فتندفع الطلقة للأمام والسلاح يرتد إلى الخلف

2- يعتبر النظام المؤلف من (مدفع - قذيفة) نظاماً معزولاً (كمية الحركة الخطية محفوظة) قبل إطلاق القذيفة

لأن محصلة القوى الخارجية عليه صفر فهو يخضع لوزنه للأسفل ورد فعل الأرض عليه للأعلى وهما قوتان متساويتان مقداراً متعاكستان اتجاههما

3- لحظة إطلاق القذيفة يعتبر النظام المؤلف من (مدفع - قذيفة) نظاماً معزولاً (كمية الحركة الخطية محفوظة)

لأن قوى الانفجار قوى داخلية وتبقى محصلة القوى الخارجية عليه صفر فهو يخضع لوزنه ورد فعل الأرض عليه وهما قوتان متساويتان مقداراً متعاكستان اتجاههما

4- خلال الانفجار في النظام (مدفع - قذيفة) لا يتغير مركز ثقل النظام

لأن قوى الانفجار قوى داخلية فهي لا تغير مركز الثقل

استنتج العلاقة الرياضية التي تعطي سرعة ارتداد قذيفة المدفع

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

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

$$\therefore \vec{P}_i = 0$$

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

إشارة السالب تدل على أن اتجاه ارتداد المدفع بعكس اتجاه انطلاق الطلقة

علل لما يأتي تعليلاً علمياً سليماً

1. سرعة ارتداد السلاح الناري أقل من سرعة انطلاق الطلقة

لأن كمية الحركة محفوظة $m_2 \vec{v}_2' = -m_1 \vec{v}_1'$ وكتلة السلاح أكبر من كتلة الطلقة

2. يصنع السلاح الناري عادة بحيث تكون كتلته أكبر بكثير من كتلة القذيفة

حتى تكون سرعة ارتداد السلاح صغيرة جداً

ملاحظة: إذا تدافع جسمان فإنه

1- يتلقى الجسمان نفس مقدار الدفع ولكن باتجاهين متعاكسين

$$\vec{I}_{1-2} = -\vec{I}_{2-1}$$

2- تغير كمية الحركة للجسمين متساويان بالمقدار متعاكسان بالاتجاه

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

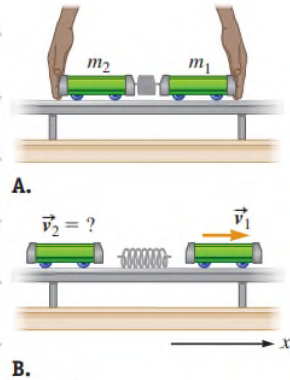
3- تغير كمية الحركة لجملة الجسمين المتدافعين تساوي الصفر

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

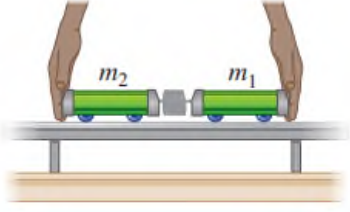
4- يتحرك الجسمان بسرعتين مختلفتين بالمقدار فالجسم الأكبر كتلة يتحرك بسرعة أقل

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

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



التفسير في التمرين



ماذا سيحدث لركابيين في المختبر وضعا على وسادة هوائية- لإهمال الاحتكاك - وضع بينهما نابض وتم ضغطه بين الركابيين كما في الشكل في المجاور عند ابعاد اليدين في الحالات التالية

$$m_1 = m_2 \quad -1$$

الحدث: يتحركا باتجاهين متعاكسين وبنفس مقدار السرعة

التفسير: لأن كمية الحركة محفوظة $m_2 \vec{v}_2' = -m_1 \vec{v}_1'$ ولهما نفس الكتلة

$$m_1 > m_2 \quad -2$$

الحدث: يتحركا باتجاهين متعاكسين وسرعة الجسم الثاني أكبر

التفسير: لأن كمية الحركة محفوظة $m_2 \vec{v}_2' = -m_1 \vec{v}_1'$ و $m_1 > m_2$

حل الأمثلة التالية:

مثال (1): انفجر جسم كتلته $g (200)$ وانقسم إلى قسمين متساويين احسب سرعة الجزء الثاني منه إذا كانت

