نموذج الاجابة

وزارة التربية

التوجيه الفني للعلوم

بنك أسئلة
مادة الفيزياء
الصف الثاني عشر (١٢)

أ/ يوسف بدر عزمي

رئيس القسم	الموجه الفني	مدير المدرسة
أ/ نبيل الدالي	أ/ محمود الحمادي	أ/ معاذ التوره

الوحدة الأولي : الحركة

الفصل الأول : الطاقة

الدرس (1 – 1) الشغل

السؤال الأول :

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

1- عملية تقوم فيها قوة مؤثرة بإزاحة جسم في اتجاهها . (الشغل)

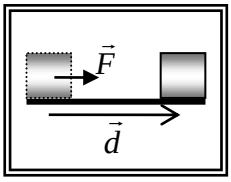
2- الشغل الذي تبذله قوة مقدارها N (1) تُحرك الجسم في اتجاه القوة مسافة متر واحد (الجول)

3- كمية عددية تساوي حاصل الضرب العددي لمتجهي القوة والإزاحة . (الشغل)

السؤال الثاني :

ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة علمياً ، وعلامة (X) أمام العبارة غير الصحيحة علمياً :

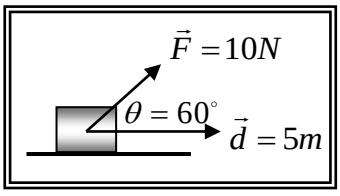
1- (X) الشغل الناتج عن القوة $(\vec{F})$ المؤثرة علي الجسم الموضح بالشكل المقابل يساوي حاصل الضرب الاتجاهي لمتجها القوة المؤثرة علي الجسم $(\vec{F})$ ومتجه الإزاحة $(\vec{d})$.



2- (√) وحدة قياس الشغل في النظام الدولي للوحات هي (الجول) ويرمز له بالرمز (J)

3- (X) الجول (J) يكافئ نيوتن / متر (N/m) .

4- (X) أثرت قوة مقدارها N (10) علي الجسم الموضح بالشكل المقابل ، فإذا أُزيح الجسم علي المستوي الأفقي مسافة m (5) فإن الشغل المبذول علي الجسم يساوي J (50) .



5- (X) إذا أثرت قوة عمودياً علي اتجاه حركة جسم ، فإن شغل هذه القوة علي الجسم يكون أكبر ما يمكن .

6- (√) أذا أثرت مجموعة من القوي المتزنة علي جسم وتحرك بسرعة ثابتة في خط مستقيم ، فإن الشغل المبذول علي الجسم يساوي صفراً .

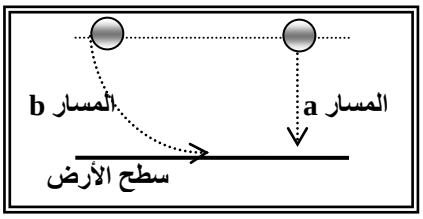
7- (X) يكون شغل القوة سالباً ، إذا كان اتجاه تأثير القوة عمودياً علي اتجاه الإزاحة .

8- (√) إذا خضع جسم لتأثير شغل ، فإن الشغل يؤدي لتغير{ زيادة أو نقص } في سرعة الجسم .

9- (√) عندما يتحرك جسم علي مسار دائري حركة دائرية منتظمة ويكمل دورة كاملة فإن الشغل المبذول علي الجسم يساوي صفراً .

10- (√) القوة المنتظمة هي القوة ثابتة المقدار والاتجاه خلال فترة التأثير علي الجسم .

11-(X) الشغل الناتج عن وزن الجسم عندما يتحرك من موضعه إلي سطح الأرض علي المسار (b) أكبر منه إذا تحرك من نفس الموضع إلي الأرض علي المسار (a) .

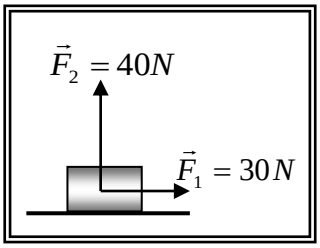


12-(√) يتوقف الشغل الناتج عن وزن جسم علي مقدار الإزاحة الرأسية للجسم ووزنه .

13-(X) يمكن حساب الشغل الذي تبذله قوة مؤثرة علي جسم من ميل الخط البياني لمنحني (F – x) .

14-(X) إذا علقت كتلة مقداره (m) في الطرف الحر لنابض رأسي مثبت في حامل ، واستطال النابض بتأثيرها مسافة (Δ x) ، فإن الشغل الناتج عن وزن الكتلة يحسب من العلاقة ($W=\frac{1}{2}k\Delta x$) .

15-(X) الشكل المقابل يمثل قوين متعامدتين $(F_1 = 30N)$ و $(F_2 = 40N)$ تؤثران في آن واحد علي جسم ، فإذا تحرك الجسم علي المستوي الأفقي مسافة m (10) فإن الشغل المبذول علي الجسم يساوي j (500) .

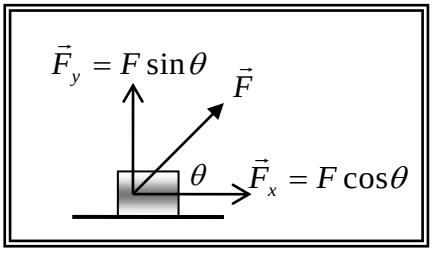


السؤال الثالث :-

أكمل العبارات التالية بما تراه مناسباً :-

1- يصنف الشغل ككمية فيزيائية من الكميات العددية

2- أثرت قوة (F) علي الجسم الموضح بالشكل المقابل بحيث كانت تصنع زاوية مقدارها (θ) مع اتجاه الحركة ، فإن الشغل تبذله المركبة F COSΘ بينما المركبة F sinΘ لا تبذل شغلاً .



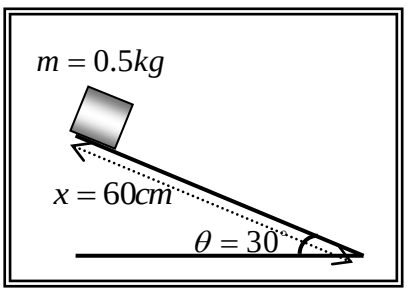
3- يكون الشغل الذي تبذله قوة ثابتة (منتظمة) أكبر ما يمكن وموجباً عندما تكون الزاوية بين اتجاه القوة واتجاه الإزاحة (بالدرجات) تساوي صفر ، بينما يكون الشغل أكبر ما يمكن وسالباً عندما تكون الزاوية بين اتجاه القوة واتجاه الإزاحة (بالدرجات) تساوي 180 ، وينعدم شغل هذه القوة عندما تصبح الزاوية بين اتجاه القوة واتجاه الإزاحة (بالدرجات) مساوية 90

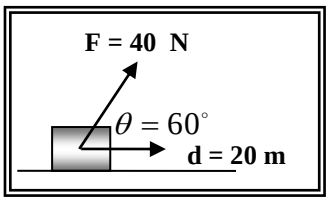
4- إذا تحرك جسم تحت تأثير مجموعة من القوي المتزنة وبسرعة ثابتة فإن الشغل الذي تبذله هذه القوي يساوي صفر

5- الشغل الناتج عن وزن جسم لا يتوقف علي شكل المسار ويتوقف فقط علي كل من وزن الجسم و الازاحة الراسية

6- الجول وحدة لقياس الشغل وتكافئ N.m

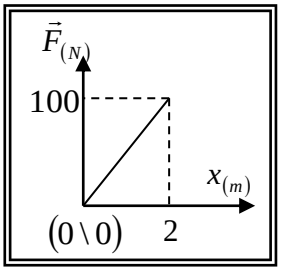
7- وضع صندوق كتلته kg (0.5) عند قمة مستوي أملس يميل علي الأفق بزاوية $(\theta = 30^\circ)$ كما بالشكل فإذا تحرك الصندوق علي المستوي مسافة cm (60) فإن الشغل الناتج عن وزن الصندوق بوحدة (j) يساوي 1.5





8- الشكل المقابل يمثل القوة المؤثرة علي جسم يتحرك علي مستوي أفقي أملس

فإن الشغل المبذول لإزاحة الجسم بوحدة (j) يساوي 400



9- الشكل المقابل يمثل منحني (F-x) المعبر عن حركة جسم تحت تأثير قوة متغيرة

ومن المنحني يكون الشغل الذي بذلته القوة في إزاحة الجسم بوحدة (j) يساوي 100

10- الشغل الناتج عن وزن الجسم لا يتوقف علي شكل الجسم ويتوقف علي الازاحة الراسية

السؤال الرابع :-

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

1- واحدة فقط من الكميات الفيزيائية التالية تُصنف ككمية عددية و هي :

❐ الإزاحة ■ الشغل ❐ القوة ❐ العجلة

2- العلاقة الرياضية المستخدمة في حساب الشغل الذي تبذله قوة منتظمة تؤثر علي جسم وتزيحه هي :

■ $W = \vec{F} \cdot .\vec{d} = F \times d \cos\theta$ ❐ $W = \vec{F} \times .\vec{d} = F \times d \sin\theta$

❐ $W = \vec{F} \cdot .\vec{d} = F \times d \tan\theta$ ❐ $\vec{W} = \vec{F} \times .\vec{d} = F \times d \cos\theta$

3- ينعدم (يتلاشي) شغل القوة عندما تكون الزاوية بين اتجاه تأثير القوة واتجاه الحركة (الإزاحة) بالدرجات تساوي

❐ صفر ❐ 30 ■ 90 ❐ 180

4- يقاس الشغل بوحدة (الجول ويرمز له بالرمز J) في النظام الدولي للوحدات ، والجول (J) يكافئ :

❐ $\frac{N}{m}$ ❐ $N \cdot m^2$ ❐ $N \cdot cm$ ■ $N \cdot m$

5- يتوقف الشغل الذي تبذله قوة منتظمة في إزاحة جسم فقط علي :

❐ مقدار القوة ومقدار الإزاحة

❐ مقدار القوة

❐ مقدار الإزاحة والمركبة العمودية للقوة علي اتجاه الحركة

■ مقدار القوة ومقدار الإزاحة ومقدار الزاوية بينهما

6- أمسك طفل كرة صغيرة بيده وأخرجها من شرفة (نافذة) غرفته ثم تركها لتسقط في الهواء

فيكون الشغل المبذول علي الكرة :

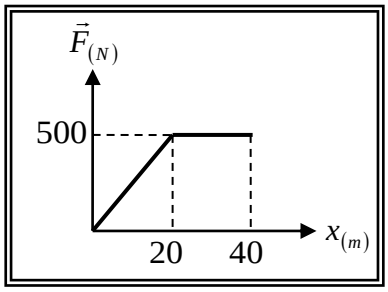
❐ موجباً بسبب تأثير قوة الجاذبية علي الكرة طالما ظل ممسكاً بها .

❐ صفرا أثناء سقوطها نحو الأرض بسبب ثبات قوة جذب الأرض للكرة .

❐ سالباً أثناء سقوطها بسبب نقص ارتفاع الكرة عن سطح الأرض .

■ صفراً طالما ظل ممسكاً بها بسبب انعدام الإزاحة .

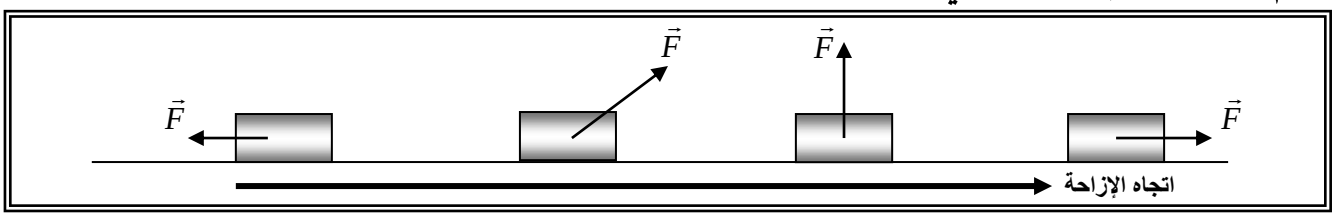
7- الشكل المقابل يمثل منحني (F-x) المعبر عن حركة سيارة تحت تأثير قوي متغيرة خلال الحركة ومن المنحني يكون الشغل الذي بذل علي السيارة بوحدة (j) يساوي :



25 ❐ 5000 ❐

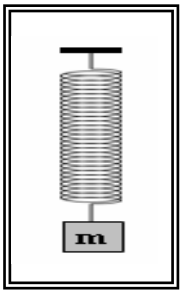
15000 ■ 20000 ❐

8- الأشكال التالية تمثل قوة ثابتة مقدارها (F) تؤثر علي مكعب وتحركه مسافة (d) علي مستوي أفقي عديم الاحتكاك ، فإن الشكل الذي تبذل فيه القوة أكبر شغل ممكن هو :



❑ ❑ ❑ ■

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



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

1 ❐ 5 ■ 10 ❐ 25 ❐

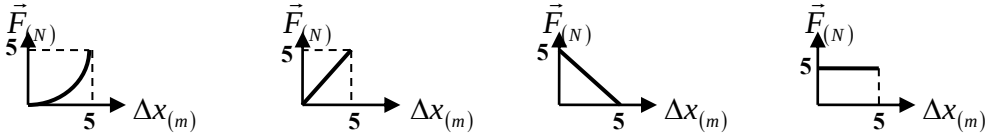
ب- مقدار الكتلة المعلقة في النابض بوحدة (kg) تساوي :

0.05 ❐ 0.5 ■ 5 ❐ 10 ❐

ج- الشغل المبذول من الكتلة علي النابض لإحداث الاستطالة السابقة بوحدة (j) يساوي :

0.025 ❐ 0.125 ■ 2.5 ❐ 5 ❐

د- أفضل شكل يمثل منحني (F - Δx) في المثال السابق هو :



❐ ■ ❐ ❐

السؤال الخامس :-

(أ) قارن بين كل مما يلي حسب وجه المقارنة المطلوب في الجدول التالي :

وجه المقارنة	الشغل الموجب	الشغل السالب
نوع تغير السرعة	تزداد	تتناقص
مقدار الزاوية بين القوة والإزاحة	$0 \leq \Theta < 90$	$90 < \Theta \leq 180$
وجه المقارنة	الزاوية بين القوة والإزاحة = صفر	الزاوية بين القوة والإزاحة = 90°
وصف مقدار الشغل	أكبر ما يمكن موجب	صفر

وجه المقارنة	القوة	الإزاحة	الشغل
وحدة القياس حسب النظام الدولي	N	m	J

(ب) : أذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

1- الشغل الذي تبذله قوة .

القوة - الازاحة - الزاوية بينهما

2- الشغل الناتج عن وزن جسم عند إزاحته رأسياً .

وزن الجسم - الازاحة الراسية

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

ثابت هوك - الاستطالة الحادثة

(ج) : علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً سليماً :

1- ينعدم الشغل المبذول علي جسم عندما يتحرك الجسم في مسار مغلق .

لأن الازاحة الناتجة صفر حيث $W = Fd \cos\Theta = 0$

2- ينعدم الشغل المبذول علي جسم عندما يتحرك بسرعة ثابتة المقدار والاتجاه .

لأن العجلة تساوي صفر و القوة تساوي صفر و الشغل يساوي صفر حيث $W = Fd \cos\Theta = 0$

3- ينعدم الشغل المبذول علي جسم عندما يتحرك الجسم في مسار دائري .

لأن الازاحة الناتجة صفر حيث $W = Fd \cos\Theta = 0$

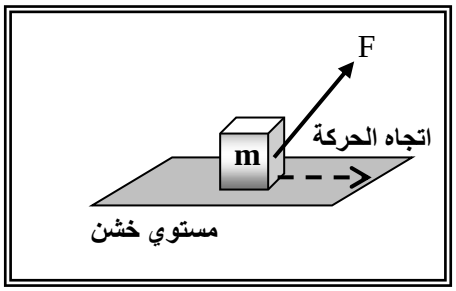
4- ينعدم الشغل المبذول علي جسم عندما يكون تأثير القوة عمودياً علي اتجاه الإزاحة .

لأن الزاوية بين القوة والازاحة تساوي 90 و $\cos 90 = 0$ حيث $W = Fd \cos\Theta = 0$

5- الشغل المبذول ضد قوي الاحتكاك يكون سالباً .

