وزارة التربية
التوجيه العام للعلوم

إجابة أسئلة بنك الفيزياء للصف الثاني عشر العلمي

الفترة الدراسية الأولى

العام الدراسي 2021-2022 م

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 جسمًا في اتجاهها مسافة متر واحد. (الجول)

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

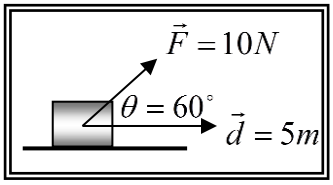
السؤال الثاني : ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (✗) أمام العبارة غير الصحيحة:

1- (✗) الشغل الناتج عن القوة المؤثرة على الجسم يساوي حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهي القوة والإزاحة.

2- (✓) وحدة قياس الشغل في النظام الدولي للوحدات هي (الجول) ويرمز له بالرمز (J).

3- (✗) الجول (J) يكافئ (N/m).

4- (✗) أثرت قوة مقدارها N (10) على الجسم الموضح بالشكل المقابل فإذا أُزيح الجسم على المستوى الأفقي مسافة m (5) فإن الشغل المبذول على الجسم يساوي(50) J .



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

6- (✓) أذا أثرت مجموعة من القوى المتزنة على جسم وتحرك بسرعة ثابتة في خط مستقيم فإن الشغل المبذول على الجسم يساوي صفراً.

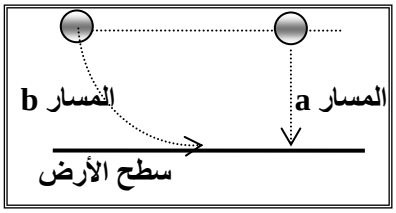
7- (✗) يكون شغل القوة سالباً إذا كان اتجاه تأثير القوة عمودياً على اتجاه الإزاحة.

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

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

10- (✓) القوة المنتظمة هي القوة ثابتة المقدار والاتجاه خلال فترة التأثير على الجسم.

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

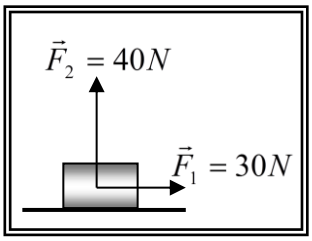


12- (✓) يتوقف الشغل الناتج عن وزن جسم على مقدار الإزاحة الرأسية للجسم ووزنه.

13- (✗) يمكن حساب الشغل الذي تبذله قوة مؤثرة على جسم من ميل الخط البياني لمنحنى (F – x) .

14- (×) إذا علقت كتلة مقدارها (m) في الطرف الحر لنابض مثبت في حامل ، واستطال النابض بتأثيرها (Δ x) فإن الشغل الناتج عن وزن الكتلة يحسب من العلاقة (W=½ K ΔX).

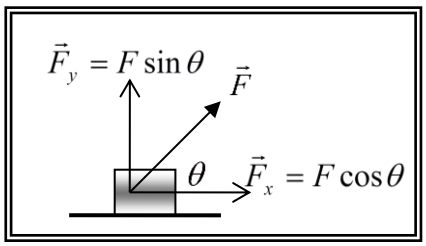
15- (×) الشكل المقابل يمثل قوتين متعامدتين ($F_1 = 30\ N$) و ($F_2 = 40\ N$) تؤثران في آن واحد على الجسم ، فإذا تحرك الجسم على المستوى الأفقي مسافة (10) m فإن الشغل المبذول على الجسم يساوي (500) J .



السؤال الثالث: أكمل العبارات التالية بما تراه مناسباً :

1- يصنف الشغل ككمية فيزيائية من الكميات .....العددية .

2- أثرت قوة ($\vec{F}$)على الجسم الموضح بالشكل المقابل بحيث كانت تصنع زاوية مقدارها (θ) مع اتجاه الحركة فإن المركبة $F\ \cos\theta$ تبذل شغلا بينما المركبة $F\ \sin\theta$ لا تبذل شغلاً.



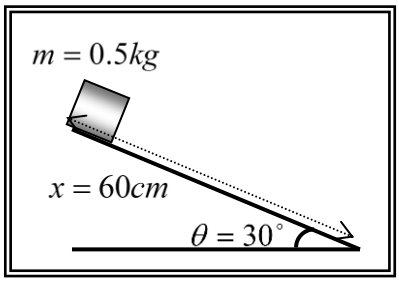
3- يكون الشغل الذي تبذله قوة أكبر ما يمكن وموجباً عندما تكون الزاوية بين القوة والإزاحة تساوي صفرًا بينما يكون الشغل أكبر ما يمكن وسالباً عندما تكون الزاوية بين القوة والإزاحة تساوي $180°$ وينعدم شغل هذه القوة عندما تصبح الزاوية بين القوة والإزاحة تساوي $90°$.