سرعة الجزء الأول $v_1' = (-0.1) m/s$ على المحور الأفقي بالاتجاه السالب

$$v_2' = -\frac{m_1 v_1'}{m_2} = -\frac{0.1 \times (-0.1)}{0.1} = 0.1 m/s$$

مثال (2): يقف رجل كتلته $kg (60)$ على عربة خشبية لها عجلات كتلتها

$kg (120)$ كما في الشكل المجاور فإذا خطا بعيدا عن العربة باتجاه الرصيف

بسرعة $m/s (4)$ كم ستبلغ سرعة العربة الخشبية بعد قفز الرجل مباشرة

$$v_2' = -\frac{m_1 v_1'}{m_2} = -\frac{60 \times 4}{120} = -2 m/s$$

مثال (3): تتطلق قذيفة كتلتها $g (50)$ من فوهة بندقية بسرعة $m/s (200)$

وكانت كتلة البندقية $kg (8)$ اوجد

1- سرعة ارتداد البندقية

$$v_2' = -\frac{m_1 v_1'}{m_2} = -\frac{0.05 \times 200}{8} = -1.25 m/s$$

2- كمية الحركة للقذيفة

$$P_1' = 0.05 \times 200 = 10 kg.m/s$$

مثال (4): يقف أب كتلته $kg (60)$ وولد كتلته $kg (30)$ على أرضية صالة التزلج فيدفع الأب ابنه بقوة

$N (500)$ فتتحرك الولد بسرعة $m/s (5)$ احسب السرعة التي يتحرك بها الأب

$$v_2' = -\frac{m_1 v_1'}{m_2} = -\frac{30 \times 5}{60} = -2.5 m/s$$

مثال (5): كتلتان نقطيتان مقداريهما على التوالي $kg (1) m_1$ و $kg (2) m_2$ مربوطتان بخيط من

النايلون تضغطان زنبركا بينهما وموضوع على سطح أفقي أملس عديم الاحتكاك عند حرق الخيط يتحرر الزنبرك

وتتحرك الكتلتين فتتحرك الكتلة الأولى بسرعة $v_1' = (1.8) m/s$ على المحور الأفقي $x'x$ بالاتجاه الموجب بينما

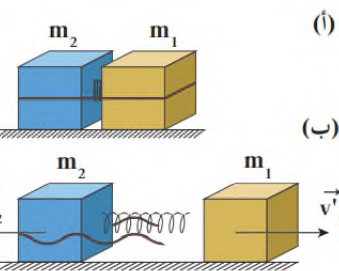
تتحرك الكتلة الثانية بسرعة متجهة $\vec{v}_2'$ كما في الشكل

أ- هل كمية حركة النظام محفوظة؟ علل اجابتك

نعم لأن قوة الزنبرك قوى داخلية ومحصلة القوى الخارجية صفر لأن الوزن يساوي رد الفعل

ب- احسب السرعة المتجهة $\vec{v}_2'$ للكتلة الثانية (مقدارا واتجاها)

$$v_2' = -\frac{m_1 v_1'}{m_2} = -\frac{1 \times 1.8}{2} = -0.9 m/s$$



3. التصادمات

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

1- يعتبر النظام المؤلف من الأجسام المتصادمة نظاما معزولا

لأن التصادمات غالبا ما تستمر لفترة زمنية قصيرة جدا فيمكن اهمال القوى الخارجية بالمقارنة مع القوة الداخلية المسببة للتصادم