لأن الزاوية بين القوة والازاحة تساوي 180 و $\cos 180 = -1$ حيث $W = Fd \cos 180 = - Fd$

(د) : مستعيناً بالبيانات علي الشكل المقابل ... أجب عن الأسئلة التالية ؟



1) المكعب الموضح بالشكل موضوع علي سطح أفقي خشن ، وتؤثر عليه قوة منتظمة (F) بحيث تصنع زاوية (θ) مع المستوى والمطلوب :

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

المركبة الأفقية F cos Θ

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

W = F d cos Θ

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

نعم و لكنها لا تبذل شغلا و هي المركبة الراسية (f sin Θ) لأنها لا تسبب إزاحة في اتجاه الحركة

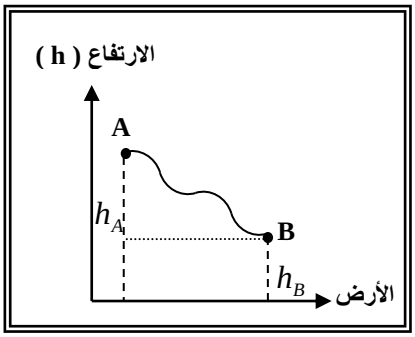
د) توجد قوي أخري تؤثر علي المكعب . حدد هذه القوي وحدد اتجاهها :

نعم توجد قوى الاحتكاك عكس اتجاه الإزاحة

السؤال السادس :-

الاستنتاجات :

أ) مستعيناً بالشكل المقابل ... أثبت أن :



الشغل لا يرتبط بشكل المسار الذي سلكته نقطة تأثير القوة من (A) إلي (B)

* $W = Fd\cos\theta$

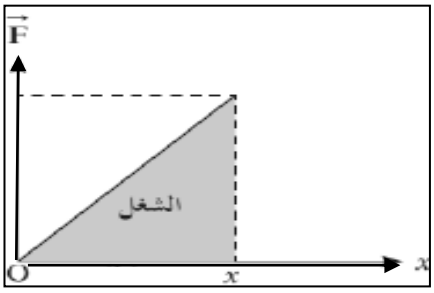
* $W_w = mg\,d\cos\theta$

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

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

ب) أثبت أن :

الشغل المبذول بواسطة قوة شد تؤثر علي الطرف الحر لنابض مرن تحسب من العلاقة : $W = \frac{1}{2}k(\Delta x)^2$



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

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

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

السؤال السابع :-

حل المسائل التالية : -

(أ) طائرة عمودية أسقطة رأسياً قذيفة كتلتها kg (2) من ارتفاع m (2000) عن سطح الأرض

باعتبار عجلة الجاذبية الأرضية (g) تساوي m/s^2 (10) أحسب :

1- الشغل المبذول علي القذيفة لحظة إسقاطها من الطائرة .

$W = 0$ لان الكرة لم تتحرك $d = 0$

2- الشغل المبذول علي القذيفة عندما تتحرك مبتعدة عن الطائرة مسافة m (500) .

$$W_w = mgh = 2 \text{ X } 10 \text{ X } 500 = 10000 \text{ J}$$

3- الشغل المبذول ضد قوة الاحتكاك مع الهواء خلال سقوط القذيفة من الطائرة حتى بلوغها سطح الأرض

علما بان مقدار قوة الاحتكاك N (2) .

$$W_f = f\, d \cos \Theta = 2 \text{ X } 2000 \text{ X } \cos 180 = -4000 \text{ J}$$

4- الشغل الكلي المبذول علي القذيفة خلال سقوط القذيفة من الطائرة حتى بلوغها سطح الأرض .

$$W_w = mgh = 2 \text{ X } 10 \text{ X } 2000 = 40000 \text{ J}$$

$$W_f = f\, d \cos \Theta = 2 \text{ X } 2000 \text{ X } \cos 180 = -4000 \text{ J}$$

$$W_T = W_w + W_f = 40000 + (-4000) = 36000 \text{ J}$$

(ب) علقت كتلة مقدارها gm (200) في الطرف الحر لزنبرك فاستطال الزنبرك بتأثيرها مسافة cm (4) . أحسب :

1- قوة الشد المؤثرة علي الزنبرك .

$$F = mg = 0.2 \text{ x } 10 = 2 \text{ N}$$

2- ثابت القوة للزنبرك .

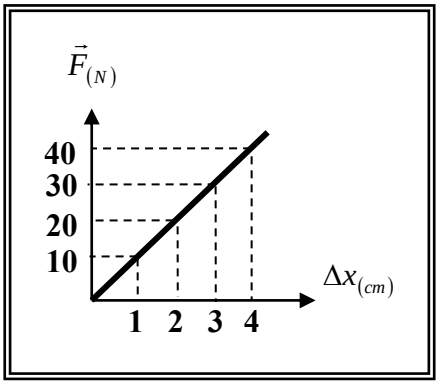
$$K = \frac{F}{\Delta X} = \frac{2}{0.04} = 50 \text{ N/m}$$

3- الشغل الناتج عن قوة الشد المؤثرة علي الطرف الحر للزنبرك .

$$W = \frac{1}{2} K \Delta X^2 = \frac{1}{2} \times 50 \times 0.04^2 = 0.04 \text{ J}$$

(ج) الشكل المقابل يمثل منحني (F – x) للقوي المؤثرة علي زنبرك مرن

والاستطالات الحادثة له بتأثير هذه القوي والمطلوب حساب :



1- ثابت القوة للزنبرك :

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

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

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

الوحدة الأولي : الحركة

الفصل الأول : الطاقة

الدرس (1 – 2) الشغل والطاقة

السؤال الأول :

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

1- المقدرة علي إنجاز شغل . (الطاقة)

2- شغل ينجزه الجسم بسبب حركته . (الطاقة الحركية)

3- طاقة يختزنها الجسم وتسمح له بانجاز شغل للتخلص منها . (الطاقة الكامنة)

4- الشغل المبذول علي الجسم لرفعه إلي نقطة ما . (الطاقة الكامنة التثاقلية)

5- الطاقة اللازمة لتغيير موضع الجسم أو تعديله وهي تساوي مجموع طاقة الجسم الحركية وطاقته الكامنة . (الطاقة الميكانيكية)

السؤال الثاني :

أكمل العبارات العلمية التالية :

1- الطاقة الحركية لجسم ما أثناء حركته علي مسار مستقيم تتوقف علي كتلة الجسم و السرعة الخطية

2- الطاقة الحركية لجسم صلب يدور حول محور تتوقف علي القصور الذاتي الدوراني و السرعة الزاوية

3- الشغل الناتج عن محصلة القوة الخارجية المؤثرة في الجسم خلال فترة زمنية محددة يساوي التغير في الطاقة الحركية خلال الفترة الزمنية نفسها .

4- الطاقة الكامنة المختزنة في المركبات الكيميائية كالفحم الحجري وفي البطاريات الكهربائية وفي الغذاء تسمي طاقة كامنة كيميائية

5- الطاقة الكامنة المختزنة في الأجسام والمرتبطة بموقعها بالنسبة إلي سطح الأرض تسمي طاقة كامنة تثاقلية

6- الطاقة الكامنة المختزنة في الأجسام المرنة والتي تسمح لها بالعودة إلي وضع مستقر بعد أن تتخلص منها تسمي طاقة كامنة مرونية

7- مقدار الطاقة الكامنة المرنة المختزنة في جسم نتيجة شده أو ضغطه أو ليه تتوقف علي ثابت هوك و الاستطالة

8- المستوي الذي نبدأ منه قياس الطاقة الكامنة التثاقلية وتساوي عنده (صفراً) يسمي المستوي المرجعي

9- مقدار الطاقة الكامنة التثاقلية المختزنة في جسم تتوقف علي وزن الجسم و الارتفاع الرأسي

السؤال الثالث :

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

1- الطاقة الحركية الخطية لكتلة نقطية تحسب من العلاقة :

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

2- سيارة تتحرك بسرعة خطية ثابتة مقدارها (v) فإذا زادت سرعتها وأصبحت (2 v) ، فإن الطاقة الحركية للسيارة

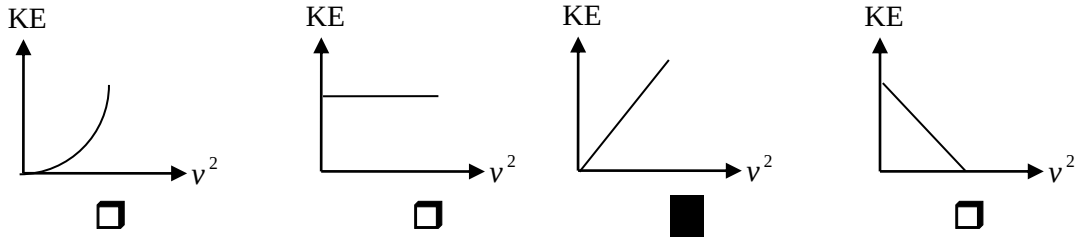
■ تزيد إلي أربعة أمثال ما كانت عليه . ❐ تزيد إلي مثلي ما كانت عليه .

❐ تقل إلي نصف ما كانت عليه . ❐ لا تتغير .

3- سيارة نقل مياه (تنكر) مملوء بالماء ويتحرك بسرعة خطية (v) ، فإذا كانت حاوية الماء مثقوبة والماء يتدفق منها أثناء حركة السيارة ، وحافظ السائق علي الحركة بنفس السرعة فإن الطاقة الحركية للسيارة :

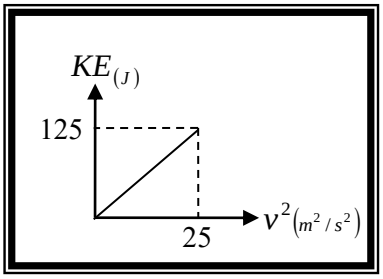
■ تقل تدريجيا ❐ تزيد تدريجيا ❐ لا تتغير ❐ تقل تدريجيا حتى تتلاشي

4- أفضل خط بياني يمثل العلاقة بين الطاقة الحركية لجسم (KE) ، ومربع سرعته الخطية (v^2) هو :



❐ ❐ ■ ❐

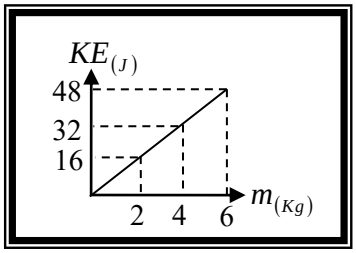
5- إذا كان الشكل المقابل يمثل تغير الطاقة الحركية لجسم متحرك حركة خطية بتغير سرعته الخطية ، فإن كتلة هذا الجسم بوحدة (Kg) تساوي :



0.2 ❐ 0.4 ❐

5 ❐ 10 ■

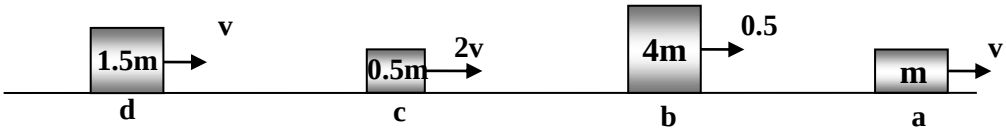
6- إذا كان الشكل المقابل يمثل تغير الطاقة الحركية لمجموعة أجسام مختلفة الكتلة ومتحركة حركة خطية بنفس السرعة فإن سرعة هذه الأجسام بوحدة (m/s) تساوي



0.125 ❐ 4 ■

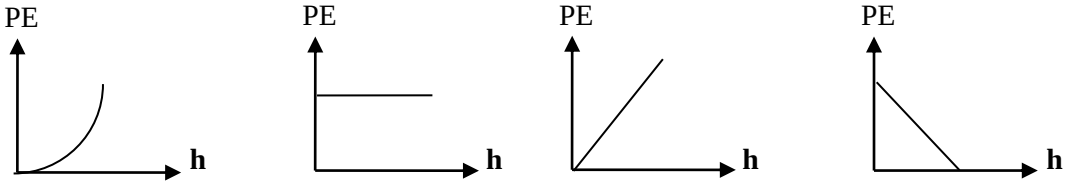
8 ❐ 16 ❐

7- الأشكال التالية تمثل كتل مختلفة تتحرك بسرعات مختلفة حركة خطية مستقيمة ، اثنتان فقط منها لهما نفس الطاقة الحركية وهما :



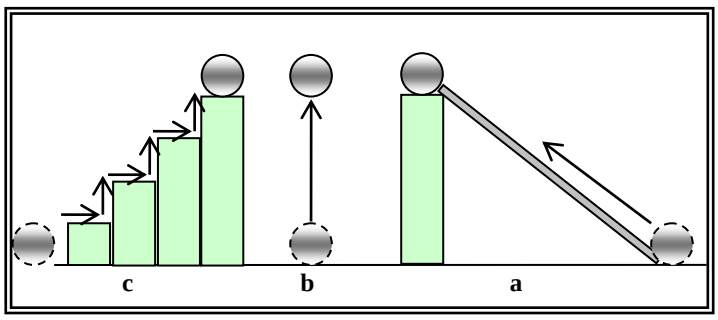
a و b ■ a و c ❐ b و c ❐ a و d ❐

8- أفضل خط بياني يمثل العلاقة بين الطاقة الكامنة التثاقلية لجسم وتغير بعده عن المستوي المرجعي هو :



❐ ❐ ■ ❐

9- الشكل المقابل يمثل عدة مسارات استخدمت لوضع جسم كتلته (m) علي ارتفاع m (h) عن المستوي المرجعي ، والجسم يكتسب أكبر طاقة كامنة تثاقلية عندما يسلك المسار :



❐ a ❐ b

❐ c ■ لا توجد إجابة صحيحة

10- أسقط طائر حجراً كتلته gm (100) كان ممسكا به فإذا كانت سرعة الحجر عندما كان علي ارتفاع m (20) عن سطح الأرض تساوي m/s (4) ، فإن الطاقة الميكانيكية الكلية للحجر بوحدة الجول تساوي :

❐ 20.4 ■ 20.8 ❐ 21.6 ❐ 20800

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

❐ 5 ❐ 50 ■ 500 ❐ 1000

السؤال الرابع :

ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة علمياً ، وعلامة (X) أمام العبارة غير الصحيحة علمياً :

1- (√) تتوقف الطاقة الحركية لجسم متحرك علي مسار مستقيم علي كتلة الجسم وسرعته الخطية التي يتحرك بها

2- (X) إذا قلت سرعة سيارة متحركة إلي نصف ما كانت عليه فإن طاقتها الحركية تقل إلي نصف ما كانت عليه

3- (X) الجول وحدة لقياس الشغل والطاقة وتكافئ (kg.m/s) . الإجابة الصحيحة ($kg.m^2/s^2$)

4- (√) إذا كان نظام مؤلف من أكثر من جسم مصمت ،فإن الطاقة الحركية للنظام تساوي مجموع الطاقات الحركية لكل الأجسام المصمتة المكونة له .

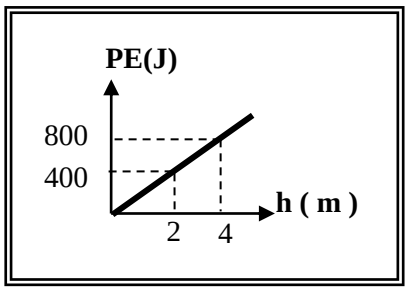
5- (X) الشغل الناتج عن محصلة القوة الخارجية المؤثرة في جسم خلال فترة زمنية محددة يساوي التغير في كمية حركته خلال الفترة نفسها.

6- (√) تختزن الأجسام المرنة عند شدها أو ضغطها أو ليها طاقة تساوي الشغل الذي بذل لتغيير وضعها إلي وضع الاستطالة أو الانكماش أو اللي .

7- (X) نابض مرن ثابته (100 N/m) شد بقوة فاستطال مسافة (5) cm ، فإن الطاقة المرنة الكامنة المختزنة فيه بوحدة (الجول) تساوي (12.5) .

8- (X) الطاقة الكامنة التثاقلية لجسم يقع علي ارتفاع معين من المستوي المرجعي في مجال الجاذبية الأرضية تتوقف علي كيفية الوصول إلي هذا الارتفاع .

9- (X) الشكل المقابل يمثل التغير في الطاقة الكامنة التثاقلية لجسم بتغير ارتفاعه عن سطح الأرض (المستوي المرجعي) ، ومنه يكون وزن الجسم بوحدة (N) مساوياً (20) .