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

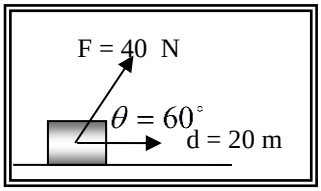
5- الشغل الناتج عن وزن جسم لا يتوقف على شكل المسار .ويتوقف على الإزاحة الرأسية.

6- وحدة قياس الشغل هي الجول وتكافئ $N.m$.

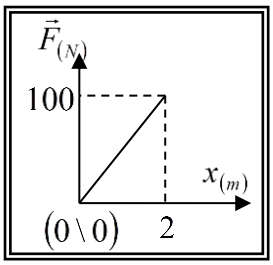
7- وضع صندوق كتلته (0.5) kg عند قمة مستوى أملس يميل على الأفق بزاوية ($\theta = 30°$) كما بالشكل فإذا تحرك الصندوق على المستوى مسافة (60) cm فإن الشغل الناتج عن وزن الصندوق بوحدة (J) يساوي 1.5



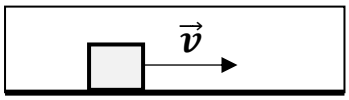
8- الشكل المقابل يمثل القوة المؤثرة على جسم يتحرك على مستوى أفقي أملس ، فإن الشغل المبذول لإزاحة الجسم بوحدة (J) يساوي 400



9- الشكل المقابل يمثل منحنى (F- X) المعبر عن حركة جسم تحت تأثير قوة متغيرة ومن المنحنى يكون الشغل الذي بذلته القوة في إزاحة الجسم بوحدة (J) يساوي 100



10- صندوق كتلته (50) kg يتحرك على مستوى أفقي أملس بسرعة ثابتة كما في الشكل الموضح فقطع مسافة قدرها (2) m وعلى ذلك الشغل الكلي المبذول على الصندوق يساوي صفرًا.



11- اذا أثرت قوة قدرها (50) N في طرف نابض معلق رأسيا ، فاستطال مسافة (0.004) m وعلى ذلك فإن الشغل المبذول يساوي 0.1 جول

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

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

☑ $W = \vec{F} \cdot \vec{d} = F \times d \cos\theta$ ❒ $W = \vec{F} \times \vec{d} = F \times d \sin\theta$

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

2- ينعدم (يتلاشى) شغل القوة عندما تكون الزاوية بين اتجاه تأثير القوة واتجاه الحركة (الإزاحة) بالدرجات تساوي:

❒ 0 ❒ 30 ☑ 90 ❒ 180

3- يُقاس الشغل بوحدة (الجول) في النظام الدولي للوحدات والجول (J) يكافئ :

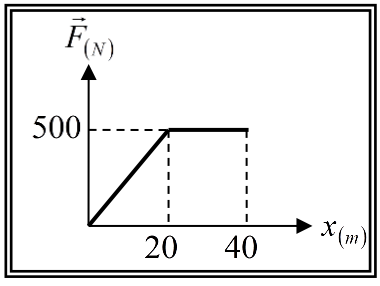
☑ $N \cdot m$ ❒ $N \cdot cm$ ❒ $N \cdot m^2$ ❒ $\frac{N}{m}$

4- يتوقف الشغل الذي تبذله قوة منتظمة في إزاحة جسم على :

❒ مقدار القوة فقط ❒ مقدار القوة ومقدار الإزاحة فقط

❒ مقدار الإزاحة فقط ☑ مقدار القوة ومقدار الإزاحة ومقدار الزاوية بينهما

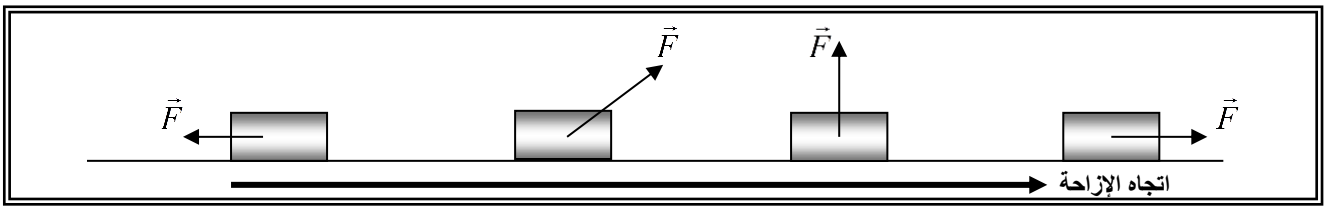
5- الشكل المقابل يمثل منحنى (F- X) المعبر عن حركة سيارة تحت تأثير قوى متغيرة خلال الحركة ومن المنحنى يكون الشغل الذي بُذل على السيارة بوحدة (J) يساوي :