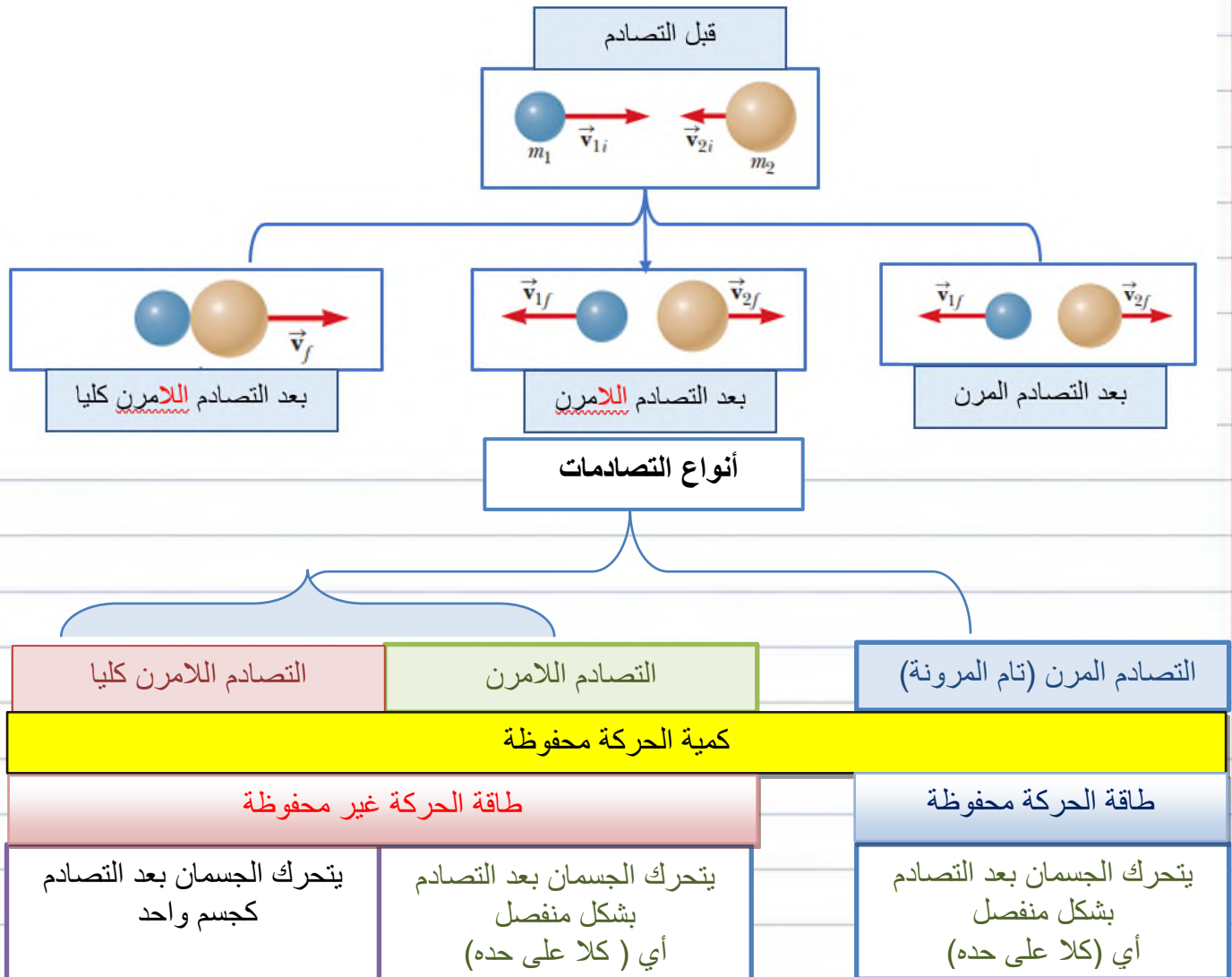
2- يعتبر النظام المنفجر نظاما معزولا

لأن الانفجار يحدث خلال فترة زمنية قصيرة جدا فيمكن اهمال القوى الخارجية بالمقارنة مع القوة الداخلية الهائلة المسببة للانفجار

3- كمية الحركة محفوظة في جميع أنواع التصادمات

لأن الأنظمة معزولة فتكون محصلة القوى الخارجية تساوي الصفر

4. أنواع التصادمات



التصادم المرن (تام المرونة)

التصادم المرن: نوع من أنواع التصادم يتلامس الجسمان المتصادمان لفترة زمنية صغيرة جدا ثم ينفصلان عن بعضهما بعد التصادم وتكون الطاقة الحركية محفوظة .