السؤال الخامس :

(أ) اثبت أن :

1- الشغل الناتج عن محصلة القوي الخارجية المؤثرة في جسم خلال فترة زمنية محددة يساوي التغير في طاقته الحركية

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

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

$$* \text{m.a.d} = \frac{1}{2}\text{m.V}_f^2 - \frac{1}{2}\text{m.V}_i^2 \quad \Rightarrow \quad \text{W} = \text{KE}_f - \text{KE}_i = \Delta\text{KE}$$

2- التغير في مقدار طاقة الوضع التثاقلية لجسم نتيجة تغير موضعه راسيا بين نقطتين بالنسبة للمستوي المرجعي يساوي معكوس الشغل المبذول من وزن الجسم خلال هذه الإزاحة .

$$* W_w = - \text{mgh}$$

$$* \Delta\text{PE} = \text{PE}_f - \text{PE}_i = \text{mgh}_f - \text{mgh}_i$$

$$* \Delta\text{PE} = \text{mg}(h_f - \text{h}_i) = \text{mgh}$$

$$* \Delta\text{PE} = -W_w$$

(ب) : علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً سليماً :

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

لأن الكرة في الحالة الأولي تمتلك طاقة حركية أكبر

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

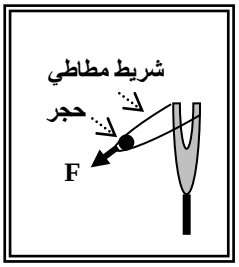
لأن المطرقة في الحالة الأولي تمتلك طاقة كامنة تثاقلية أكبر فتبذل شغل أكبر علي المسمار

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

لأن الطاقة الكامنة التثاقلية تتحول إلى طاقة حركية وتقوم بإدارة التوربينات

4- لكي ينطلق الحجر الموضح بالشكل لمسافة بعيدة يجب شد الخيط المطاطي بقوة كبيرة للخلف

لأن كلما زادت الطاقة الكامنة المرونية للخيط تتحول إلي طاقة حركية أكبر للحجر



السؤال السادس :-

حل المسائل التالية : -

(أ) كرة تنس كتلتها m (200) سقطت من ارتفاع m (15) عن سطح أرض رخوة فغاصت بها مسافة cm (10)
أحسب :

1- طاقة حركة وطاقة الوضع التثاقلية للكرة عند الارتفاع المذكور.

$$PE_g = mgh = 0.2 \times 10 \times 15 = 30\ J \qquad KE = 0$$

2- طاقة حركة الكرة لحظة ملامسة سطح الأرض الرخوة .

$$KE_F = PE_i = 30\ J$$

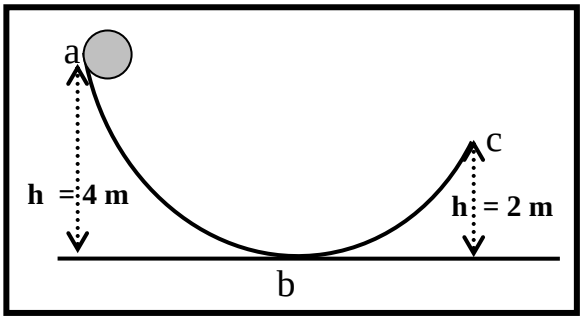
3- قوة الاحتكاك المعيقة لحركة الكرة { بفرض أنها قوة ثابتة } أثناء غوصها في الأرض الرخوة .

$$W_f = -\Delta PE = -30\ J$$

$$W_f = f\ d\ \cos\Theta$$

$$-30 = f \times 0.1 \times \cos 180 \qquad f = 300\ N$$

(ب) كرة وزنها N (500) تنزلق علي سطح أملس كما بالشكل
أحسب :



1- طاقة الوضع التثاقلية للكرة عند نقطة (a) .

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

2- سرعة الكرة لحظة مرورها بالنقطة (b) .

$$ME_a = ME_b$$

$$\frac{1}{2}mV_a^2 + mgh_a = \frac{1}{2}mV_b^2 + mgh_b$$

$$0 + 50 \times 10 \times 4 = \frac{1}{2} \times 50 \times V_b^2 + 0 \Rightarrow V_b = 9.8\ m/s$$

3. سرعة الكرة عند وصولها إلي نقطة (c) .

$$ME_a = ME_C$$

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

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

(ج) سيارة كتلتها 800 (kg) تتحرك علي أرض خشنة بسرعة 30 (m/s) ، تعمد قائدها عدم الضغط علي دواسة البنزين أو الكوابح فاستمرت في الحركة لمسافة 100 (m) قبل أن تتوقف تماما عن الحركة . أحسب :

1- الطاقة الحركية الابتدائية للسيارة .

$$KE_i = \frac{1}{2}mV_i^2 = \frac{1}{2} \times 800 \times 30^2 = 360000 \text{ J}$$

2- الشغل المبذول من الأرض علي السيارة .

$$W = \Delta KE = 0 - 360000 = -360000 \text{ J}$$

3- قوة الاحتكاك المعيقة لحركة السيارة .

$$W = fd\cos\theta = -360000 = f \times 100 \times \cos 180 \quad \Rightarrow \quad F = 3600 \text{ N}$$

الوحدة الأولي : الحركة

الفصل الأول : الطاقة

الدرس (1 – 3) حفظ (بقاء) الطاقة

السؤال الأول :

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

1- مجموع الطاقة الحركية والطاقة الكامنة للجسم الماكروسكوبي . (الطاقة الميكانيكية)

2- مجموع طاقات الوضع والحركة لجسيمات النظام. (الطاقة الداخلية)

3- مجموع الطاقة الداخلية U والطاقة الميكانيكية ME . (الطاقة الكلية)

4- نظام لا تتبادل فيه الطاقة مع محيطها وتكون الطاقة الكلية محفوظة . (النظام المعزول)

5- الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من عدم , ويمكن داخل أي نظام معزول أن تتحول من شكل الى آخر , فالطاقة الكلية للنظام ثابتة لا تتغير . (قانون حفظ الطاقة)

6- الطاقة التي يتبادلها جسيمات النظام وتؤدي إلى تغير حالته بتغير طاقة الربط بن أجزائه (الطاقة الكامنة الميكروسكوبية)

السؤال الثاني :

ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة علمياً ، وعلامة (X) أمام العبارة غير الصحيحة علمياً :

1- (X) عند قذف جسم لأعلى في مجال الجاذبية الأرضية وبإهمال الاحتكاك مع الهواء تزداد طاقة وضعها التثاقلية وطاقة حركتها .

2- (X) طاقة الوضع التثاقلية للأجسام المختلفة تتوقف على الارتفاع الرأسي للجسم فقط .

3- (√) في الأنظمة المعزولة عندما تكون الطاقة الميكانيكية محفوظة يكون التغير في الطاقة الكامنة (الوضع) يساوي معكوس التغير في الطاقة الحركية .

4- (√) إذا ترك جسم ليسقط سقوطاً حرا فان مجموع طاقة وضعه وطاقة حركته يساوي مقدار ثابت بإهمال الاحتكاك مع الهواء.

5- (X) إذا اعتبرنا أن نظاما معزولا مؤلفا من مظلي والأرض فقط و اهملنا تأثير الهواء المحيط فإنه عند هبوط المظلي تقل طاقة الوضع وتزداد طاقة الحركة بينما الطاقة الميكانيكية والطاقة الكلية ثابتة لا تتغير

6- (√) في النظام المعزول المؤلف من مظلي والأرض والهواء المحيط ترتفع درجة حرارة المظلة والهواء المحيط أثناء هبوط المظلي باستخدام المظلة .

7- (X) بإهمال قوى الاحتكاك مع الهواء لنظام مؤلف من الأرض والكرة أثناء سقوط الكرة سقوطا حرا من ارتفاع ما عن سطح الأرض فان $\Delta E = \Delta KE$.

8- (√) اذا سقط جسم كتلته kg (2) من ارتفاع قدره m (12) وكانت سرعته قبل الاصطدام بالأرض مباشرة هي m/s (7) , فان مقدار قوة الاحتكاك المعاكسة لحركته تساوي N (15.9)

9- (√) اذا علقت كتلة قدرها M كثقل لبندول في نهاية خيط طوله m (4) , وعند جذب الخيط جانبا بواسطة قوة مؤثرة على الكتلة حتى صنع الخيط زاوية قدرها 70° مع الرأسي ثم تركت المجموعة حرة فان مقدار السرعة التي تتحرك بها الكتلة عندما تمر تحت نقطة التعليق مباشرة تساوي m/s (7.26)

10- (X) عند سقوط جسم كتلته kg (1) في حالة سكون من ارتفاع cm (50) على زنبرك ثابت مرونته N / m 80 = (k) , فان أقصى مسافة ينضغط بها الزنبرك تساوي m (0.53) .

11- (X) تزداد طاقة الوضع وتقل طاقة الحركة لمصعد قطعت أحباله أثناء حركته لأعلى .

12- (X) مقدار الشغل لرفع جسم من مستوى مرجعي الى ارتفاع معين باستخدام مستوى مائل يتغير بتغير زاوية ميل المستوى في غياب الاحتكاك .

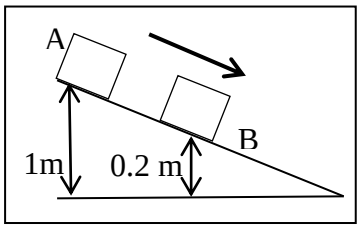
السؤال الثالث :-

أكمل العبارات التالية بما تراه مناسباً :-

1- جسم يسقط حرا في مجال الأرض بإهمال الاحتكاك مع الهواء وطاقة حركته في لحظة ما J (40) فاذا أنقصت طاقة وضعه بمقدار J (10) , فان طاقة حركته تصبح مساوية 50 لأن الطاقة الميكانيكية محفوظة

2- عندما تقذف كرة رأسيا لأعلى في الهواء تزداد الطاقة الكامنة وتقل الطاقة الحركية ومجموعهما ثابت في كل لحظة من لحظات حركتها .

3- اذا أثرت قوة قدرها N (50) في طرف نابض معلق رأسيا , فاستطال مسافة m (0.004) وعلى ذلك الشغل المبذول يساوي J 0.1



4- انزلق الجسم الساكن من (A) لأسفل المستوى المائل الأملس , فاذا كانت كتلته (m) وعجلة الجاذبية الأرضية ($g = 10\ m/s^2$) فان سرعته عند (B) تساوي m/s 4

5- جسم موضوع على ارتفاع (h) من سطح الأرض , ويملك طاقة وضع تثاقلية تساوي J (200) فاذا هبط مسافة تعادل $\left(\frac{1}{4}\ h\right)$, فان طاقة حركته على هذا الارتفاع تساوي J 50

6- التغير في الطاقة الكلية يساوي مجموع $\Delta ME + \Delta U$

7- الشرط الذي ينبغي توفره لتكون الطاقة الميكانيكية لنظام معزول محفوظة هو اهمال الاحتكاك مع الهواء

8- الطاقة التي يتبادلها جسيمات النظام وتؤدي الى تغير حالته بتغير طاقة الربط بين أجزاءه تسمى الطاقة الكامنة الميكروسكوبية

9- الطاقة الميكانيكية الميكروسكوبية تسمى **الطاقة الداخلية**

10- يرمز للطاقة الميكانيكية الميكروسكوبية بالرمز **U**

11- في النظام المعزول المؤلف من الجسم والأرض وبإهمال الاحتكاك مع الهواء فانه يمكن اعتبار أن قيمة الطاقة الداخلية تساوي **مقدار ثابت**

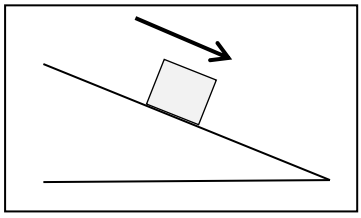
12- الطاقة الميكانيكية للنظام تعتبر **محفوظة** عند إهمال الاحتكاك مع الهواء .

13- الطاقة الكامنة الميكروسكوبية تتغير أثناء تغير **حالة** النظام .

14- تكون الطاقة الكلية للنظام محفوظة عندما يكون النظام **معزول**
ولا يكون هناك أي **تبادل** للطاقة بين النظام والمحيط .

15- طائر كتلته kg (0.3) يطير على ارتفاع m (50) من سطح الأرض بسرعة مقدارها m/s (12)
فان طاقته الميكانيكية تساوي **171.6** J (علما بأن $g = 10\ m/s^2$)

16- صندوق كتلته kg (50) ينزلق على مستوى مائل على الأفق بزاوية 37°
بسرعة ثابتة v كما في الشكل الموضح فقطع مسافة قدرها m (4) ,
وعلى ذلك الشغل المبذول على الصندوق يساوي **صفر**



السؤال الرابع :-

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

1- اذا زادت طاقة حركة جسم ما الى أربعة أمثالها , فهذا يعني أن سرعته :

- ☐ زادت الى أربعة أمثالها
- ■ زادت إلى مثليها
- ☐ نقصت الى ربع ما كانت عليه
- ☐ نقصت إلى نصف ما كانت عليه

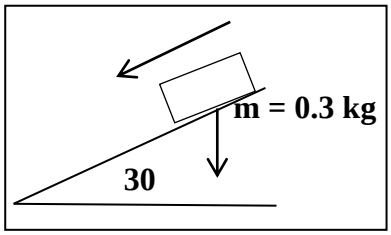
2-جسم ساكن كتلته (m) موضوع على سطح الأرض (المستوى المرجعي) , فان :

- ☐ طاقة وضعه فقط معدومة
- ☐ طاقة حركته فقط معدومة
- ■ طاقة حركته وطاقة وضعه معدومتان
- ☐ طاقة وضعه وطاقة حركته غير معدومتان

3-كلما اقترب الجسم الساقط سقوطا حرا من سطح الأرض , فان :

- ■ طاقة وضعه تقل
- ☐ طاقة حركته تقل
- ☐ طاقة حركته لا تتغير
- ☐ طاقته الكلية تتغير

4 -إذا ترك الجسم الموضح بالشكل ينزلق دون سرعة ابتدائية لأسفل المستوى الأملس المائل , عندما يقطع مسافة m (4) على المستوى المائل ,
فان وزن الجسم يبذل شغلا يساوي بالجول :



- ☐ 1.2
- ☐ 0.6
- ■ 6
- ☐ 12

5- ترك جسم كتلته kg (2) ليسقط حرا باتجاه الأرض من ارتفاع m (4) عن سطح الأرض , فلكي تصبح سرعته m/s (5) يجب أن يقطع مسافة قدرها :

3.5 m ❐ | 2.75 m ❐ | 1.25 m ■ | 1 m ❐

6- جسم طاقة وضعه J (100) عندما يكون على ارتفاع m (h) من سطح الأرض , فاذا ترك ليسقط حرا , فإن طاقة حركته تصبح J (25) عندما يكون على ارتفاع من سطح الأرض بالمتر يساوي :

h ❐ | $h\frac{1}{4}$ ❐ | $h\frac{1}{2}$ ❐ | $h\frac{3}{4}$ ■

7- ينزلق جسم كتلته g (500) بدون سرعة ابتدائية من أعلى قمة مستوى مائل خشن بزاوية 30^{o} من ارتفاع cm (20) عن سطح الأرض وصل الى نهاية المسار بسرعة m/s (1.8) فإن قوة الاحتكاك المؤثرة على الجسم تساوي بالنيوتن:

0.475 ■ | 0.25 ❐

475 ❐ | 25 ❐

8- في الأنظمة المعزولة حيث تكون الطاقة الميكانيكية محفوظة يكون :

■ التغير في الطاقة الكامنة يساوي معكوس التغير في الطاقة الحركية

❐ التغير في الطاقة الكامنة يساوي معكوس التغير في الطاقة الداخلية

❐ التغير في الطاقة الكامنة يساوي التغير في الطاقة الحركية

❐ التغير في الطاقة الكامنة يساوي التغير في الطاقة الداخلية

9- عند وجود قوى احتكاك في نظام معزول يكون التغير في الطاقة الميكانيكية لنظام ما يساوي :

❐ صفر

❐ التغير في الطاقة الداخلية

■ معكوس التغير في الطاقة الداخلية

❐ التغير في الطاقة الكلية

السؤال الخامس :-

(أ) قارن بين طاقتي حركة جسمين (A) , (B) متماثلين تماما , ماعدا اختلاف واحد :

وجه المقارنة	طاقة حركة الجسم (A)	طاقة حركة الجسم (B)
سرعة الجسم (A) مثلي سرعة الجسم (B)	$KE_A = 2\ mV^2$	$KE_B = ½\ mV^2$
وجه المقارنة	طاقة حركة الجسم (A)	طاقة حركة الجسم (B)
يتحرك الجسم (A) شمالا ويتحرك الجسم (B) جنوبا	$KE_A = ½\ mV^2$	$KE_B = ½\ mV^2$
وجه المقارنة	طاقة حركة الجسم (A)	طاقة حركة الجسم (B)
يقذف الجسم (A) رأسيا لأعلى و يقذف الجسم (B) رأسيا لأسفل بنفس السرعة الابتدائية	تقل	تزداد

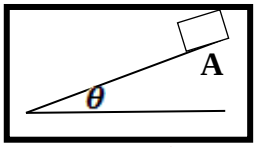
وجه المقارنة	الطاقة الميكانيكية الماكروسكوبية	الطاقة الميكانيكية الميكروسكوبية
التعريف	مجموع الطاقة الحركية والطاقة الكامنة لجسيمات النظام	مجموع الطاقة الحركية والطاقة الكامنة للجسم
وجه المقارنة	حفظ الطاقة الميكانيكية في نظام معزول	عدم حفظ الطاقة الميكانيكية في نظام معزول
العلاقة	$\Delta E = 0$ $\Delta ME = 0$ $\Delta U = 0$	$\Delta E = 0$ $\Delta ME = - \Delta U$ $\Delta U = - \Delta ME$

(ب) : علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً سليماً :

1- ارتفاع درجة حرارة المظلة والهواء المحيط أثناء هبوط المظلي باستخدام المظلة.

المظلة تتحرك بسرعة حدية ثابتة والطاقة الحركية ثابتة وتتحول طاقة الوضع التثاقلية إلي طاقة حرارية بالاحتكاك

2- الطاقة الميكانيكية للنظام المعزول (الصندوق – المستوى المائل – الأرض)



غير محفوظة اذا افلت الصندوق على المستوى المائل الخشن من نقطة (A)

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

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

بسبب زيادة سرعة حركة الجزئيات

4- في الأنظمة المعزولة المغلقة تكون الطاقة الكلية محفوظة .