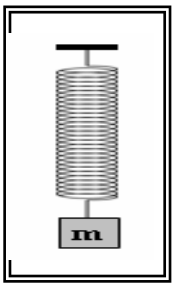
❒ 25 ❒ 5000

☑ 15000 ❒ 20000

6- الأشكال التالية تمثل قوة ثابتة مقدارها (F) تؤثر على مكعب وتحركه مسافة (d) على مستوى أفقي عديم الاحتكاك فإن الشكل الذي تبذل فيه القوة أكبر شغل منتجاً للحركة هو :



❑ ❑ ❑ ☑



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

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

1 ❑ 5 ☑ 10 ❑ 25 ❑

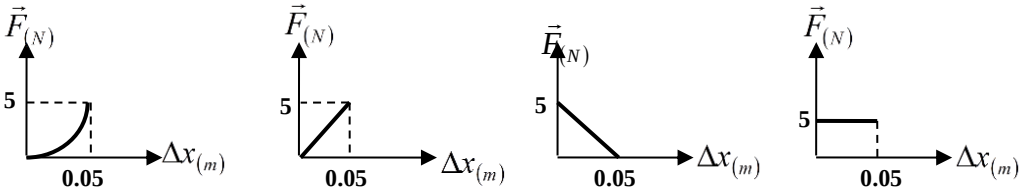
ب – مقدار الكتلة المعلقة في النابض بوحدة (kg) تساوي:

0.05 ❑ 0.5 ☑ 5 ❑ 10 ❑

ج – الشغل المبذول من الكتلة على النابض لإحداث الاستطالة السابقة بوحدة (J) يساوي :

0.025 ❑ 0.125 ☑ 2.5 ❑ 5 ❑

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



❑ ☑ ❑ ❑

السؤال الخامس: قارن بين كل مما يلي حسب وجه المقارنة المطلوب في الجدول التالي :

وجه المقارنة	الشغل الموجب	الشغل السالب
نوع تغير السرعة	تزداد	تتناقص
وجه المقارنة	الزاوية بين القوة والإزاحة = صفر	الزاوية بين القوة والإزاحة =90°
وصف مقدار الشغل	أكبر ما يمكن	صفر

السؤال السادس : أذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

1- الشغل الذي تبذله قوة: القوة – الإزاحة – الزاوية بين القوة والإزاحة .

2- الشغل الناتج عن وزن جسم عند إزاحته رأسًا : وزن الجسم – الإزاحة الرأسية.

3-الشغل الناتج عن وزن كتلة معلقة في نابض مرن : مقدار الاستطالة – ثابت المرونة .

السؤال السابع : علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً سليماً :

1- ينعدم الشغل المبذول على جسم عندما يتحرك الجسم في مسار دائري.

في الحركة الدائرية المنتظمة تكون القوة عمودية على الإزاحة وبالتالي $\theta = 90$

$$W = F\,d\cos 90 = 0$$

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

بما أن السرعة ثابتة (المقدار والاتجاه) إذن العجلة تساوي صفر وبالتالي القوة المؤثرة تساوي صفر فيكون

الشغل المبذول يساوي صفر حيث $W = Fd\cos\theta = 0$ أو من العلاقة ثابتة $v \rightarrow w = \Delta KE$

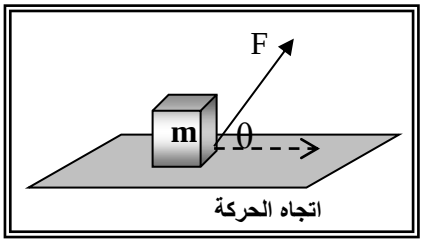
3- ينعدم الشغل المبذول على جسم عندما يكون تأثير القوة عمودياً على اتجاه الإزاحة.