ويتصف التصادم المرن بما يلي :

1- كمية الحركة الخطية لجلة الجسمين المتصادمين محفوظة

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

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

2- طاقة الحركة لجلة الجسمين المتصادمين محفوظة

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

$$\frac{1}{2} m_1 (v_1')^2 + \frac{1}{2} m_2 (v_2')^2 = \frac{1}{2} m_1 (v_1)^2 + \frac{1}{2} m_2 (v_2)^2$$

3- لا يحدث تشوه في الأجسام المتصادمة و لا تتولد حرارة

ملاحظة : عند حل مسائل التصادم انتبه للسرعة عندما تعوض بها فهي قد تكون سالبة وقد تكون موجب

سرعة الجسم الأول بعد التصادم

سرعة الجسم الثاني بعد التصادم

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

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

$$\vec{v}_1' = \vec{v}_2$$

$$\vec{v}_2' = \vec{v}_1$$

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

$$\vec{v}_1' = \frac{(m_1 - m_2) \vec{v}_1}{(m_1 + m_2)}$$

يتبادلان السرعة بعد التصادم

أحد الجسمين ساكنا

$$v_2 = 0$$

الجسم الثاني سيتحرك باتجاه حركة الجسم الأول قبل التصادم أما اتجاه حركة الجسم الأول فله ثلاث حالات

حالات خاصة

1

الجسمان متساويان في الكتلة

$$m_1 = m_2$$

2

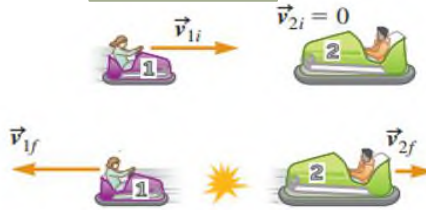
$$m_1 = m_2$$

$$m_1 < m_2$$

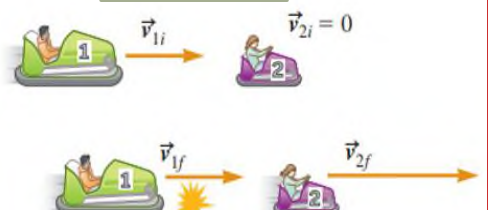
$$m_1 > m_2$$



الجسم الأول يتوقف عن الحركة والثاني تصبح له سرعة الجسم الأول قبل التصادم



ينعكس اتجاه حركة الجسم الأول (يرتد)



يستمر الجسم الأول بالحركة بنفس اتجاهه الأصلي

علل لما يأتي تعليلا علميا سليما

1- الطاقة الحركية محفوظة في التصادم المرن (تام المرونة)

لأنه لا يحدث تشوه للأجسام المتصادمة ولا تتولد حرارة

2- تصادم الجزيئات الصغيرة والذرات يعتبر تصادم مرن

لأن الطاقة الحركية محفوظة فلا يحدث تشوه للأجسام المتصادمة ولا تتولد حرارة

3- تصادم كرتين من المطاط يعتبر تصادم مرن (نفس إجابة 2)



حل المسائل التالية :

المسألة الأولى: يتحرك جسم كتلته 5 kg بسرعة 2 m/s شرقا فإذا تصادم في بعد واحد مع جسم آخر كتلته 3 kg بسرعة 2 m/s غربا ما سرعة كلا من الجسمين بعد التصادم (التصادم مرن كلياً)

$$v'_1 = \frac{2m_2v_2 + (m_1 - m_2)v_1}{(m_1 + m_2)} = \frac{2 \times 3 \times (-2) + (5 - 3) \times 2}{5 + 3} = -1\text{ m/s}$$

يتحرك باتجاه الغرب

$$v'_2 = \frac{2m_1v_1 - (m_1 - m_2)v_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{2 \times 5 \times 2 - (5 - 3) \times (-2)}{5 + 3} = 3\text{ m/s}$$

يتحرك باتجاه الشرق

(ب) التصادم اللامرن واللامرن كلياً

1- من الصفات المشتركة بين التصادم اللامرن والتصادم اللامرن كلياً أن طاقة الحركة غير محفوظة بينما كمية الحركة الخطية محفوظة

2- في التصادم اللامرن ترتد الأجسام المتصادمة بعد التصادم بعيداً عن بعضها البعض بسرعات مختلفة وبما أن كمية الحركة محفوظة تتحقق العلاقة التالية: $m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2 = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$

أما طاقة الحركة فتكون غير محفوظة $KE' < KE$

3- في التصادم اللامرن كلياً الأجسام تلتحم معا وتتحرك كجسم واحد بعد التصادم وتصبح لهما كتلة واحدة وسرعة واحدة

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

أما طاقة الحركة فتكون غير محفوظة $KE' < KE$

علل لماذا طاقة الحركة بعد التصادم أقل من طاقة الحركة قبل التصادم في التصادم اللامرن و اللامرن كلياً