لأنه نظام لا تتبادل فيه الطاقة مع الوسط المحيط

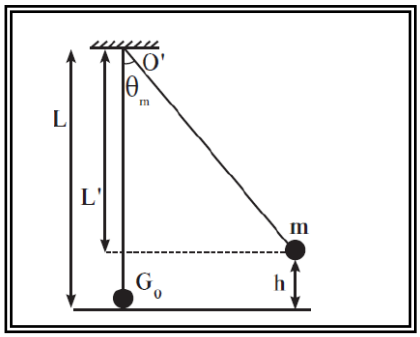
5- لا يتغير مقدار الشغل لرفع جسم من مستوى مرجعي الى مرتفع معين باستخدام مستوى مائل بتغير زاوية ميل المستوى في غياب الاحتكاك .

لأن الشغل المبذول على الجسم لا يتوقف مع المسار الذي يسلكه الجسم بل على الازاحة الراسية

السؤال السادس :-

الاستنتاجات :

أ) مستعيناً بالشكل المقابل ... أثبت أن :



من خلال دراسة التبادل بين الطاقة الحركية وطاقة الوضع التثاقلية في غياب الاحتكاك في حركة البندول البسيط وفي أي لحظة بين نقطة الإفلات وموضع الاستقرار . الطاقة الميكانيكية في هذه اللحظة :

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

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

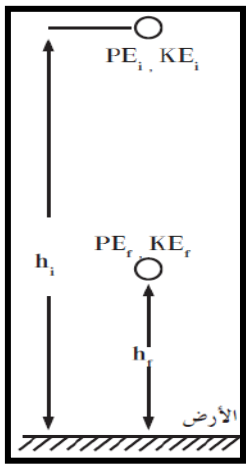
$$* h = L\text{-}L' = L\text{-}L\cos\theta = L(1 - \cos\theta)$$

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

$$* ME = KE + PE$$

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

ب) مستعيناً بالشكل المقابل ... أثبت أن :



في الانظمة المعزولة يكون التغير في الطاقة الكامنة يساوي معكوس التغير في الطاقة الحركية

$$* \Delta ME = 0$$

$$* ME_i = ME_f$$

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

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

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

ج) استنتج معادلة حساب التغير في الطاقة الميكانيكية في نظام معزول بدلالة قوة الاحتكاك .

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

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

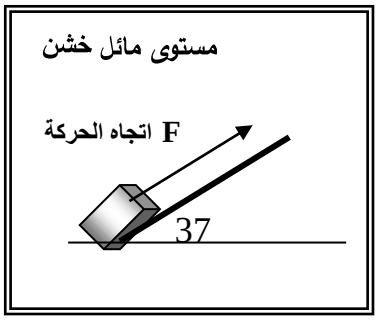
$$* W_f = \Delta U$$

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

السؤال السابع :-

حل المسائل التالية : -

(1) تم رفع جسم كتلته kg (6) من أسفل سطح مستوى مائل خشن بفعل قوة موازية للمستوى المائل مقدارها N (80) ليصل لقمة المستوى بعد قطع مسافة m (18) , فاذا علمت أن قوة الاحتكاك بين الجسم و سطح المستوى المائل تعادل ثلث وزنه , أوجد : $f = \frac{1}{3} mg = \frac{1}{3} \times 6 \times 10 = 20\ N$



$h = d \sin\Theta = 18 \sin 37 = 10.8$

أ- الشغل الذي بذلته تلك القوة .

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

ب- طاقة الوضع التثاقلية وهو أعلى المستوى .

$$PE = mgh = 6 \times 10 \times 10.8 = 648\ J$$

ج- الشغل الناتج عن وزن الجسم.

$$W_w = - mgh = - 6 \times 10 \times 10.8 = - 648\ J$$

د- الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك.

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

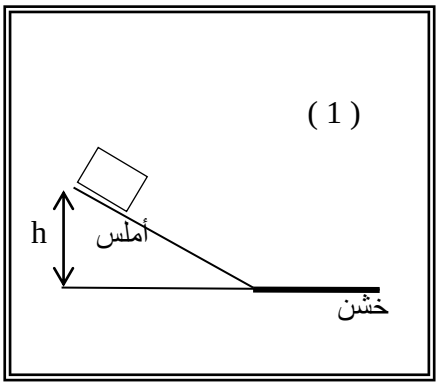
هـ- الشغل الكلي المبذول

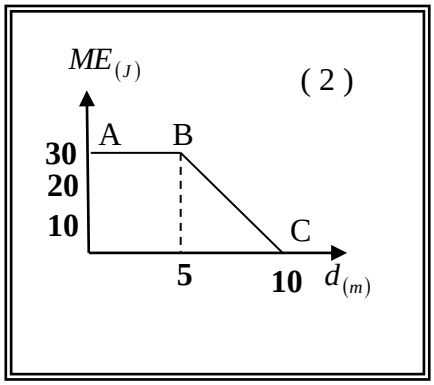
$$W_T = W_1 + W_2 + W_3 = (1440) + (- 648) + (- 360) = 432\ J$$

و- التغير في طاقة حركة الجسم .

$$W_T = \Delta K = 432\ J$$

(2) جسم كتلته kg (5) تحرك من السكون من أعلى نقطة على سطح مستوى مائل أملس , يتصل بسطح أفقي خشن كما بالشكل (1) ، ومثلنا علاقة الطاقة الميكانيكية (ME) للجسم مع ازاحته (d) بيانيا , فحصلنا على الخط البياني ABC كما بالشكل (2) , اعتمادا على هذا الشكل أوجد:





أ- ارتفاع المستوى المائل .

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

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

ب- مقدار سرعة الجسم عند نهاية المستوى المائل .

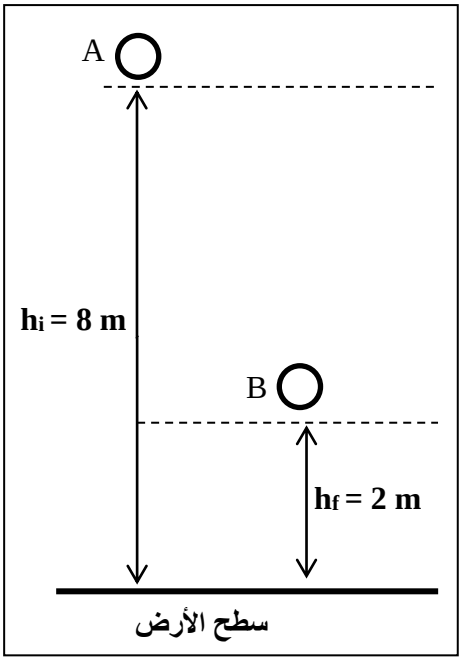
$$ME_B = mgh_B + \frac{1}{2} mV_B^2$$

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

ج- مقدار قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح الأفقي .

$$ME_C - ME_B = -f d_{BC}$$

$$0 - 30 = -f \times (10 - 5) \quad \Rightarrow \quad f = 6\ N$$



(3) سقط جسم كتلته (3) kg سقوطا" حرا" نحو الأرض من النقطة (A)

علما بأن ($g = 10\ m/s^2$) . أحسب :

أ- مقدار التغير في طاقة الوضع التثاقلية للجسم عندما يصل الى النقطة (B)

$$\Delta PE = mg\,(h_f - h_i) = 3 \times 10 \times (2 - 8) = -180\ J$$

ب- الشغل الذي بذله الجسم أثناء سقوطه من (A) الى (B)

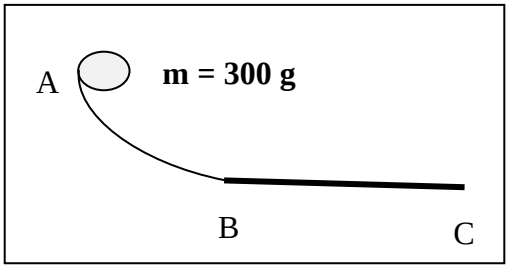
$$W_w = -\Delta PE = +180\ J$$

ج- سرعته لحظة وصوله للنقطة (B) .

$$\Delta KE = -\Delta PE = +180\ J$$

$$\Delta KE = \tfrac{1}{2}\, m\,(V_f^2 - V_i^2)$$

$$180 = \tfrac{1}{2} \times 3 \times (V_f^2 - 0) \qquad V_f = 10.9\ m/s$$



(4) في الشكل الموضح الجزء (AB) هو ربع دائرة نصف قطره (1) m افلت جسم كتلته (300) g عند النقطة (A) وينزلق بدون احتكاك الى أن يصل للنقطة (B) . احسب :

أ- سرعة الجسم عند النقطة (B) وهي أخفض نقطة من ربع الدائرة .

$$ME_A = ME_B$$

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

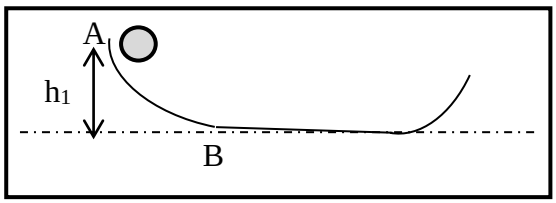
$$0 + 0.3 \times 10 \times 1 = \frac{1}{2} \times 0.3 \times V_B^2 + 0 \quad \Rightarrow \quad V_B = 4.47\ m/s$$

ب- الجزء الأفقي (BC) خشنا" اذا توقف الجسم عن الحركة عند نقطة (C) التي تبعد (3) m . أوجد قوة الاحتكاك

$$ME_C - ME_B = -W_f$$

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

$$(0 + 0) - \left(\frac{1}{2} \times 0.3 \times 4.47^2 + 0\right) = -f \times 3 \quad \Rightarrow \quad f = 1\ N$$



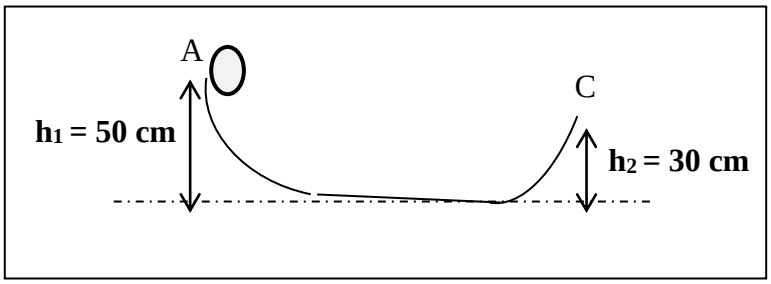
(5) في الشكل الموضح خرزة تنزلق على سلك كم يجب أن يكون الارتفـاع (h_1) ان كـان على الخرزة المنطلقة من (A) من حالـة السكون أن تكتسب سرعة قدرها (20) m/s عند (B) (بإهمال الاحتكاك) .

$$ME_A = ME_B$$

$$\frac{1}{2}\cancel{m}\,V_A^{\,2} + \cancel{m}\,g h_A = \frac{1}{2}\cancel{m}\,V_B^{\,2} + \cancel{m}\,g h_B$$

$$0 + 10 \times h_A = \frac{1}{2} \times 20^2 + 0 \qquad \Rightarrow \qquad h_A = 20 \text{ m}$$

(6) في الشكل الموضح :



اذا كان طـول السلك من (A) الى (C) يساوي (400) cm أفلتت خرزة كتلتها (30) g من (A) على السلك الى أن تصل (C) وتتوقف . احسب مقدار قوة الاحتكاك التي تعاكس حركة الخرزة .

$$ME_A - ME_A = -W_f$$

$$\left(\frac{1}{2}mV_C^{\,2} + mgh_C\right) - \left(\frac{1}{2}mV_A^{\,2} + mgh_A\right) = -f\,d_{AC}$$

$$(0 + 0.03 \text{ X } 10 \text{ X } 0.3) - (0 + 0.03 \text{ X } 10 \text{ X } 0.5) = -f \times 4$$

$$f = 0.015 \text{ N}$$

الوحدة الأولي : الحركة

الفصل الثاني : ميكانيكا الدوران

الدرس (2 – 1) :عزم القوة اوعزم الدوران

السؤال الأول :

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

1- كمية فيزيائية تعبر عن مقدرة القوة على احداث حركة دورانية للجسم حول محور الدوران . (عزم القوة)

2- حاصل ضرب مركبة القوة العمودية على الرافعة في ذراع القوة . (عزم القوة)

3- المسافة من محور الدوران الى نقطة تأثير القوة . (ذراع العزم)

4- القاعدة المستخدمة لتحديد اتجاه عزم القوة . (قاعدة اليد اليمني)

5- حالة العزوم عندما تكون محصلة جمع العزوم تساوي صفر. (العزوم المتزنة)

6- حالة الجسم عندما تكون محصلة جمع العزوم المؤثرة عليه تساوي صفر وتكون محصلة جمع القوي المؤثرة عليه تساوي صفر . (الاتزان الدوراني)

7- الموضع بالجسم الذي تكون عنده محصلة عزوم قوة الجاذبية المؤثرة في الجسم تساوي صفر . (مركز ثقل الجسم)

8- قوتين متساويتين بالمقدار ومتعاكستان بالاتجاه وليس لهما خط عمل (الازدواج)

9- محصلة عزم قوتين متساويتين مقدارا و متعاكستين اتجاها . (عزم الازدواج)

السؤال الثاني :

ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة علمياً ، وعلامة (X) أمام العبارة غير الصحيحة علمياً :

1- اتجاه عزم القوة يكون موجبا عندما يؤدي الى الدوران عكس اتجاه حركة عقارب الساعة . (√)

2- اتجاه عزم القوة يكون سالبا عندما يؤدي الى الدوران عكس اتجاه حركة عقارب الساعة . (X)

3- اتجاه عزم القوة يكون سالبا عندما يؤدي الى الدوران مع اتجاه حركة عقارب الساعة . (√)

4- اتجاه عزم القوة يكون موجبا عندما يؤدي الى الدوران مع اتجاه حركة عقارب الساعة . (X)

5- اذا اثرت على كرة قوة تمر بمركز ثقلها فان الكرة تدور . (X)

6- اذا اثرت على كرة قوة لا تمر بمركز ثقله فان الكرة تدور . (X)

7- اذا كان خط عمل القوة المؤثرة على جسم قابل للدوران حول محور يمر بمحور الدوران فإن عزم القوة أكبر ما يمكن . (X)

8- عزم الازدواج الذي يخضع له جسم قابل للدوران حول محور يمر بمنتصفه يساوي مثلا عزم إحدى القوتين المحدثتين له . (√)

9- عزم الازدواج يساوي حاصل ضرب إحدى القوتين في طول ذراع الازدواج (√)

10- كل جسم يدور حول محور لابد وأن يخضع لازدواج يقوم بإداراته . (√)

السؤال الثالث :-

أكمل العبارات التالية بما تراه مناسباً :

1- الشرط الضروري لتحقيق الاتزان الدوراني هو محصلة العزوم تساوي صفر ومحصلة القوي تساوي صفر

2- عزم القوة يساوي عددياً حاصل ضرب القوة في البعد بين نقطة تأثيرها و محور الدوران

3- يعتبر عزم القوة من الكميات الفيزيائية المتجهة

4- يحدد اتجاه العزم باستخدام قاعدة اليد اليمني

5- يكون اتجاه عزم القوة موجبا عندما يكون اتجاه الدوران عكس عقارب الساعة

وسالبا عندما يكون اتجاه الدوران مع عقارب الساعة

6- يزداد الأثر الدوراني للقوة الخارجية كلما زاد ذراع القوة .

7- يمكن فك أو حل الصواميل والبراغي بسهولة عند استخدام مفاتيح ذات أذرع طويلة

8- يتوقف مقدار العزم الدوراني لقوة خارجية على مقدار القوة والبعد بين نقطة تأثير القوة ومحور الدوران .

9- إذا كان عمل القوة المؤثرة على جسم قابل للدوران حول للدوران حول محور مواز لمحور الدوران

فإن عزم هذه القوة يكون صفر

10- يتكون الازدواج من قوتين متوازيتين و متساويتين مقدارا و متعاكستين اتجاها .