لأن الزاوية بين القوة والازاحة $\theta = 90^{\circ}$

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

السؤال الثامن : مستعيناً بالبيانات على الشكل المقابل ... أجب عن الأسئلة التالية ؟

المكعب الموضح بالشكل موضوع على سطح أفقي أملس، وتؤثر عليه قوة منتظمة (F) بحيث تصنع زاوية (θ) مع المستوى **والمطلوب :**



أ) حدد مقدار مركبة القوة $(\vec{F})$ التي تبذل شغلاً على الجسم ؟

$$F\cos\theta$$

ب) أكتب المعادلة العامة لحساب الشغل بدلالة المركبة السابقة وإزاحة الجسم .

$$W = Fd\cos\theta$$

ج) هل توجد للقوة (F) مركبة أخرى ؟ وهل تبذل هذه المركبة شغلاً على الجسم ؟ علل لإجابتك .

نعم $F\sin\theta$ وهي لا تبذل شغلاً لأنها لا تسبب إزاحة للجسم في اتجاه الحركة

السؤال التاسع: حل المسائل التالية : (إذا لزم الأمر اعتبر أن عجلة الجاذبية الأرضية ($g = 10\ m/s^2$))

1- طائرة عمودية أسقطت رأسياً قذيفة كتلتها kg (2) من ارتفاع m (200) عن سطح الأرض. **أحسب :**

أ) الشغل المبذول على القذيفة لحظة إسقاطها من الطائرة .

$$W_W = Fd\cos\theta \Rightarrow d = 0 \rightarrow W = 0$$

ب) الشغل المبذول من وزن القذيفة عندما تتحرك مبتعدة عن الطائرة مسافة m (50) .

$$W = mg\Delta h \rightarrow 2\times10\times150 = 3000\ J$$

2- علقت كتلة مقدارها kg (0.2) في الطرف الحر لزنبرك معلق عمودياً ، فاستطال الزنبرك بتأثيرها مسافة cm (4)

أحسب:

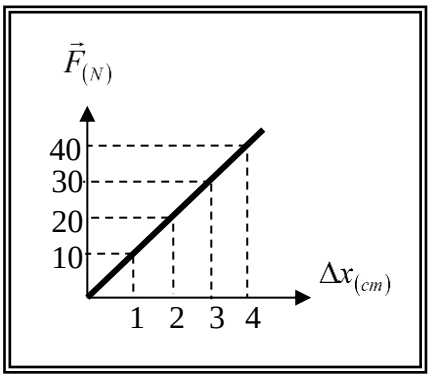
أ) ثابت القوة للزنبرك .

$$K = \frac{F}{\Delta\chi} = \frac{0.2\times10}{0.04} = 50\ N/m$$

ب) الشغل الناتج عن قوة الشد المؤثرة على الطرف الحر للزنبرك .

$$W = \frac{1}{2}K\chi^2 = 0.5\times50\times(0.04)^2 = 0.04\ J$$

3- الشكل المقابل يمثل منحنى (F – x) للقوى المؤثرة على زنبرك مرن والاستطالة الحادثة له بتأثير هذه القوى. **أحسب :**



أ) ثابت القوة للزنبرك .

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

ب) الشغل المبذول على الزنبرك لإحداث استطالة مقدارها cm (4) .

$$W = \frac{1}{2}K\chi^2 = 0.5\times1000\times(0.04)^2 = 0.8\ J$$

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 على إنجاز شغل. (الطاقة)

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

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

4- الشغل المبذول على الجسم لرفعه إلى نقطة ما. (الطاقة الكامنة التثاقلية)

5- الطاقة اللازمة لتغيير موضع الجسم وتساوي مجموع الطاقة الحركية والطاقة الكامنة. (الطاقة الميكانيكية)

السؤال الثاني : أكمل العبارات التالية بما تراه مناسباً :

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

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

3- الطاقة الكامنة المختزنة في الأجسام والمرتبطة بموقعها بالنسبة إلى سطح الأرض تسمى طاقة كامنة تثاقلية

4- المستوى الذي نبدأ منه قياس الطاقة الكامنة التثاقلية وتساوي عنده صفر يسمى المستوى المرجعي

5- مقدار الطاقة الكامنة التثاقلية المختزنة في جسم تتوقف على 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 :