((طاقة الحركة غير محفوظة في التصادم اللامرن واللامرن كلياً))

بسبب حدوث تشوه في شكل النظام وتحول جزء من الطاقة إلى حرارة

قارن بين أنواع التصادمات التالية

من حيث	التصادم المرن	التصادم اللامرن	التصادم اللامرن كلياً
كيف يتحرك الجسمان بعد التصادم	كلا على حدة	كلا على حدة	معا كجسم واحد
كمية الحركة لجملته الجسمين	محفوظة	محفوظة	محفوظة
طاقة الحركة لجملته الجسمين	محفوظة	غير محفوظة	غير محفوظة
النسبة بين طاقة الحركة لجملته الجسمين بعد التصادم إلى قبل التصادم	$\frac{KE'}{KE} = 1$	$\frac{KE'}{KE} < 1$	$\frac{KE'}{KE} < 1$

أجب عن الأسئلة التالية :

1- ماذا يحدث لسرعة ولحركة الجسمين إذا تصادم جسمان مختلفان بالكتلة في بعد واحد

أ- صدماً مرناً

الحدث: ترتد الأجسام المتصادمة بعيداً عن بعضها بسرعات مختلفة عن سرعاتها قبل التصادم

التفسير: لأن كمية الحركة محفوظة فيحدث انتقال أو إعادة توزيع لكمية الحركة بين الأجسام المتصادمة

ب- صدماً لا مرناً كلياً

الحدث: يتحركان كجسم واحد وبسرعة مختلفة عن سرعة كلا من الجسمين قبل التصادم

التفسير: لأنه يحدث التحام للأجسام المتصادمة

المُيسَّر في الفيزياء

2- ماذا يحدث لسرعة وحركة جسمين متساويين بالكتلة إذا تصادما في بعد واحد كما في الشكل المجاور:



أ- صدمتا مرنا

الحدث: يتبادلان سرعتيهما

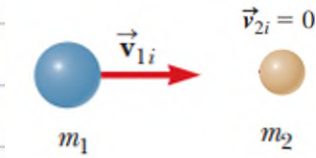
التفسير: لأن كمية الحركة محفوظة ومتساويان في الكتلة فيتم تبادل كمية الحركة الخطية بين الجسمين

$$\vec{v}_2' = \frac{2m\vec{v}_1 - (m-m)\vec{v}_2}{(m+m)} = \vec{v}_1, \quad \vec{v}_1' = \frac{2m\vec{v}_2 + (m-m)\vec{v}_1}{(m+m)} = \vec{v}_2$$

ب- صدمتا لا مرنا كلياً

الحدث: يتحركان كجسم واحد بسرعة أقل من سرعة أي منهما قبل التصادم

التفسير: لأن كمية الحركة محفوظة والجسمان يصبحان كجسم واحد



$\vec{v}_{2i} = 0$

3- ماذا يحدث إذا اصطدم جسم بجسم ساكن صدمتا مرنا في بعد واحد

أ- إذا كانت كتلة الجسم الصادم أكبر من كتلة الجسم المصدوم

الحدث: يتحركان في نفس الاتجاه وهو اتجاه حركة الجسم الصادم

التفسير: بسبب حفظ كمية الحركة يحدث إعادة توزيع لكمية الحركة الخطية



$\vec{v}_{2i} = 0$

ب- إذا كانت كتلة الجسم الصادم أصغر من كتلة الجسم المصدوم

الحدث: يتحركان باتجاهين متعاكسين والجسم الصادم يرتد

التفسير: بسبب حفظ كمية الحركة يحدث إعادة توزيع لكمية الحركة الخطية

4- ماذا يحدث إذا اصطدم جسم بجسم ساكن مساو له بالكتلة في بعد واحد

أ- صدمتا مرنا

الحدث: المتحرك يسكن والساكن يتحرك بسرعة الجسم الأول

التفسير: بسبب حفظ كمية الحركة يحدث انتقال لكمية الحركة

من الجسم الأول إلى الجسم الثاني

ب- صدمتا لا مرنا كلياً

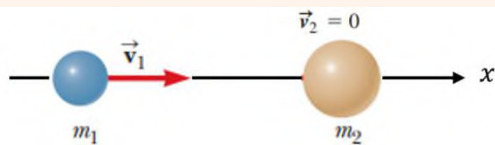
الحدث: يتحركان بنصف مقدار سرعة الجسم الأول