11- القوة العمودية تبذل جهد أقل وفعل رافعة أكبر

12- اتجاه عزم القوة نستخدم قاعدة اليد اليمنى حيث الإبهام يشير الى اتجاه عزم القوة

والأصابع تشير الى اتجاه الدوران

13- حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهي القوة فى ذراعها يساوي عزم القوة

14- عند وجود مركز ثقل الجسم خارج القاعدة الحاملة له سيجعله ينقلب بسبب وجود عزم قوة

15- الموضع الذى يكون عنده عزم قوة الجاذبية المؤثرة في جسم صلب تساوى صفر هو مركز الثقل

السؤال الرابع :

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

1- يعتمد اتزان الميزان الذي يعمل بالأوزان المنزلقة على :

❐ تساوي الأبعاد ❐ اتزان الأوزان ❐ تساوي القوي ■ اتزان العزوم

2- عزم القوة يتوقف على :

❐ القوة المؤثرة ❐ ذراع العزم

❐ الزاوية بين القوة والذراع ■ جميع ما سبق

3- إحدى الصفات التالية لا تنطبق على عزم القوة :

❐ كمية متجهة ■ كمية قياسية ❐ كمية سالبة ❐ كمية موجبة

4- جسم قابل للدوران حول محور و أثرت عليه قوة مقدارها N (10) على بعد m (0.5) من محور الدوران باتجاه موازى لمحور الدوران فإن عزم القوة بوحدة N.m يساوى :

■ صفر ❐ 5 ❐ 10.5 ❐ 20

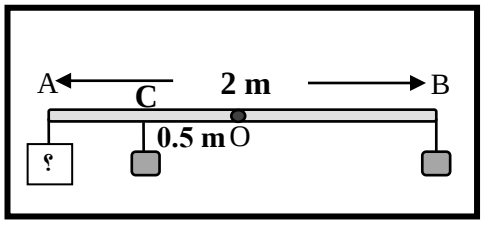
5- أثرت قوة مقدارها N (8) على جسم قابل للدوران باتجاه يصنع (30^o) وعلى بعد m (1) من محور الدوران فيكون عزم الدوران بوحدة N .m يساوى :

■ 4 ❐ 8 ❐ 16 ❐ 240

6- قضيب معدني متجانس طوله m (8) ووزنه N (40) يستند بإحدى نقاطه على رأس مدبب علق في إحدى نهايته ثقل قدره N (40) فإذا اتزن القضيب أفقيا فإن بعد نقطة الإسناد عن الثقل المعلق بوحدة المتر :

❐ صفر ■ 2 ❐ 4 ❐ 6

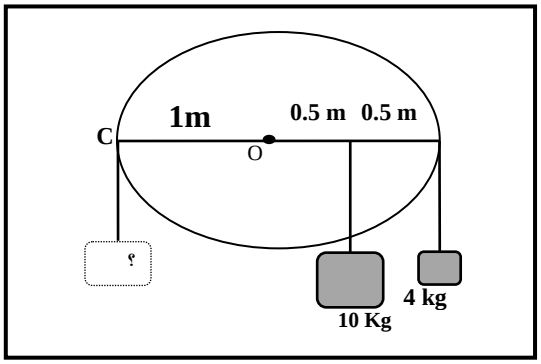
7- ساق متجانسة ومنتظمة المقطع ومهملة الوزن (A B) طولها m (2) وتستند على محور عند النقطة (O) بمنتصف الساق كما هو موضح بالشكل , علق $(2kg)$ عند النقطة (B) و$(2kg)$أخرى عند النقطة (C) بمنتصف المسافة (OA) فلكي تتزن الساق أفقياً يجب أن يعلق عند النقطة (A) كتلة مقدارها بوحدة الكيلوجرام :



❐ 0.5 ■ 1

❐ 1.5 ❐ 2

8- حتى لا يدور القرص الموضح في الشكل المجاور فيجب أن نعلق عند النقطة (C) كتلة مقدارها بوحدة الكيلوجرام :



❐ 7 ■ 9

❐ 12 ❐ 14

السؤال الخامس :-

(أ) قارن بين كل مما يلي حسب وجه المقارنة المطلوب في الجدول التالي :

وجه المقارنة	عزم القوة	عزم الازدواج
التعريف	كمية فيزيائية تعبر عن مقدرة القوة على احداث حركة دورانية للجسم حول محور الدوران .	محصلة عزم قوتين متساويتين مقدارا و متعاكستين اتجاها .
ذراع العزم	المسافة بين القوة ومحور الدوران	المسافة العمودية بين القوتين
وجه المقارنة	العزم السالب	العزم الموجب
اتجاه الحركة	مع عقارب الساعة	عكس عقارب الساعة

(ب) : أذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

1- عزم القوة

مقدار القوة - طول ذراع القوة - الزاوية بينهما

2- عزم الازدواج

أحد القوتين - طول ذراع الازدواج

(ج) : علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً سليماً :

1- العزم كمية متجهه .

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

2- لا يدور (يتزن) الجسم القابل للدوران عندما يكون خط عمل القوة موازيا لطول ذراع القوة .

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

3- يصعب فك صامولة باستخدام مفتاح صغير .

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

4- يلزم استخدام عصا طويلة لتريك صخرة كبيرة

5- استخدام مفتاح ذا ذراع طويلة عند فتح صواميل إطارات السيارات

6- يوضع مقبض الباب عند الطرف البعيد عن محور الدوران .

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

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

8- سهولة فك البرغي عند استخدام مفك له قاعدة ذات قطر كبير.

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

9- مفتاح فك الصواميل يكون خاضعا لازدواج يعمل على إدارته بالرغم من إننا نشاهد قوة وحيدة تؤثرعليه.

لوجود قوة رد فعل للصواميل معاكسة للقوة الأصلية

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

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

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

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

12- يمكن الحصول على قيم متعددة لعزم القوة رغم ثبات مقدار القوة

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

السؤال السادس :

ب- ماذا يحدث في الحالات التالية :

1- عند دفعك لباب الغرفة عموديا على مستوى الباب .

الباب يدور

2- إذا حاولت أن تلمس أصابعك قدميك وأنت واقف وظهرك وكعبا قدميك ملاصقان للحائط .

ينقلب الجسم

3- عند ركل كرة القدم من نقطة على خط مستقيم مع مركز ثقلها .

تتحرك الكرة حركة خطية

4- عند ركل كرة القدم أسفل مركز ثقلها أو فوقه.

تتحرك الكرة حركة دورانية و خطية

5- عندما يقع الجسم تحت تأثير ازدواجان متساويان مقداراً ومتضادان اتجاهاً

الجسم لا يدور

6- لجسم صلب عندما تؤثر عليه قوتين متساويتين بالمقدار ومتضادتان بالاتجاه وليس لهما خط عمل واحد .

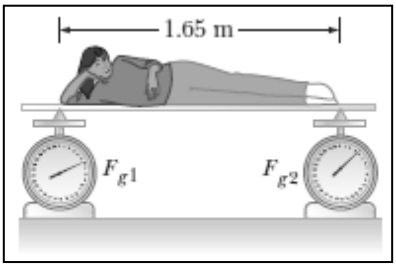
الجسم يدور

7- لباب غرفة مقفل عند التأثير عليه بقوة كبيرة جدا وتمر بمحور الدوران .

الباب لا يدور

السؤال السابع :

حل المسائل التالية : -



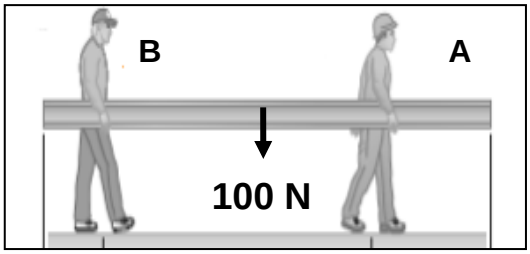
(1) بالشكل المجاور إذا كان طول الرجل m (1.65) وكانت قراءة الميزان عند الرأس N (380) وقراءة الميزان عند القدم N (320) فاحسب بعد مركز الثقل للرجل عن رأسه.

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

$$F_1 d_1 = F_2 d_2$$

$$380 \times d_1 = 320 \times (1.65 - d_1)$$

$$d_1 = 0.75 \text{ m}$$



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

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

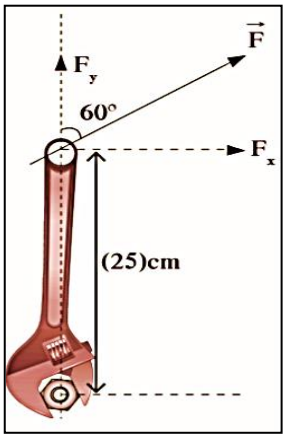
$$F_A d_A = F_B d_B$$

$$F_A \times 2 = (100 - F_A) \times 3$$

$$F_A = 60 \text{ N} \qquad F_B = 40 \text{ N}$$

(3) احسب مقدار عزم القوة التي تبذلها يدك عندما تربط صامولة بمفك ربط علما بان طول ذراع القوة يساوي (200) mm ومقدار القوة يساوى (100) N والزاوية بين القوة وذراعها (45) .

$$\tau = F\, d \sin\Theta = 100 \times 0.2 \times \sin 45 = 14.14 \text{ N.m}$$



(4) تحتاج صامولة في محرك السيارة إلي عزم قوة مقداره 40 N m لتشد جيدا تستخدم مفك ربط طوله 25 cm و تشده بقوه كما هو مبين بالشكل .احسب مقدار القوه التي يجب ان تبذلها كي تثبت الصامولة .

$$\tau = F\, d \sin\Theta$$

$$40 = F \times 0.25 \sin 60$$

$$F = 185 \text{ N}$$

الوحدة الأولي : الحركة

الفصل الثاني : ميكانيكا الدوران

الدرس (2 – 2) : القصور الذاتي الدوراني

السؤال الأول :

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

1- مقاومة الجسم لتغير حركته الدورانية (القصور الذاتي الدوراني)

2- ميل الأجسام التي تدور إلى الاستمرار في الدوران في حين تميل الأجسام الساكنة الى البقاء ساكنة (القصور الذاتي الدوراني)

3- مقدار فيزيائي يلزم لتغيير الحالة الدورانية لحركة الجسم (عزم القوة)

4- نظرية تقوم بحساب القصور الذاتي الدوراني حول محور مواز للمحور المار بمركز الثقل بالنسبة إلى القصور الذاتي الدوراني له حول المحور المار بمركز ثقله (نظرية المحور الموازي)

السؤال الثاني :

ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة علمياً ، وعلامة (X) أمام العبارة غير الصحيحة علمياً :

1- القصور الذاتي الدوراني للجسم ليس بالضرورة كميه محددة للجسم نفسه . (√)

2- القصور الذاتي الدوراني للجسم يكون اكبر عندما تتوزع الكتلة نفسها داخل الجسم بتقارب عن محور الدوران (X)

3- القصور الذاتي الدوراني للجسم يكون اقل عندما تتوزع الكتلة نفسها داخل الجسم بتقارب عن محور الدوران (√)

4- القصور الذاتي الدوراني للجسم يكون اكبر عندما تتوزع الكتلة نفسها داخل الجسم بتباعد عن محور الدوران (√)

5- عندما يدور جسم حول محور يمر بمركزه ينعدم قصوره الذاتي الدوراني . الإجابة الصحيحة $I=I_O$ (X)

6- يختلف القصور الذاتي لصفيحة مستطيلة رقيقة اذا اختلف موضع محور الدوران. (√)

7- يزداد القصور الذاتي الدوراني للبهلوان المتحرك على السلك عندما يمسك بيده عصا طويلة . (√)

8- القصور الذاتي الدوراني لعصا تدور حول مركز ثقلها أكبر من قصورها الذاتي الدوراني عندما تدور حول محور يمر بأحد أطرافها . (X)

9- تملك كرتان الكتلة نفسها والقطر نفسه ولكن أحدهما مصمتة والأخرى مجوفة, فيكون لهما نفس القصور الذاتي الدوراني عندما تدوران حول محور يمر بمركز كتلتهما . (X)

السؤال الثالث :-

أكمل العبارات التالية بما تراه مناسباً :

1- تميل الأجسام التي تدور الى الاستمرار في الدوران

2- المسبب لتسارع الأجسام هي القوة والمسبب لدورانها هو عزم القوة

3- مقاومة الجسم للتغير فى حالته الحركية الدورانية يسمى القصور الذاتي الدوراني

4- القصور الذاتي الدوراني للبندول القصير أقل من القصور الذاتي الدوراني للبندول الطويل .

5- الكلب ذو القوائم الصغيرة له قصور ذاتي دوراني أقل من القصور الذاتي الدوراني للغزال .

6- يتوقف القصور الذاتي الدوراني على كتلة الجسم و بعد الكتلة عن محور الدوران و شكل الجسم وتوزيع الكتلة

7- القصور الذاتي الدوراني لعصا تدور حول محور يمر بمركز كتلتها أقل منه عندما تدور حول أحد أطرافها

8- لحساب القصور الذاتي الدوراني لجسم يدور حول محور يوازى المحور الذي يمر بمركز الكتلة نستخدم نظرية المحور الموازي (هوغنس)

9- القانون المستخدم لحساب القصور الذاتي الدوراني بالنسبة الى محور موازى للمحور المار بمركز الكتلة هو $I = I_0 + md^2$

10- أسطوانة مصمتة كتلتها (3) kg وقطرها (20) cm وتتدحرج على منحدر وحيث ان ($I = \frac{1}{2} MR^2$) فإن القصور الذاتي الدوراني لها بوحدة $kg.m^2$ يساوى 0.015

السؤال الرابع :

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

1- يتوقف القصور الذاتي الدوراني على :

- ☐ موضع محور الدوران بالنسبة لمركز الكتلة
- ☐ توزيع الكتلة و شكل الجسم
- ☐ مقدار كتلة الجسم فقط
- ■ جميع ما سبق

2- عصا طولها m (1) وكتلتها kg (4) قصورها الذاتي الدوراني حول محور يمر بمركز كتلتها $(20)\ kg.m^2$ فيكون القصور الذاتي الدوراني حول محور يمر بأحد طرفيها بوحدة $kg.m^2$ مساويا :

- ☐ 20
- ■ 21
- ☐ 24
- ☐ 80

3- عصا طولها (L) مهملة الكتلة تنتهي بكتلتين متساويتين مقدار كل منهما (m) تدور حول مركز كتلتها فيكون القصور الذاتي الدوراني مساويا : $(I_o = mL^2)$

- ☐ $\frac{1}{4}mL^2$
- ■ $\frac{1}{2}mL^2$
- ☐ mL^2
- ☐ $2mL^2$

4- وضعت أربع كتل متساوية مقدار كل منها (2) kg على رؤوس إطار معدني مربع مهمل الوزن طول ضلعه $10\sqrt{2}$ m فيكون القصور الذاتي الدوراني حول محور عمودي يمر بنقطة تقاطع قطري المربع بوحدة $kg.m^2$:

☐ 200 ☐ 400 ☐ 600 ■ 800

5- إذا وضع قرص مصمت وحلقة معدنية لهما نفس الكتلة على قمة مستوى مائل املس وتركا لينزلقا فإن :

■ القرص يصل أولا ☐ يصلان معا

☐ الحلقة تصل أولا ☐ لا توجد إجابة صحيحة

6- يعتبر ثنى الساقين عند الجري مهما حيث أنه :

☐ يزيد القصور الذاتي ☐ يجعل القصور الذاتي ثابتا

■ يقلل القصور الذاتي ☐ جميع ما سبق

7- الكتلة والقصور الذاتي الدوراني لهما مفهوم متقارب وتختلف في أن :

☐ الكتلة ثابتة فقط

☐ القصور الذاتي متغير

☐ الكتلة والقصور الذاتي الدوراني ثابتان

■ الكتلة ثابتة والقصور الذاتي الدوراني متغير

8- قرص القصور الذاتي الدوراني حول مركز ثقله يحسب من العلاقة $\left(I_0 = \frac{1}{2}MR^2\right)$ وبذلك فان القصور الذاتي الدوراني له حول محور يمر بنقطة تقع على الحافة الخارجية له تحسب من العلاقة :

☐ $\left(I = \frac{1}{2}MR^2\right)$ ☐ $\left(I = \frac{3}{4}MR^2\right)$

■ $\left(I = \frac{3}{2}MR^2\right)$ ☐ $(I = MR^2)$

السؤال الخامس :

(أ) قارن بين كل مما يلي حسب وجه المقارنة المطلوب في الجدول التالي :

وجه المقارنة	كتلته كبيرة	كتلته صغيرة
القصور الذاتي الدوراني لبندول	أكبر	أقل
وجه المقارنة	طوله كبير	طوله صغير
القصور الذاتي الدوراني لبندول	أكبر	أقل
وجه المقارنة	القصور الذاتي	القصور الذاتي الدوراني
التعريف	مقاومة الجسم لتغيير في حركته الخطية	مقاومة الجسم لتغيير في حركته الدورانية
وحدة القياس	Kg	$kg \cdot m^2$

(ب) : أذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

القصور الذاتي الدوراني

كتلة الجسم و بعد الكتلة عن محور الدوران و شكل الجسم وتوزيع الكتلة

(ج) : علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً سليماً :

1- يسهل عليك الجري وتحريك قدمك الى الأمام و الخلف عند ثنيهما قليلا .

لأن يقل بعد الكتلة عن محور الدوران و يقل عزم القصور الذاتي الدوراني

2- البندول القصير يتحرك الي الامام والخلف اكثر من تحرك البندول الطويل .

لأن البندول القصير له قصور ذاتي دوراني أقل من البندول الطويل

3- الكلب ذو القوائم الصغيرة يتحرك اسرع من الغزال .