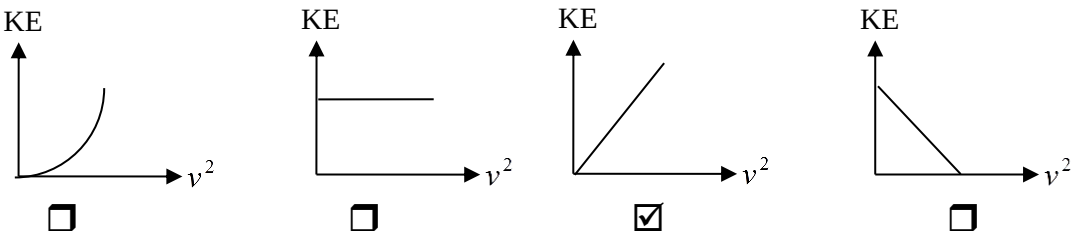
☐ $KE = \frac{1}{2}mv$ ☑ $KE = \frac{1}{2}mv^2$ ☐ $KE = mv^2$ ☐ $KE = \frac{1}{2}m^2v$

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

☑ تزيد إلى أربعة أمثال ما كانت عليه . ☐ تزيد إلى مثلي ما كانت عليه .

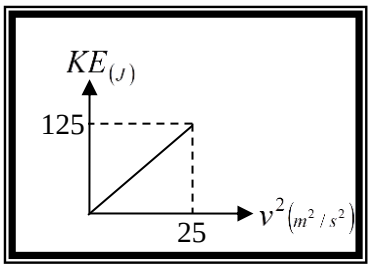
☐ تقل إلى نصف ما كانت عليه . ☐ لا تتغير .

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



☐ ☐ ☑ ☐

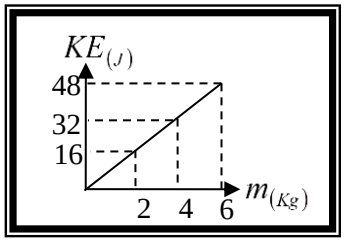
4- إذا كان الشكل المقابل يمثل تغير الطاقة الحركية لجسم متحرك حركة خطية بتغير سرعته الخطية ، فإن كتلة هذا الجسم بوحدة (Kg) تساوي :



0.2 ❒ 0.4 ❒

5 ❒ 10 ☑

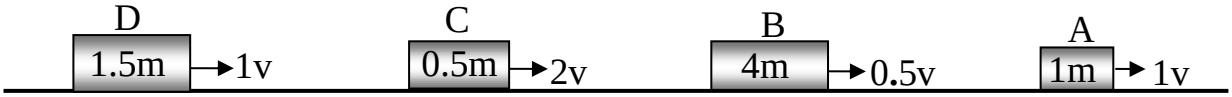
5- إذا كان الشكل المقابل يمثل تغير الطاقة الحركية لمجموعة أجسام مختلفة الكتلة وتتحرك حركة خطية بنفس السرعة فإن سرعة هذه الأجسام بوحدة (m/s) تساوي:



0.125 ❒ 4 ☑

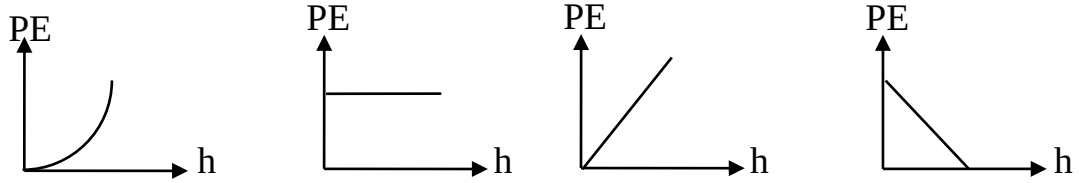
8 ❒ 16 ❒

6- الأشكال التالية تمثل كتل مختلفة تتحرك بسرعات مختلفة واثنتان فقط منها لهما نفس الطاقة الحركية وهما :



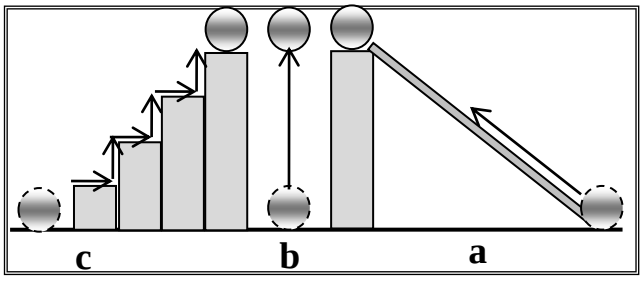
A , D ❒ A , B☑ A ,C ❒ C, B ❒

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



❒ ❒ ☑ ❒

8- الشكل المقابل يمثل عدة مسارات استخدمت لوضع جسم كتلته (m) على ارتفاع (h) عن المستوى المرجعي والجسم يكتسب أكبر طاقة كامنة تثاقلية عندما يسلك المسار:



a ❒ b ❒ c ❒ ☑لا توجد إجابة صحيحة

9- أسقط طائر حجراً كتلته g (100) كان ممسكا به فإذا كانت سرعة الحجر عندما كان على 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 ❒