التفسير: بسبب حفظ كمية الحركة الخطية

$$\vec{v}' = \frac{m\vec{v}_1 + m \times 0}{(m+m)} = \frac{\vec{v}_1}{2}$$

حل المسائل التالية:

المسألة الأولى: جسم كتلته $g (400)$ يتحرك بسرعة $m/s (10)$ تصادم في بعد واحد صدم لا مرنا كلياً جسم آخر



$\vec{v}_2 = 0$

ساكن كتلته $g (600)$ المطلوب:

1. سرعة النظام المؤلف من الكتلتين بعد التصادم

$$v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 \times 0}{(m_1 + m_2)} = \frac{0.4 \times 10 + 0.6 \times 0}{0.4 + 0.6} = 4 m/s$$

2. مقدار التغير في طاقة الحركة للنظام المكون من الكرتين

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

$$\Delta KE = \frac{1}{2} (0.4 + 0.6) (4)^2 - \left[\frac{1}{2} \times 0.4 \times 10^2 + \frac{1}{2} \times 0.6 \times 0 \right] = -12 J$$

المسألة الثانية: كرتان من الصلصال تتصادمان تصادما لا مرنا كليا كتلة الكرة الأولى $(0.5) Kg$ تتحرك إلى اليمين

بسرعة مقدارها $m/s (4)$ بينما الكرة الثانية كتلتها $(0.25) Kg$ وتتحرك نحو اليسار بسرعة $m/s (3)$

(أ) احسب سرعة النظام المؤلف من الكتلتين بعد التصادم

$$v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{0.5 \times 4 + 0.25 \times (-3)}{0.5 + 0.25} = \frac{5}{3} m/s$$

(ب) ما مقدار التغير في طاقة الحركة

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

$$\Delta KE = \frac{1}{2} (0.5 + 0.25) \left(\frac{5}{3} \right)^2 - \left[\frac{1}{2} \times 0.5 \times 4^2 + \frac{1}{2} \times 0.25 \times (-3)^2 \right] = -4.083 J$$

البندول القذفي

هو جهاز يستخدم لقياس سرعة القذائف السريعة

يقوم مبدأ عمله على قوانين حفظ كمية الحركة والطاقة الميكانيكية

استنتج العلاقة التي تعطي سرعة الطلقة

حفظ الطاقة الميكانيكية

$$ME_f = ME_i$$

$$PE_{gf} + KE_f = PE_{gi} + KE_i$$

$$(M + m)gh + 0 = 0 + \frac{1}{2} (M + m) v'^2$$

$$v' = \sqrt{2gh}$$

$$v_1 = \frac{(M+m)}{m} \sqrt{2gh}$$

حل المسائل التالية:

المسألة الأولى: أطلقت رصاصة كتلتها $g(40)$ بسرعة $m/s (400)$ على

بندول قذفي ساكن كتلته $kg(3.96)$ فارتفع مسافة (h) على المستوى الأفقي بعد

ان انغرزت الطلقة في داخله المطلوب:

1- سرعة المجموعة لحظة استقرار الرصاصة داخل المكعب الخشبي

$$P' = P \Rightarrow (M + m) v' = m v_1 + M v_2$$

$$v' = \frac{m}{(M + m)} v_1 = \frac{0.04}{4} \times 400 = 4 m/s$$

2- أقصى ارتفاع تصل اليه المجموعة

$$ME_f = ME_i \Rightarrow PE_{gf} + KE_f = PE_{gi} + KE_i$$

$$(M + m)gh + 0 = 0 + \frac{1}{2} (M + m) v'^2$$

$$h = \frac{v'^2}{2g} = \frac{4^2}{2 \times 10} = 0.8 m$$

3- نوع التصادم لا مرنا كليا

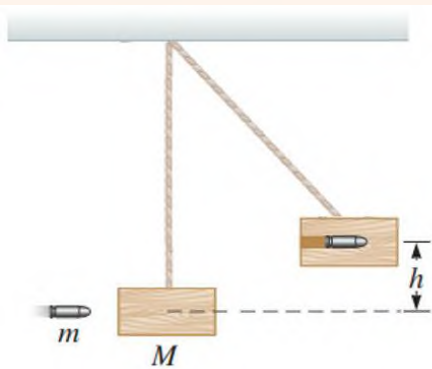
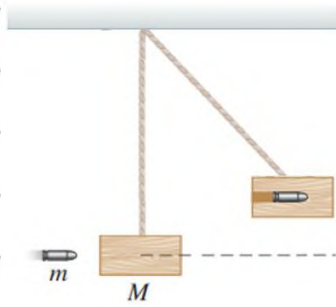