الحيوانات ذات القوائم القصيرة يقل بعد الكتلة عن محور الدوران ويقل القصور الذاتي الدوراني وتتحرك بسرعة أكبر

السؤال السادس :

حل المسائل التالية :

1- اربعة جسيمات متساوية الكتلة كل منها (100 g) مثبته عند اركان مربع بواسطة اطار خفيف مهمل الوزن وطول ضلع المربع (80 cm) , فاذا علمت ان القصور الذاتي الدوراني لجسيم كتلته (M) حول نقطة على بعد (R) من الجسيم تعطى بالعلاقة $(I = MR^2)$. احسب : عزم القصور الذاتي الدوراني للأربعة جسيمات حول محور عمودي على السطح المربع ويمر بنقطة تقاطع قطري المربع .

$$2R = \sqrt{0.8^2 + 0.8^2} = 1.13$$

$$R = \frac{1.13}{2} = 0.56\,m$$

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

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

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

2- قرص كبير أفقى يدور على محور رأسى يمر خلال مركزه . اذا كان القصور الذاتي الدوراني للقرص ($I = 4000\ kg.m^2$) وعندما سقط عليه شخص كتلته (90) kg من فرع شجرة معلق . استقر الشخص عند نقطة على بعد (3)m من محور الدوران . احسب عزم القصور الذاتي الجديد للمجموعة (قرص و رجل) علما بان $\left(I_{جسيم} = MR^2\right)$

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

الوحدة الأولى : الحركة

الفصل الثاني : ميكانيكا الدوران

الدرس (2 – 3 (ديناميكا الدوران).

السؤال الأول :

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

1- الحركة التي يقطع فيها الجسم على محيط دائرة أقواساً متساوية في أزمنة متساوية (الحركة الدائرية منتظمة السرعة)

2- الحركة التي يعملها الجسم بحيث يمسح نصف القطر زوايا متساوية في أزمنة متساوية . (الحركة الدائرية منتظمة السرعة)

3- الحركة التي يعملها الجسم بحيث يدور بسرعة زاوية ثابتة المقدار (الحركة الدائرية منتظمة السرعة)

4- الحركة التي يدور فيها الجسم بسرعة زاوية متغيرة بانتظام بالنسبة للزمن (الحركة الدائرية منتظمة العجلة)

5- نظام من الجزيئات تبعد عن بعضها بعضا مسافات ثابتة ويكون ثابت الشكل لا يتغير شكلة بتأثير القوى الخارجية أو عزوم القوى (الجسم المصمت)

6- يبقى الجسم الساكن ساكناً, و الجسم المتحرك يستمر في حركته الدورانية المنتظمة ما لم يؤثر عليهما عزم قوة خارجية . (القانون الأول لنيوتن للحركة الدورانية)

7- محصلة عزوم القوى الخارجية المؤثرة في النظام حول محور دوران ثابت تساوي حاصل ضرب العجلة الدورانية و القصور الذاتي الدوراني . (القانون الثاني لنيوتن للحركة الدورانية)

8- لكل عزم قوة, عزم قوة مضاد له يساويه في المقدار ويعاكسه في الاتجاه . (القانون الثالث لنيوتن للحركة الدورانية)

9- حاصل ضرب عزم القوة في الازاحة الزاوية الناتجة عنه . (الشغل في الحركة الدورانية)

10- نصف حاصل ضرب القصور الذاتي الدوراني للجسم في مربع السرعة الدورانية له . (الطاقة الحركية الدورانية)

11- حاصل ضرب عزم القوة في السرعة الدورانية الناتجة عنه. (القدرة في الحركة الدورانية)

السؤال الثاني :

ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة علمياً ، وعلامة (X) أمام العبارة غير الصحيحة علمياً :

1- عندما يدور الجسم بسرعة زاوية ثابتة المقدار فإنه يتحرك حركة دورانية منتظمة السرعة . (√)

2- عندما تتغير السرعة الزاوية للجسم المتحرك تغيراً منتظماً بالنسبة للزمن فإنه يتحرك حركة دورانية منتظمة السرعة . (X)

3- يكون الجسم في حالة حركة دورانية منتظمة السرعة عندما يمسح نصف القطر زوايا متساوية في أزمنة متساوية . (√)

4- يكون الجسم مصمتاً إذا كان مفرغاً من الداخل وتتغير أبعاده عند التأثير عليه بقوى خارجية (X)

5- الحركة الدورانية المنتظمة لجسم مصمت تتمثل بحركة مركز ثقله . (X)

6- القوانين الثلاثة لنيوتن في الحركة الخطية يمكن تطبيقها على الحركة الدورانية . (√)

7- الجسم المتحرك يستمر في حركته الدورانية المنتظمة ما لم يؤثر عليه عزم قوة خارجية . (√)

8- زمن وصول الاسطوانة المفرغة إلى أسفل منحدر لا يختلف إذا كانت مصمتة لها نفس الكتلة ونصف القطر . (X)

9- الجسم الساكن يستطيع تدوير نفسه من السكون أو تغيير حركته الدورانية . (X)

10- لكل عزم قوة, عزم قوة مضاد له يساويه في المقدار ويوافقه في الاتجاه . (X)

11- تدوير عجلة مسننة في اتجاه معين يجعل عجلة مسننة أخرى متداخلة معها تدور في اتجاه معاكس. (√)

12- إذا كانت إشارة العجلة الزاوية موجبة فإن السرعة الزاوية تكون ثابتة . (X)

13- الطاقة الحركية الدورانية تساوي حاصل ضرب القصور الذاتي الدوراني للجسم ومربع السرعة الدورانية . (X)

14- حاصل ضرب عزم القوة في الازاحة الزاوية الناتجة عنه يمثل الشغل في الحركة الدورانية . (√)

السؤال الثالث :-

أكمل العبارات التالية بما تراه مناسباً :

1- عندما يدور الجسم بسرعة زاوية ثابتة فإنه يتحرك حركة دورانية منتظمة

2- عندما تتغير السرعة الزاوية للجسم المتحرك تغيراً منتظماً بالنسبة للزمن فإنه يتحرك حركة دورانية منتظمة العجلة

3- يستمر الجسم المتحرك في حركته الدورانية عندما لا نؤثر عليه بعزم قوة خارجية .

4- يكون الجسم مصمتاً عندما لا تتغير أبعاده عند التأثير عليه بقوى خارجية .

5- الجسم المتحرك يستمر في حركته الدورانية المنتظمة العجلة عندما لا يؤثر عليه عزم قوة خارجي

6- الجسم الساكن لا يستطيع تدوير نفسه من السكون .

7- لكل عزم قوة عزم القوة يساويه في المقدار ويعاكسه في الاتجاه .

8- تنعدم العجلة الزاوية للجسم الذي يدور إذا كانت السرعة الزاوية منتظمة .

9- محصلة عزوم القوى الخارجية المؤثرة في النظام حول محور دوران ثابت

تساوي حاصل ضرب العجلة الدورانية و القصور الذاتي الدوراني

10- ينتج الشغل من حاصل ضرب عزم القوة في الازاحة الزاوية .

11- القدرة في الحركة الدورانية تساوي حاصل ضرب عزم القوة و السرعة الزاوية

السؤال الرابع :-

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

1- تكون حركة الجسم حركة دورانية منتظمة إذا كان الجسم يقطع :

☐ مسافات متساوية في أزمنة متساوية. ☐ مسافات متساوية في أزمنة متزايدة.

■ أقواساً متساوية في أزمنة متساوية. ☐ أقواساً متساوية في أزمنة متزايدة.

2- تكون حركة الجسم حركة دورانية منتظمة العجلة إذا كان الجسم يقطع :

☐ مسافات متساوية في أزمنة متساوية. ☐ مسافات متساوية في أزمنة متناقصة .

☐ أقواساً متساوية في أزمنة متساوية. ■ أقواساً متساوية في أزمنة متناقصة.

3- يكون الجسم مصمتاً إذا كان :

☐ له شكل غير ثابت . ☐ يتغير شكله بتأثير القوي الخارجية عليه.

☐ له حجم غير ثابت. ■ لا يتغير شكله بتأثير القوي الخارجية عليه.

4- يبقى الجسم الساكن ساكناً والجسم المتحرك يستمر في حركته الدورانية ما لم يؤثر عليهما عزم قوة خارجية :

☐ قانون القصور الذاتي. ■ قانون القصور الذاتي الدوراني.

☐ القانون الثاني لنيوتن في الحركة الدورانية. ☐ القانون الثالث لنيوتن في الحركة الدورانية.

5- لكل عزم قوة, عزم قوة مضاد له يساويه في المقدار و يعاكسه في الاتجاه :

☐ قانون القصور الذاتي. ☐ قانون القصور الذاتي الدوراني.

☐ القانون الثاني لنيوتن في الحركة الدورانية ■ القانون الثالث لنيوتن في الحركة الدورانية

6- يمكن التعبير عن القانون الثاني لنيوتن في الحركة الدورانية بالصيغة الرياضية التالية:

■ $\sum \tau = I.\theta''$ ☐ $\sum F = I.\theta''$ ☐ $F = m.a$ ☐ $\sum I = \tau.\theta''$

7- بدأت كتلة قصورها الذاتي الدوراني $kg.m^2$ (0.5) من السكون فأصبحت سرعتها الدورانية rad/s (4)

بعد مرور ثانيتين ، فإن محصلة عزوم القوى الخارجة المؤثرة عليه بوحدة (N.m) يساوي :

■ 1 ❐ 2 ❐ 4.5 ❐ 8

8- القصور الذاتي الدوراني لبرغي $kg.m^2$ (0.4) أثر عليه عزم ازدواج ثابت مقداره N.m (1.6) بعكس اتجاه الدوران أدى لتوقفه ، فإن مقدار العجلة الدورانية التي دار بها بوحدة (rad/s^2) يساوي :

❐ - 0.25 ❐ 0.4 ❐ 0.64 ■ - 4

9- حبل ملفوف حول قرص نصف قطره m (0.25) يكون الشغل مقدراً بوحدة الجول والناشئ عن سحبه لمسافة m (2) بقوة ثابتة قدرها N (40) مساوياً :

❐ 0.5 ❐ 10 ❐ 20 ■ 80

10- الطاقة الحركية الدورانية بوحدة الجول لجسم القصور الذاتي الدوراني له $kg.m^2$ (25) يدور بمعدل ثابت مقداره rev/s (2) يساوي :

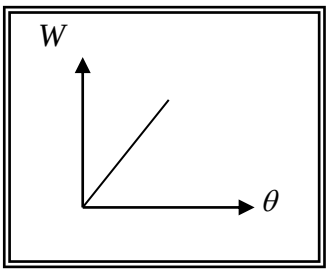
❐ $25\pi^2$ ❐ $100\ \pi^2$ ❐ $159\ \pi^2$ ■ $200\ \pi^2$

11- ميل المنحنى البياني الممثل للعلاقة بين الطاقة الحركية الدورانية (KE) ومربع السرعة الدورانية لجسم يدور بمعدل ثابت يمثل :

❐ القصور الذاتي الدوراني للجسم. ❐ القصور الذاتي للجسم.

■ نصف القصور الذاتي الدوراني للجسم. ❐ القدرة.

12- ميل المنحنى البياني الممثل للعلاقة بين الإزاحة الزاوية (θ) والشغل المبذول لدوران جسم (W) بمعدل ثابت يمثل :



❐ القصور الذاتي الدوراني للجسم. ❐ كتلة الجسم.

■ عزم القوة . ❐ القدرة.

السؤال الخامس :-

(أ) أذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

1- الشغل الناتج عن عزم قوة منتظمة .

عزم القوة - الازاحة الزاوية

2- الطاقة الحركية الدورانية .

القصور الذاتي الدوراني - السرعة الزاوية

3- القدرة الناشئة عن عزم القوة الدورانية .

عزم القوة - السرعة الزاوية

(ب) قارن بين كل مما يلي حسب وجه المقارنة المطلوب في الجدول التالي :

وجه المقارنة	القانون الأول لنيوتن للحركة الخطية	القانون الأول لنيوتن للحركة الدورانية
بالنسبة للجسم الساكن	يبقي ساكن	يبقي ساكن
بالنسبة للجسم المتحرك	يبقي متحركاً في خط مستقيم	يبقي متحركاً في حركته دورانية
وجه المقارنة	القانون الثاني لنيوتن للحركة الخطية	القانون الثاني لنيوتن للحركة الدورانية
الصيغة الرياضية	$F = ma$	$\tau = I\,\theta''$
وجه المقارنة	القانون الثالث لنيوتن للحركة الخطية	القانون الثالث لنيوتن للحركة الدورانية
نص القانون	لكل فعل رد فعل يساويه في المقدار ويعاكسه في الاتجاه	لكل عزم قوة عزم قوة مضاد يساويه في المقدار ويعاكسه في الاتجاه

(ج) : علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً سليماً :

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

لاختلاف قصورهما الذاتي الدوراني

2- دوران عجلة مسننة في اتجاه معين يجعل عجلة مسننة أخرى متداخلة معها تدور في اتجاه معاكس .

لأن لكل عزم قوة عزم قوة مضاد له يساويه في المقدار ويعاكسه في الاتجاه

السؤال السادس :

الاستنتاجات : بدءاً من معادلات وقوانين الحركة الخطية استنتج العلاقة الرياضية لحساب :

أ) الصيغة الرياضية للقانون الثاني لنيوتن في الحركة الدورانية .

$$* F = m.a$$

$$* a = \theta''.r$$

$$*F = m.\theta''.r$$

$$*F.r = m.\theta''.r^2$$

$$* \tau = I.\theta''$$

ب) الشغل الناتج عن عزم قوة منتظمة .

$$* S = \theta.r$$

$$* W = F.S = F.\theta.r$$

$$* \tau = F.r$$

$$* W = \tau.\theta$$

ج) الطاقة الحركية الدورانية .

$$* KE = \frac{1}{2} mV^2$$

$$* V = \omega r$$

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

$$* I = mr^2$$

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

د) القدرة الناتجة عن عزم قوة دورانية .

$$* P = \frac{\Delta w}{\Delta t} = \frac{\Delta(\tau.\theta)}{\Delta t}$$

$$* P = \tau . \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$* \omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$* P = \tau . \omega$$

السؤال السابع :

حل المسائل التالية :

1- عجلة كتلتها (6) k.g نصف قطرها (40) cm تدور بسرعة (300) rev/m باعتبار أن عزم قصورها الذاتي الدوراني يتعين من العلاقة ($I = M.R^2$) . احسب طاقة حركتها الدورانية :

$$I = M.R^2 = 6 \times (0.4)^2 = 0.96 \ kg.m^2$$

$$f = 300 / 60 = 5 \ Hz$$

$$\omega = 2\pi f = 2 \times \pi \times 5 = 31.4 \ rad/s$$

$$KE = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} \times 0.96 \times (31.4)^2 = 473.26 \ J$$

2- مروحة طائرة كتلتها (70) kg ونصف قطرها (75) cm . باعتبار أن عزم قصورها الذاتي يتعين من العلاقة ($I= M.R^2$). أوجد عزم قصورها الذاتي وعزم القوة اللازم لإكسابها عجلة زاوية (4) rev/s^2

$$I = M.R^2 = 70 \times (0.75)^2 = 39.375 \ kg.m^2$$

$$\tau = I.\ddot{\theta} = 39.375 \times 4 = 157.5 \ N.m$$

3- موتور يدور بسرعة (20) rev/s فيعطي عزماً قدره (75) N.m . فما هي القدرة التي يعطيها.

$$\omega = 2\pi f = 2 \times 3.14 \times 20 = 125.6 \ rad/s$$

$$P = \tau . \omega = 75 \times 125.6 = 9420 \ W$$

4- طبقت قوة ثابتة N (40) مماسياً على حافة قرص نصف قطره cm (20) وعزم القصور الذاتي له $kg.m^2$ (40).

أوجد :

أ) العجلة الزاوية للقرص.

$$\tau = F.r = 40 \times 0.2 = 8 \text{ N.m}$$

$$\theta'' = \frac{\tau}{I} = \frac{8}{40} = 0.2 \text{ rad/s}^2$$

ب) السرعة الزاوية بعد s (4) من السكون.

$$\omega = \omega_0 + \theta'' t = 0 + 0.2 \times 4 = 0.8 \text{ rad/s}$$

ج) عدد اللفات خلال هذه الفترة الزمنية.

$$\Theta = \omega_0 t + \tfrac{1}{2} \theta'' t^2 = 0 + \tfrac{1}{2} \times 0.2 \times 4^2 = 1.6 \text{ rad}$$

$$N = \frac{\theta}{2\pi} = \frac{1.6}{2\pi} = 0.25 \text{ rev}$$

د) بين أن الشغل المبذول على القرص خلال هذه الفترة الزمنية يساوي طاقة الحركة الدورانية.

$$W = \tau \cdot \theta = 8 \times 1.6 = 12.8 \text{ J}$$

$$KE = \tfrac{1}{2} I \omega^2 = \tfrac{1}{2} \times 40 \times (0.8)^2 = 12.8 \text{ J}$$

5- عجلة مطحنة عبارة عن قرص كتلته (0.9) kg ونصف قطره (8) cm تدور بمعدل (1200) rev/m ، انزلقت بانتظام لتتوقف في زمن (35) s . فما مقدار عزم القوة الذي يبطئ حركتها.