السؤال الرابع : ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (✗) أمام العبارة غير الصحيحة:

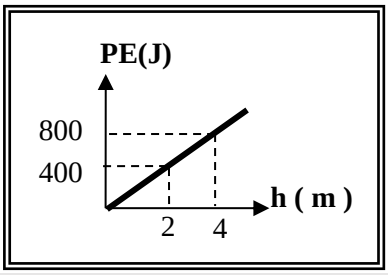
1- (✓) تتوقف الطاقة الحركية لجسم متحرك على مسار مستقيم على كتلة الجسم وسرعته الخطية التي يتحرك بها.

2 - (✗) إذا قلت سرعة سيارة متحركة إلى نصف ما كانت عليه ، فإن طاقتها الحركية تقل إلى نصف ما كانت عليه.

3 - (✗) الجول وحدة لقياس الشغل والطاقة وتكافئ (kg .m/s) .

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

5 - (✗) 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: علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً سليماً :

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

لأن الكرة في الحالة الأولى تمتلك طاقة حركية أكبر

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

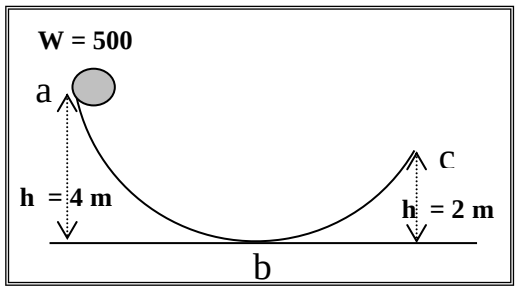
لأن المطرقة في الحالة الأولى تمتلك طاقة كامنة تثاقلية أكبر فتبذل شغل أكبر على المسمار.

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

لأن الطاقة الكامنة التثاقلية تتحول إلى طاقة حركية وتقوم بإدارة التوربينات .

السؤال السادس: حل المسائل التالية :

1- كرة وزنها N (500) تنزلق على سطح أملس. **أحسب :**



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

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

ب) سرعة الكرة لحظة مرورها بالنقطة (b).

$$\frac{1}{2}mv_b^{\ 2} = 2000 \rightarrow 0.5 \times 50 \times V_b^{\ 2} = 2000 \rightarrow V_b = 8.9 \ m/s$$

ج) سرعة الكرة عند وصولها إلى نقطة (c):

$$\frac{1}{2}mv_b^{\ 2} = 1000 \rightarrow 0.5 \times 50 \times v_b^{\ 2} = 1000 \rightarrow v_b = 6.3 \ m/s$$

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. (الطاقة الميكانيكية)

2– مجموع الطاقة الداخلية U والطاقة الميكانيكية ME . (الطاقة الكلية)

3– نظام لا تتبادل فيه الطاقة مع محيطها وتكون الطاقة الكلية محفوظة . (النظام المعزول)

4– الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من عدم ، ويمكن داخل أي نظام معزول أن تتحول من شكل إلى آخر، فالطاقة الكلية للنظام ثابتة لا تتغير . (قانون حفظ الطاقة)

السؤال الثاني : ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (✗) أمام العبارة غير الصحيحة:

1– (✗) عند قذف جسم لأعلى في مجال الجاذبية الأرضية وبإهمال الاحتكاك مع الهواء تزداد طاقة وضعه التثاقلية وطاقة حركته.

2– (✗) 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 حراً فان مجموع طاقة وضعه وطاقة حركته يساوي مقدار ثابت بإهمال الاحتكاك مع الهواء.

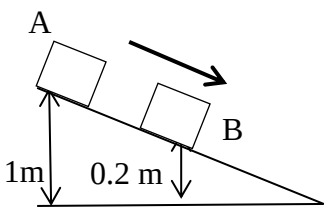
5– (✓) في النظام المعزول المؤلف من مظلي والأرض والهواء المحيط ترتفع درجة حرارة المظلة والهواء المحيط أثناء هبوط المظلي باستخدام المظلة.