حفظ كمية الحركة الخطية

$$\vec{P}' = \vec{P}$$

$$(M + m) v' = m v_1 + M v_2$$

$$v_1 = \frac{(M + m)}{m} v'$$



المسألة الثانية: أطلقت رصاصة كتلتها $g(50)$ على بندول قذفي ساكن كتلته $kg(4.95)$ فارتفع مسافة $cm(20)$ على المستوى الافقي بعد ان انغرزت الطلقة في داخله المطلوب:

1- سرعة المجموعة لحظة استقرار الرصاصة داخل المكعب الخشبي

$$ME_f = ME_i \Rightarrow PE_{gf} + KE_f = PE_{gi} + KE_i$$

$$(M + m)gh + 0 = 0 + \frac{1}{2}(M + m)v'^2.$$

$$v' = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 0.2} = 2m/s.$$

2- سرعة إطلاق الرصاصة

$$P' = P \Rightarrow (M + m)v' = mv_1 + Mv_2.$$

$$. v_1 = \frac{(M+m)}{m} v' = \frac{5}{0.05} \times 2 = 200m/s$$

مراجعة الدرس (2-3)

أولاً- اذكر نص قانون حفظ (بقاء) كمية الحركة

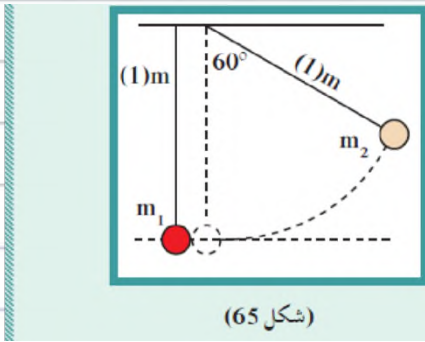
ثانياً- عرف التصادم المرن

ثالثاً- قارن بين التصادم اللامرن والتصادم و اللامرن كلياً

سادساً: سمكة كبيرة كتلتها $kg(5)$ تتحرك بسرعة $m/s(1)$ باتجاه سمكة صغيرة ساكنة كتلتها $kg(1)$

(أ) احسب سرعة السمكة الكبيرة بعد ابتلاعها للسمكة الصغيرة

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



سابعاً - كرتان كتلتهما على الترتيب كتلة الأولى $m_1 = 200g$ وكتلة الثانية $m_2 = 400g$ معلقتان ومترتان بخيطين طول كل خيط $1m$ بجانب بعضهما البعض كما في الشكل (65) سحبت الكرة الثانية بحيث بقي الخيط مشدودا ويصنع زاوية (60°) مع الخيط العمودي وتركت لتتحرك من السكون نحو الكرة m_1 الساكنة

(أ) احسب سرعة الكرة m_2 قبل لحظة التصادم مباشرة

(ب) بافتراض أن التصادم مرنا أحسب سرعة الكرتين بعد التصادم

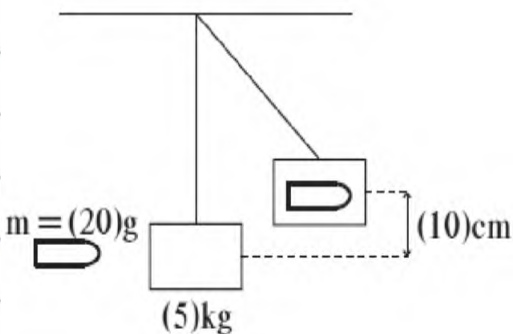
(ت) احسب الارتفاع عن المستوى المرجعي المار بمركز ثقلهما الذي تصل إليه كلا من الكرتين بعد التصادم

ثامناً- أطلقت رصاصة كتلتها $g(20)$ على بندول قذفي ساكن كتلته $kg(5)$ فارتفع مسافة $cm(10)$ على

المستوى الافقي بعد أن انغرزت الطلقة في داخله

(أ) احسب سرعة الرصاصة عند إطلاقها

هل التصادم مرن؟ اشرح إجابتك .