علماً بأن عزم القصور الذاتي للعجلة يتعين من العلاقة $\left(I = \frac{1}{2} mr^2\right)$

$$f = 1200 / 60 = 20 \text{ Hz}$$

$$\omega_0 = 2\pi f = 2 \times 3.14 \times 20 = 125.6 \text{ rad/s}$$

$$I = \tfrac{1}{2} mr^2 = \tfrac{1}{2} \times 0.9 \times (0.08)^2 = 0.00288 \text{ kg.m}^2$$

$$\Theta' = \omega - \omega_0 / t = 0 - 125.6 / 35 = 3.58 \text{ rad/S}^2$$

$$\tau = I.\Theta' = 0.00288 \times 3.58 = 0.01 \text{ N.m}$$

6- عجلة لها عزم قصور ذاتي $kg.m^2$ (3) . ما هو العزم الثابت اللازم لزيادة ترددها من (20) rev/s إلى (40) rev/s في ست دورات .

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

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

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

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

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

الوحدة الأولي : الحركة

الفصل الثالث : كمية الحركة الخطية

الدرس (3 – 1) كمية الحركة والدفع

السؤال الأول :

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

1- القصور الذاتي للجسم المتحرك . (كمية الحركة الخطية)

2- حاصل ضرب الكتلة ومتجه السرعة . (كمية الحركة الخطية)

3- حاصل ضرب مقدار القوة في زمن تأثيرها على الجسم. (الدفع)

4- القوة الثابتة التي لو أثرت في الجسم للفترة الزمنية نفسها لأحدثت الدفع نفسه الذي تحدثه القوة المتغيرة . (متوسط القوة)

السؤال الثاني :

ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة علمياً ، وعلامة (X) أمام العبارة غير الصحيحة علمياً :

1- (X) حاصل ضرب الكتلة ومتجه السرعة عند لحظة ما يسمى الدفع .

2- (√) وحدة قياس كمية الحركة في النظام الدولي للوحدات هي (kg.m/s) .

3- (X) كمية الحركة كمية عددية فهي تساوي حاصل ضرب كمية عددية في كمية متجه .

4- (√) يمكن لجسمين مختلفين في الكتلة أن يكون لهما نفس كمية الحركة . بسبب اختلاف سرعة الجسيمين

5- (X) نظام مؤلف من مجموعة كتل نقطية فإن كمية الحركة للنظام تساوي المجموع الجبري لكمية الحركة لكل كتلة نقطية .

6- (√) عندما تكون محصلة القوى المؤثرة على الجسم تساوي صفر فإن كمية حركة الجسم تبقى ثابتة .

7- (X) الدفع الذي يتلقاه جسم ما يساوي التغير في طاقة حركة هذا الجسم .

8- (√) القوة المؤثرة على جسم متحرك تساوي المعدل الزمني للتغير في كمية حركة الجسم.

9- (√) عندما تؤثر قوة ثابتة (F) في جسم كتلته (m) فإن التغير في كمية حركته يساوي صفر.

10-(√) يرتبط مقدار كمية الحركة الخطية لجسم (p) بطاقة حركته (KE) بالعلاقة $P^2 = 2m \times KE$

11-(X) كلما كان تأثير القوة في الجسم أكبر فإن ذلك يعني وجود تغير أقل في كمية الحركة .

12-(X) إذا كان مقدار التغير في كمية حركة جسم ثابت الكتلة يساوي صفر فإن هذا يعني بالضرورة أن طاقة حركته تساوى صفر .

13-(X) يمكن حساب الدفع الذي تؤثر به قوة جسم من ميل الخط البياني لمنحني (F – t) .

14-(X) إذا حدث تغير لكمية حركة جسم خلال فترة زمنية صغيرة يكون تأثير قوة الدفع صغير.

15-(√) مشتق كمية الحركة بالنسبة إلى الزمن يساوي محصلة القوى الخارجية المؤثرة في النظام .

السؤال الثالث :-

أكمل العبارات التالية بما تراه مناسباً :-

1- تصنف كمية الحركة ككمية فيزيائية من الكميات المتجهة

2- حاصل ضرب كتلة الجسم ومتجه سرعته عند لحظة ما يساوي كمية الحركة الخطية

3- جسم كتلته (5) kg وكمية حركته (100) kg.m/s يكون متحركاً بسرعة تساوى بوحدة 20 m/s

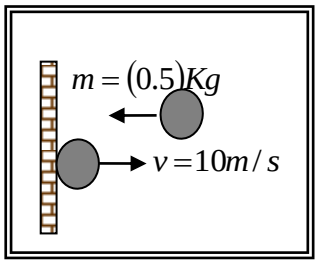
4- أثناء تصادم كرتان مختلفتان بالكتلة وتتحركان بنفس السرعة فإن مقدار التغير في كمية حركة الكرة الكبيرة يساوي مقدار التغير في كمية حركة الكرة الصغيرة .

5-عندما يكون التغير في كمية حركة الجسم متحرك مساوياً للصفر فإن سرعة الجسم تكون ثابتة

6 - وحدة قياس الدفع (N.S) وتكافئ kg . m/s

7- تلقى جسم دفعاً مقداره N.S (200) خلال S (0.01) فإن مقدار القوة المؤثرة عليه بوحدة N تساوي 20000

8- كرة كتلتها kg (0.5) تصطدم بجدار بسرعة مقدارها m/s (10) كما بالشكل وترتد بنفس السرعة فإن مقدار الدفع الذي تتلقاه بوحدة (N.S) يساوى 10



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

السؤال الرابع :-

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

1- نظام مؤلف من ثلاث كتل نقطية كمية الحركة الخطية لكل منهم $P_1 = 3j$ و $P_2 = 5i$ و $P_3 = -4j$

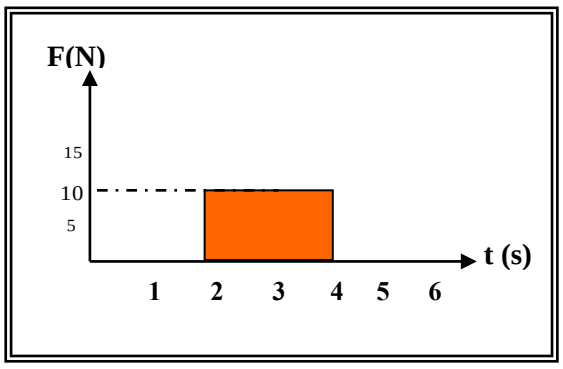
فإن كمية الحركة المتجهة للنظام تساوي :

5i+1j ❐ 1i+7j ❐ 5i−7j ❐ 5i−1j ■

2- يتساوى مقدار كمية الحركة لجسم كتلته kg (2) مع مقدار طاقة حركته عندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة مقدارها بوحدة (m/S) :

1❐ 2 ■ 4❐ 8 ❐

3- يكون مقدار التغير في كمية الحركة الجسم الذي يمثله منحنى (F - t) في الشكل المقابل بوحدة (kg.m/s) يساوي :



5 ❐ 10 ❐

20 ■ 40 ❐

4- كتلة نقطية مقدارها kg (2) تتحرك بسرعة منتظمة مقدارها m/s (5) في الاتجاه الموجب للمحور(y)
أثرت عليها قوة منتظمة لمدة s (3) فزادت سرعتها إلي m/s (8) من دون تغيير في اتجاهها فيكون مقدار الدفع علي الكتلة :

❐ 6 i ❐ 26 i ■ 6 j ❐ 26 j

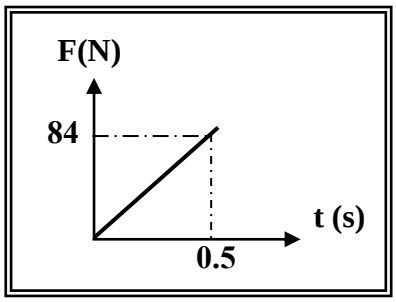
5- جسم كتلته kg (5) يتحرك بسرعة ثابتة مقدارها m/s (2) فإن الدفع الواقع علي الجسم بوحدة (N.S) يساوى :

■ صفر ❐ 2.5 ❐ 10 ❐ 20

6- تغيرت كمية حركة جسم بمقدار kg.m/s (5) خلال فترة زمنية معينة بتأثير قوة ثابتة وبالتالي فإن هذا الجسم :

❐ يتحرك بعجلة تساوى m/s^2 (5) ■ تلقى دفعاً يساوى N/S (5)
❐ يتأثر بقوة تساوى N (5) ❐ يمتلك طاقة حركية تساوى J (5)

7- أثرت قوة متغيرة بانتظام علي جسم ساكن كتله kg (3) كما هو موضح في الشكل المجاور فيكون مقدار التغير في سرعته يساوي بوحدة m/s يساوي :



❐ 1.5 ■ 7
❐ 21 ❐ 168

8- تدافع صديقان عندما كانا في صالة التزلج فتحركا في اتجاهين متعاكسين فإذا كانت كتله احدهما kg (55) وتحرك بسرعة kg (3) وكانت كتله الأخر kg (50) وتحرك بسرعة m/s(3.3) فان التغير في كميه حركة الصديقين بوحدة (kg.m/s) تساوي :

■ 0 ❐ 165 ❐ 330 ❐ 1050

9- أثرت قوه علي جسم ساكن كتلته kg (5) فأصبحت سرعته m/s (8) فيكون الدفع الذي تلقاه الجسم بوحدة (N.S) يساوي :

❐ 0.63 ❐ 1.6 ❐ 13 ■ 40

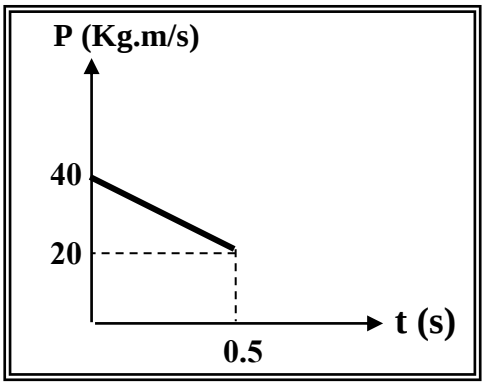
10- القوة المؤثرة في جسم متحرك تساوي المعدل الزمني للتغير في :

❐ طاقة حركة الجسم. ■ كمية حركة الجسم
❐ سرعة الجسم. ❐ طاقة وضع الجسم.

11- جسم كتلته kg (5) تأثر بقوة مقدارها N (10) لمدة S (0.5) فإن التغير في كمية حركته بوحدة (kg.m/s) يساوي :

❐ 0.2 ❐ 2.5 ■ 5 ❐ 20

12- أثرت قوة ثابتة على جسم تبعاً المنحنى البياني الموضح بالشكل



فتكون قيمة القوة المؤثرة على الجسم بوحدة (N) تساوي :

- ☐ - 20
- ■ - 40
- ☐ - 75
- ☐ -100

السؤال الخامس :-

(أ) قارن بين كل مما يلي حسب وجه المقارنة المطلوب في الجدول التالي :

وجه المقارنة	الدفع I	كمية الحركة P
القانون	$I = F . \Delta t$	$P = mv$
العوامل التي يتوقف عليها	القوة – زمن التأثير	الكتلة - متجه السرعة
نوع الكمية	متجهة	متجهة

(ب) أذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

1- كمية الحركة الخطية .

كتلة الجسم - السرعة المتجهة

2- مقدار التغير في كمية الحركة جسم ما.

كتلة الجسم - التغير السرعة المتجهة

3- مقدار الدفع الذي يتلقاه جسم ما.

القوة المؤثرة - زمن التأثير

(ج) علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً سليماً :

1- يصعب إيقاف شاحنة كبيرة عن إيقاف سيارة صغيرة تتحرك بنفس بسرعة الشاحنة .

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

2- كمية الحركة الخطية لجسم كمية متجهة .

لأنها تساوي حاصل الضرب لكمية متجهة (السرعة المتجهة) في كمية عددية (الكتلة)

3- الدفع كمية متجهة .

لأنه يساوي حاصل الضرب لكمية متجهة (القوة) في كمية عددية (زمن التأثير)

4- التغير في كمية الحركة الخطية للجسم المتحرك بسرعة ثابتة المقدار والاتجاه يساوي صفراً .

لأن التغير في السرعة يساوي صفر و بالتالي العجلة و القوة تساوي صفر و الدفع يساوي صفر

5- توجد حقيبة هوائية داخل عجلة القيادة في السيارات الحديثة .

بسبب زيادة زمن التلامس و بالتالي يقل تأثير القوة و يقلل احتمال إصابة السائق

السؤال السادس : الاستنتاجات :

1- اثبت أن الدفع الذي يتلقاه جسم يساوي التغير في كمية حركته.

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

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

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

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

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

2- اثبت أن القوة المؤثرة في جسم تساوي المعدل الزمني للتغير في كمية حركته.

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

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

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

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

السؤال السابع :-

حل المسائل التالية :

1) يتحرك جسم كتلته (2) kg بسرعة (5) m/s ، أثرت فيه قوة ثابتة فازدادت سرعته إلى (8) m/s خلال زمن مقداره (1) s . أحسب :

أ) كمية الحركة الابتدائية :

$$P_i = m\ v_i = 2 \times 5 = 10 \ \ kg.m/s$$

ب) كمية الحركة النهائية :

$$P_f = m\ v_f = 2 \times 8 = 16 \ \ Kg.m/s$$

ج) الدفع الذي تلقاه الجسم :

$$I = \Delta P \ \ = P_f - P_i = 16 - 10 = 6 \ Kg.m/s$$

د) مقدار متوسط القوة المؤثرة :

$$I = F\ .\ \Delta t \qquad 6 = F \times 1 \qquad F = 6\ N$$

2) جسم ساكن كتلته (2) kg أثرت عليه قوة مقدارها (20) N فأكسبته دفع مقداره (100) N.S . أحسب :

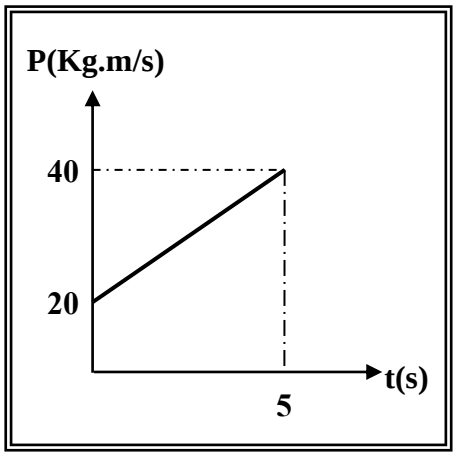
أ) مقدار السرعة التي يكتسبها الجسم.

$$\Delta V = \frac{\Delta P}{m} = \frac{100}{2} = 50 \text{ m/S}$$

ب) الفترة الزمنية لتأثير القوة.

$$\Delta t = \frac{I}{F} = \frac{100}{20} = 5 \text{ S}$$

3) الخط البياني بالشكل يبين التغير في كمية الحركة لجسم كتلته (2) kg يتحرك في خط مستقيم على سطح أفقي أملس . أحسب :



أ) الدفع الذي تلقاه الجسم .

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

ب) مقدار متوسط القوة المؤثرة عليه .

$$F = I / \Delta t = 20 / 5 = 4 \text{ N}$$

ج) مقدار التغير في سرعة الجسم .

$$I = m \cdot \Delta V$$

$$20 = 2 \times \Delta V$$

$$\Delta V = 10 \text{ m/s}$$

4) كرة ملساء كتلتها (0.5) kg تتحرك أفقياً بسرعة (7.5) m/S فاصطدمت بحائط رأسي وارتدت بسرعة (2.5) m/S وكان زمن التلامس بالحائط (0.1) S . أحسب :

أ) مقدار دفع الكرة على الحائط .

$$I = \Delta P = mV_f - mV_i = 0.5 \times 7.5 - 0.5 \times 2.5 = 2.5 \text{ N.S}$$

ب) مقدار متوسط القوة المؤثرة على الحائط .

$$F = I / \Delta t = 2.5 / 0.1 = 25 \text{ N}$$

الوحدة الأولي : الحركة

الفصل الثالث : كمية الحركة الخطية

الدرس (3 – 2) حفظ كمية الحركة والتصادمات

السؤال الأول :

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

1- كمية حركة النظام في غياب القوي الخارجية المؤثرة تبقي ثابتة ومنتظمة ولا تتغير. (حفظ كمية الحركة الخطية)

2- التصادم الذي تكون فيه الطاقة الحركية للنظام محفوظة. (التصادم المرن كليا)

3- جهاز يستخدم لقياس سرعة القذائف السريعة . (البندول القذفي)

السؤال الثاني :

ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة علمياً ، وعلامة (X) أمام العبارة غير الصحيحة علمياً :

1 – (√) عندما لا تؤثر في نظام أي قوة خارجية ، تعتبر كمية الحركة محفوظة .

2- (√) النشاط الإشعاعي للذرات وانفجار النجوم يعتبران من الأنظمة التي تتصف بحفظ كمية الحركة .

3- (√) قوي التفاعل بين جزيئات الغاز داخل كرة القدم لا تحدث تغييراً في كمية الحركة .

4- (X) في التصادمات اللامرنة التامة ، يتساوى مجموع الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم وبعده.