6– (✗) بإهمال قوى الاحتكاك مع الهواء لنظام مؤلف من الأرض والكرة أثناء سقوط الكرة سقوطا حرا من ارتفاع ما عن سطح الأرض فان ($\Delta PE = \Delta KE$).

السؤال الثالث: أكمل العبارات التالية بما تراه مناسباً :

1– جسم يسقط حرًا في مجال الأرض (بإهمال الاحتكاك مع الهواء) وطاقة حركته في لحظة ما (40) J ، فإذا أنقصت طاقة وضعه بمقدار (10) J ، فان طاقة حركته تصبح مساوية (50) J .

2– عندما تقذف كرة رأسيا لأعلى في الهواء تزداد طاقة وضعها وتقل طاقة حركتها ومجموعهما مقدار ثابت في كل لحظة من لحظات حركتها .



3– انزلق الجسم الساكن من (A) لأسفل المستوى المائل الأملس ، فإذا كانت كتلته (m) وعجلة الجاذبية الأرضية ($g = 10\ m/s^2$) فإن سرعته عند (B) بوحدة (m / s) تساوي 4 .

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

5- الشرط الذي ينبغي توفره لتكون الطاقة الميكانيكية لنظام معزول محفوظة هو إهمال قوة احتكاك.

6- الطاقة الميكانيكية للنظام تعتبر ثابتة (محفوظة) عند إهمال الاحتكاك مع الهواء .

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

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

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

1- إذا زادت طاقة حركة جسم ما إلى أربعة أمثالها ، فهذا يعني أن سرعته :

❐ زادت إلى أربعة أمثالها ☑ زادت إلى مثليها

❐ نقصت إلى 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

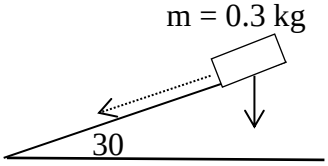
☑ طاقة حركته وطاقة وضعه معدومتان ❐ طاقة وضعه وطاقة حركته غير معدومتان

3- كلما اقترب الجسم الساقط سقوطا حرا من سطح الأرض ، فإن :

☑ طاقة وضعه تقل ❐ طاقة حركته تقل

❐ طاقة حركته لا تتغير ❐ طاقته الكلية تتغير

4 – إذا ترك الجسم الموضح بالشكل ينزلق دون سرعة ابتدائية و يقطع مسافة m (4) لأسفل المستوى الأملس 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 بالمتر قدرها :

3.5 ❐ 2.75 ❐ 1.25 ☑ 1 ❐

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

h ❐ $\frac{1}{4}$ h ❐ $\frac{1}{2}$ h ❐ $\frac{3}{4}$ h ☑

7- 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

السؤال الخامس : 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)	4 K أو $KE_A = 2mV^2$	K أو $KE_B = \frac{1}{2}mV^2$
وجه المقارنة	طاقة حركة الجسم (A)	طاقة حركة الجسم (B)
يتحرك الجسم (A) شمالا ويتحرك الجسم (B) جنوبا	$KE_A = \frac{1}{2}mV^2$	$KE_B = \frac{1}{2}mV^2$
وجه المقارنة	طاقة حركة الجسم (A)	طاقة حركة الجسم (B)
يقذف الجسم (A) رأسيا لأعلى ويقذف الجسم (B) رأسيا لأسفل	تقل	تزداد

السؤال السادس: علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً سليماً :

1- عند الهبوط بالمظلة ترتفع درجة حرارتها وكذلك الهواء المحيط بها.

لأن المظلي الذي يهبط بها يصل إلى سرعته الحدية الثابتة فتظل طاقة الحركة ثابتة بينما تتناقص طاقة الوضع (التثاقلية) ، ويتحول هذا النقص إلى طاقة حرارية

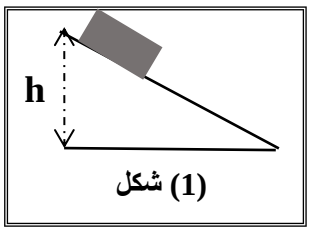
2- في الأنظمة المعزولة المغلقة تكون الطاقة الكلية محفوظة.

لأنه النظام المعزول لا يتبادل الطاقة مع الوسط المحيط .

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

لأن الشغل المبذول على الجسم لا يتوقف على المسار الذي يسلكه إنما يتوقف على الإزاحة الرأسية.