أسئلة مراجعة الوحدة

تحقق من مهارتك

ضع علامة (✓) في المربع الواقع امام الإجابة الأنسب في كل مما يلي

1. مقدار الدفع لجسم متحرك (خلال نفس الزمن) يتناسب طرديا مع :

☐ الطاقة الحركية ☐ الطاقة المرنة ☐ متوسط القوة ☐ متوسط الكتلة

2. أثناء تصادم جسمين الكمية الفيزيائية المحفوظة هي :

☐ كمية الحركة ☐ الطاقة الحركية

☐ الطاقة الحركية وكمية الحركة ☐ الطاقة الميكانيكية

3. كمية الحركة الخطية لقمر صناعي يدور حول الأرض على مداره الدائري بسرعة خطية v :

☐ تتغير في الاتجاه على المسار ☐ تبقى ثانية لحفظ (بقاء) كمية الحركة

☐ تتغير في المقدار لتغير دفع القوة ☐ تساوي صفرا بسبب انعدام قوة الدفع

تحقق من معلوماتك

1- هل يملك جسمان كمية الحركة نفسها إذا امتلکا مقدار الطاقة الحركية نفسه

2- كيف تحمي الدفاعات المطاطية التي تلف سيارات اللعب في مدينة الملاهي الأولاد أثناء التصادم

3- ما الشرط الضروري توفره لتكون كمية الحركة محفوظة

تحقق من مهارتك

حل المسائل التالية

1. كانت سيارة كتلتها $(1500)Kg$ تتحرك بسرعة $(120)Km/h$ عندما قرر السائق إيقافها باستعمال المكابح

(أ) هل كمية الحركة محفوظة؟ اشرح ذلك

(ب) احسب مقدار متوسط القوة المبذولة من المكابح لإيقاف السيارة في خلال $s(8)$

2. جسم يتحرك بطاقة حركية مقدارها $J(150)$ وكمية حركة مقدارها $(30)Kg.m/s$ احسب مقدار كلا من

كتلة الجسم وسرعته الخطية

3. تدور الأرض حول الشمس بسرعة خطية مقدارها $(30) Km/s$

(أ) احسب مقدار كمية الحركة لمركز كتلة الأرض علما أن كتلة الأرض تساوي $(6 \times 10^{24})kg$

(ب) هل كمية الحركة محفوظة ؟ اشرح ذلك

4. متزلج على الجليد كتلته $Kg (60)$ يقف ساكنا عندما اتجه نحوه متزلج اخر كتلته $Kg (40)$ بسرعة مقدارها $Km/h (12)$ ليمسك به ويتحركان كنظام واحد بسرعة v (أ) احسب مقدار v

(ت) احسب مقدار الطاقة الحركية للنظام قبل وبعد التصادم

(ج) هل التصادم مرن ؟ علل اجابتك

5. كرة حديدية مصمته كتلتها $Kg (2.5)$ مربوط بخيط لا يتمدد طوله $cm (100)$ ومثبت من الطرف الاخر بشكل رأسي عند النقطة O قوة سطح أملس سحب الكرة ليصبح الخيط أفقيا ومشدودا وتركت لتتحرك من السكون لتصطدم تصادما مرنا بمكعب حديدي ساكن كتلته $Kg (5)$ (شكل 67)

(أ) احسب سرعة الكرة قبل لحظة اصطدامها بالمكعب

(ب) احسب سرعة الكرة والمكعب مباشرة بعد التصادم

6. قوة متغيرة تمثل بالرسم البياني التالي تؤثر في جسم ساكن كتلته $Kg (2)$ مستخدما الرسم البياني احسب

أ- سرعة الجسم عند نهاية الثانية الرابعة

ب- الدفع الذي تلقاه خلال الثانيةين الأخيرتين من تأثير القوة

ت- الدفع الكلي

ث- الطاقة الحركية في نهاية مدة التأثير

مع تحيات

معلم الفيزياء: محمد سعيد السكاف

تمنياتي لكم بالتوفيق والنجاح الدائم