5- (√) إذا حصلت عملية تصادم أو انفجار في فترة زمنية قصيرة جداً تكون كمية حركة النظام محفوظة .

6- (√) يقوم مبدأ عمل البندول القذفي علي قوانين حفظ كمية الحركة والطاقة الميكانيكية .

7- (√) عندما تؤثر قوي خارجية في حركة نظام معين تجعل هذا النظام يتصف بعدم بقاء كمية الحركة نتيجة تغير في السرعة مقداراً أو اتجاهاً أو الاثنين معاً .

8 - (X) التصادم الذي يؤدى إلي التحام الأجسام المتصادمة لتصبح جسماً واحداً هو تصادم تام المرونة .

9- (X) يكون التصادم لا مرن كلياً عندما ترتد الأجسام المتصادمة بعد اصطدامها بعيداً عن بعضها البعض بسرعات مختلفة عن سرعاتها قبل التصادم وتكون الطاقة الحركية للنظام غير محفوظة .

السؤال الثالث :

أكمل العبارات التالية بما تراه مناسباً :

1- عندما تكون محصلة القوي الخارجية المؤثرة في نظام ما مساوية الصفر يسمي النظام نظاماً معزولا

2- تصادم السيارات يعتبر من الأنظمة التي تتصف بحفظ كمية الحركة

3- عند حدوث عملية تصادم فإن محصلة كمية الحركة قبل التصادم تساوي محصلة كمية الحركة بعد التصادم .

4- دفع رجل كتلته $(80)kg$ يقف على أرض جليدية ملساء ولداً كتلته $(50)kg$ فتحرك الولد بسرعة $(40)m/s$ فإن سرعة الرجل بوحدة (m/S) تساوي 25

5- تصادم كرتين من المطاط يعتبر تصادماً مرنا كليا حيث لا يحدث تشوهاً في شكلهما .

6- جسم كتلته $(600)g$ انفجر وانقسم إلي نصفين متساويين وكانت سرعة الجزء الأول $(-0.4)\ m/s$ علي المحور الأفقي بالاتجاه السالب . فأن سرعة الجزء الثاني بوحدة m/s تساوي + 0.4

7- كرة كتلتها $m_1 = (400)g$ تتحرك علي المحور الأفقي بسرعة $\vec{v_1} = 5\ \vec{i}\ m/s$ ، اصطدمت بكرة ساكنه مماثله لها (m_2) فإن سرعة الكرة (m_2) بعد الاصطدام بوحدة (m/S) تساوي $5\vec{i}$

8 – عندما يصطدم ركاب يتحرك بسرعة (v) على مضمار هوائي بركاب آخر ساكن ومساو له في الكتلة فان الركاب الأول يسكن بعد الصدم مباشرة .

9- عند إطلاق قذيفة من مدفع فإن المدفع يرتد للخلف ويعتبر أحد تطبيقات حفظ كمية الحركة والقانون الثالث لنيوتن

10- يعتبر التصادم تطبيق عملي علي قانون حفظ كمية الحركة

11- يطلق مدفع كتلته $(800)kg$ قذيفة كتلتها $(20)kg$ بسرعة $(300)m/s$. فتكون سرعة ارتداد المدفع بوحدة (m/S) تساوي 7.5

12- إذا التحم جسمان بعد تصادمهما فإن ذلك يدل على أن تصادمهما ببعض هو تصادم لامرن كليا

13- يعتبر تصادم الجزيئات الصغيرة والذي لا يولد حرارة بين الأجسام المتصادمة تصادماً مرنا

السؤال الرابع :

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

1- تنطلق قذيفة كتلتها $(200)g$ من فوهة بندقية كتلتها $(5)kg$ وبسرعة $(150)m/s$ فإن سرعة ارتداد البندقية بوحدة (m/s) تساوي :

☐ −3.75 ■ −6 ☐ 3.75 ☐ 6

2- جسم كتلته $m_1 = (5)kg$ يتحرك بسرعة $(6)m/s$ وعندما اصطدم بأخر ساكن كتلته (m_2) تحرك الجسمان معاً كجسم واحد وبسرعة $(2)\ m/s$ فإن كتلة الجسم الثاني بوحدة (Kg) تساوي :

☐ 2.5 ☐ 5 ■ 10 ☐ 20

3- رجل كتلته $(76)kg$ يقف علي لوح خشبي طافي كتلته $(45)kg$. فإذا خطا الرجل بعيدا عن اللوح الخشبي باتجاه اليابسة بسرعة $(2.5)m/s$. فإن سرعة اللوح الخشبي الطافي يساوي بوحدة (m/s) :

☐ 1.48 ☐ 2.96 ■ - 4.222 ☐ -11.842

4- اصطدمت عربة كتلتها $(20)kg$ تتحرك بسرعة $(30)\ m/s$ بعربة أخرى ساكنة كتلتها $(80)kg$ فالتحمتا و تحركتا معاً ككتلة واحدة بسرعة تساوي بوحدة (m/s) :

■ 6 ☐ 10 ☐ 12 ☐ 20

5- تدافع جسمان كتلة الأول $(m)kg$ وكتلة الثاني $(2m)kg$ على سطح أفقي أملس يكون :

■ $\Delta P_2 = -\Delta P_1$ ❐ $\Delta P_2 = \Delta P_1$

❐ $\Delta P_1 = -2\Delta P_2$ ❐ $\Delta P_2 = -2\Delta P_1$

6- التصادم تام المرونة هو تصادم تكون فيه طاقة الحركية للنظام :

■ محفوظة وكمية الحركة محفوظة . ❐ غير محفوظة وكمية الحركة غير محفوظة.

❐ غير محفوظة وكمية الحركة محفوظة . ❐ محفوظة وكمية الحركة غير محفوظة.

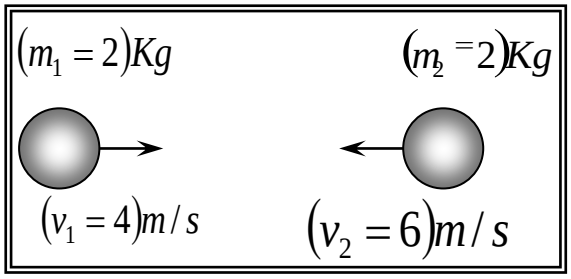
7- أطلقت قذيفة كتلتها $(0.4)kg$ بسرعة $(250)\ m/s$ على لوح خشبي سميك ساكن كتلته $(7.6)kg$ معلق بحبل (مهمل الكتلة) فإذا استقرت القذيفة داخل اللوح ، فإن مقدار السرعة التي تتحرك بها المجموعة تساوي بوحدة (m/s) :

❐ 6.25 ■ **12.5** ❐ 13.88 ❐ 27.77

8 – صدم جسم كتلته $(2)\ kg$ يتحرك بسرعة $(5)\ m/s$ علي مستوي أفقي أملس جسماً ساكناً مساوياً له بالكتلة فيكون التغير في كمية الحركة للجسم المصدوم بوحدة $kg.m/s$ يساوي :

❐ -10 ❐ 0 ❐ 5 ■ 10

9- في الشكل يوضح كرتان من الصلصال تتصادم تصادماً لا مرناً تاماً وبالتالي تكون سرعة النظام المؤلف من الكتلتين بعد التصادم بوحدة m/s يساوي :



■ 1 ❐ 5 ❐ 10 ❐ 20

10- القوي الداخلية في النظام :

■ نتيجة التفاعل بين مكونات هذا النظام .

❐ من الأسباب الرئيسية للتغير في مقدار كمية الحركة.

❐ من الأسباب الرئيسية للتغير في مقدار طاقتة الحركية .

❐ من الأسباب الرئيسية لحفظ كمية الحركة .

11- إذا حصلت عملية تصادم في فترة زمنية قصيرة جداً تكون :

❐ محصلة كمية الحركة للنظام قبل التصادم أقل من محصلة كمية الحركة للنظام بعد التصادم .

❐ محصلة كمية الحركة للنظام قبل التصادم أكبر من محصلة كمية الحركة للنظام بعد التصادم .

■ محصلة كمية الحركة للنظام قبل التصادم تساوي محصلة كمية الحركة للنظام بعد التصادم .

❐ لا توجد إجابة صحيحة .

12- تصادمت كرة كتلتها $m_1 = (0.25)kg$ وتتحرك بسرعة مقدارها $(6)\ m/s$ مع كرة أخري ساكنة كتلتها $m_2 = (0.95)kg$ ، وإذا كان النظام معزولاً وتحركت الكرة (m_2) بعد التصادم مباشرة بسرعة مقدارها $(3)\ m/s$ فإن سرعة الكرة (m_1) بعد التصادم بوحدة (m/s) تساوي :

❐ -2.7 ■ -5.4 ❐ 2.7 ❐ 5.4

السؤال الخامس :

(أ) قارن بين كل مما يلي حسب وجه المقارنة المطلوب في الجدول التالي :

وجه المقارنة	الصدم المرن كلياً	الصدم اللامرن كلياً
حفظ كمية الحركة	محفوظة	محفوظة
حفظ الطاقة الحركية	محفوظة	غير محفوظة

(ج) : علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً سليماً :

1- سرعة ارتداد المدفع أقل من سرعة انطلاق القذيفة .

بسبب حفظ كمية الحركة وكتلة القذيفة أقل فإن سرعتها ستكون أكبر من سرعة المدفع

2- يحدث فقد في طاقة حركة جملة جسمين في التصادم اللامرن .

لأن الفقد في طاقة الحركة يستهلك في ارتفاع درجة الحرارة واحداث تشوه في شكل الأجسام بعد التصادم

3- تصادم كرتين من المطاط يعتبر تصادماً مرناً .

لأنه تحقق عند تصادمهما حفظ كمية الحركة وحفظ طاقة الحركة فلا يحدث انطلاق حرارة أو حدوث تشوه

4- يعتبر النظام المؤلف من الأجسام المتصادمة نظاماً معزولاً .

لأن التصادمات حدثت خلال فترة زمنية قصيرة جدا تكون خلالها القوى الخارجية مهملة مقارنة بالقوى الداخلية

(د) :أجب عن الأسئلة التالية

1- إذا دفعت مقعد السيارة الأمامي فيما تجلس علي المقعد الخلفي لاتحدث تغييراً في كمية حركة السيارة . وضح ذلك ؟

لأن دفع مقعد السيارة من راكب المقعد الخلفي يعتبر من القوى الداخلية والقوى الداخلية لا تغير من كمية الحركة

حيث تتواجد القوى الداخلية على شكل زوج من القوى المتزنة لا تأثير لها.

2- يعتبر ارتداد المدفع عند إطلاق القذيفة أحد تطبيقات حفظ كمية الحركة . فسر ذلك ؟

لأن النظام المكون من المدفع و القذيفة لا تؤثر عليه أي من القوى الخارجية أثناء انطلاق القذيفة

فيبقى النظام معزولا وتبقى كمية الحركة محفوظة

3- أذكر بعض الأنظمة التي تتصف بحفظ كمية الحركة .

النشاط الاشعاعي للذرات – تصادم السيارات – انفجار النجوم

4- البندول القذفي جهاز يستخدم لقياس سرعة القذائف السريعة مثل الرصاصة ومبدأ عمله يعتمد علي قوانين حفظ كمية الحركة وحفظ الطاقة الميكانيكية . وضح ذلك ؟

قانون حفظ كمية الحركة :

لأن النظام لا تؤثر عليه قوى خارجية تغير من كمية حركته والقوى الداخلية محصلتها صفر

قانون حفظ الطاقة الميكانيكية :

لأن التغير في الطاقة الكامنة يساوي معكوس التغير في الطاقة الحركية

السؤال السادس :

حل المسائل التالية :

1- مدفع كتلته $(2000)\ kg$ يطلق قذيفة كتلتها $(40)\ kg$ بسرعة $(400)\ m/s$. احسب :

أ- سرعة ارتداد المدفع .

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

$$40 \times 400 = - 2000 \times v'_2 \quad \Rightarrow \quad v'_2 = - 8 \ m/s$$

ب- القوة المؤثرة على المدفع إذا كان زمن التدافع (0.8 S) .

$$I = \Delta P = mV_f - mV_i = 2000 \text{ x } - 8 - 2000 \text{ x } 0 = - 16000 \ N.S$$

$$F = I / \Delta t = - 16000 / 0.8 = - 20000 \ N$$

2- رصاصة كتلتها $(200)g$ وسرعتها (V) ، تلاقي كيساً مملوء بالرمل كتلته $(80)kg$ معلقاً بحبل إلى نقطة ثابتة فتستقر الرصاصة في كيس الرمل . وتتحرك الجملة بسرعة $(5)\ m/s$ احسب سرعة الرصاصة .

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v'_2$$

$$0.2 \times V + 0 = (0.2 + 80) \times 5$$

$$V = 2005 \ m/s$$

3- تدافع متزلجان ابتداء من السكون علي سطح جليدي أملس بحيث يهمل الاحتكاك . فإذا كانت كتلة أحداهما $(35)kg$ وكتلة الأخر $(65)kg$ وتحرك الأول مبتعداً بسرعة $(4)m/s$.

أحسب السرعة التي يبتعد بها المتزلج الأخر

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

$$35 \times 4 = - 65 \times v'_2 \quad \Rightarrow \quad v'_2 = - 2.15 \ m/s$$

4- بندول قذفي يستخدم في المختبرات أحياناً لقياس سرعة المقذوفات (خاصة الطلقات النارية) يتكون من قطعة خشبية كتلتها $(5)kg$ متصلة بسلك مهمل الكتلة . أطلقت رصاصة كتلتها $(0.02)Kg$ بسرعة (v_1) نحو القطعة الخشبية فسكنت داخلها وتأرجحا كجسم واحد بسرعة (V) وبلغا ارتفاعاً قدره $(0.1)m$ أعلي موقعها الابتدائي (أهمل مقاومة الهواء) . أحسب سرعة الرصاصة قبل اصطدامها بالقطعة الخشبية .

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

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

$$v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{(m_1 + m_2)}$$

$$\sqrt{2} = \frac{0.02\times V_1 + 0}{0.02 + 5} \quad \Rightarrow \quad V_1 \approx 355\ m/s$$

5- جسيم كتلته $(1.67\times 10^{-27})\ kg$ وسرعته الابتدائية $\vec{v}_1 = (10^6\ i)m/s$ تصادم في بعد واحد أفقياً مع جسيم ساكن كتلته ثلاثة أمثال كتلة الجسيم الأول ، بفرض أن هذا التصادم هو تصادم تام المرونة .

أحسب سرعة الجسيمين المتجهة بعد التصادم مباشرة .

$$v'_1 = \frac{2m_2 v_2 + (m_1 - m_2)v_1}{(m_1 + m_2)} = -500000\ m/s$$

$$v'_2 = \frac{2m_1 v_1 - (m_1 - m_2)v_2}{(m_1 + m_2)} = 500000\ m/s$$

6- جسم ساكن كتلته $(4)\ kg$ تلقى دفعا قدره $(12)\ kg.m/s$ فاكتسب سرعة تحرك بها في خط أفقي مستقيم حيث اصطدم بجسم آخر ساكن كتلته $(2)\ kg$ إذا التصق الجسمان وتحركا كجسم واحداً . أحسب :

أ- السرعة المتجهة النظام المؤلف من الجسمين بعد التصادم .

$$\Delta V = \frac{\Delta P}{m} = \frac{12}{4} = 3\ m/s$$

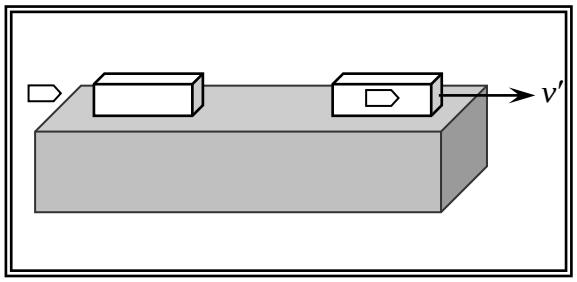
$$v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{4\times 3 + 2\times 0}{2 + 4} = 2\ m/s$$

ب- الطاقة الحركية المبددة .

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

$$\Delta KE = \left[\frac{1}{2}\times 6\times 2^2\right] - \left[\frac{1}{2}\times 4\times 3^2 + \frac{1}{2}\times 2\times 0^2\right] = -6\ J$$

7- أطلقت رصاصة كتلتها $(200)g$ بسرعة $(140)\ m/s$ على لوح سميك من الخشب كتلته $(6.8)kg$ ساكن فإذا استقرت الرصاصة داخل لوح الخشب وتحركت المجموعة على سطح أفقي أملس كما في الشكل المجاور . أحسب :



أ- سرعة النظام المؤلف من الكتلتين بعد التصادم .

$$v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{0.2 \times 140 + 0}{0.2 + 6.8} = 4\ m/s$$

ب- مقدار التغير في الطاقة الحركية .

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

$$\Delta KE = \left[\frac{1}{2} \times 7 \times 4^2\right] - \left[\frac{1}{2} \times 0.2 \times 140^2 + 0\right] = -1904\ J$$