السؤال السابع : حل المسائل التالية : (إذا لزم الأمر اعتبر أن عجلة الجاذبية الأرضية ($g = 10\ m/s^2$))

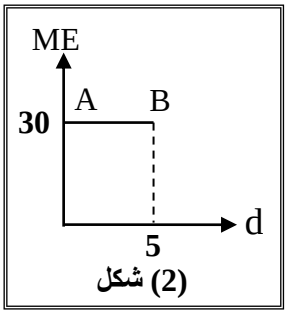


شكل (1)

1- جسم كتلته (5) kg تحرك من السكون من أعلى نقطة على سطح مستوى مائل أملس كما بالشكل (1) ومثلنا علاقة الطاقة الميكانيكية (ME) للجسم مع إزاحته (d) بيانيا فحصلنا على الخط البياني ABكما بالشكل (2) اعتمادًا على هذا الشكل **أحسب:**

أ) ارتفاع المستوى المائل :

$$ME = 30 = mgh = 5 \times 10 \times h \Rightarrow h = 0.6\ m$$

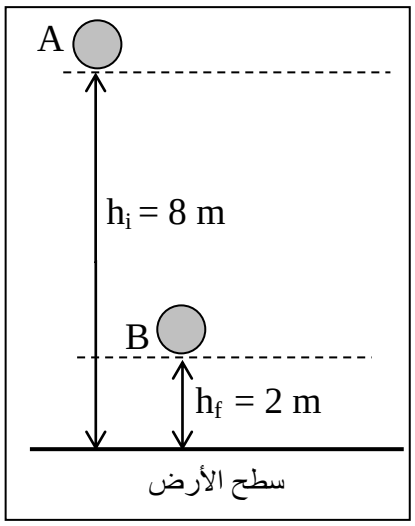


شكل (2)

ب) مقدار سرعة الجسم عند نهاية المستوى المائل :

$$ME = 30 = \frac{1}{2}mV^2 = 0.5 \times 5 \times V^2 \Rightarrow V = 3.46\ m/S$$

2- سقط جسم كتلته (3) kg سقوطاً حراً نحو الأرض من النقطة (A) علما بأن ($g = 10\ m/s^2$). **أحسب :**



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

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

ب) الشغل الذي بذله الجسم أثناء سقوطه من (A) إلى(B).

$$W_W = -\Delta PE == 180\ J$$

ج) سرعة الجسم لحظة وصوله للنقطة (B).

$$W_W = \Delta KE = 180 = \frac{1}{2}\ m(V_f^2 - V_i^2) = \frac{1}{2} \times 3(V_f^2 - 0) \Rightarrow V_f = 10.95\ m/s$$

الفصل الثاني : ميكانيكا الدوران

الدرس (2–1) عزم القوة أو عزم 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 إحداث حركة دورانية للجسم حول محور الدوران. (عزم القوة)

2– المسافة العمودية من محور الدوران إلى نقطة تأثير القوة. (ذراع الرافعة)

3– قوتين متساويتين بالمقدار ومتعاكستان بالاتجاه وليس لهما خط عمل. (الازدواج)

4– حاصل ضرب مقدار إحدى القوتين بالمسافة العمودية بينهما. (عزم الازدواج)

السؤال الثاني :ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (✗) أمام العبارة غير الصحيحة:

1– (✓) اتجاه عزم القوة يكون موجبا عندما يؤدي إلى الدوران عكس اتجاه حركة عقارب الساعة.

2– (✓) اتجاه عزم القوة يكون سالبا عندما يؤدي إلى الدوران مع اتجاه حركة عقارب الساعة.

3– (✗) إذا كان خط عمل القوة المؤثرة على جسم قابل للدوران حول محور يمر بمحور الدوران فإن عزم القوة أكبر ما يمكن.

4– (✓) عزم الازدواج الذي يخضع له جسم قابل للدوران حول محور يمر بمنتصفه يساوي مثلي عزم إحدى القوتين المحدثتين له.

السؤال الثالث : أكمل العبارات التالية بما تراه مناسباً :

1– الشرط الضروري لتحقيق الاتزان الدوراني هو ...محصلة جمع العزوم تساوي صفر .

2– يعتبر عزم القوة من الكميات الفيزيائية ...المتجهة...

3– يحدد اتجاه العزم باستخدام ...قاعدة اليد اليمنى ...

4– يزداد الأثر الدوراني للقوة الخارجية كلما ...زاد... ذراع القوة .

5– يمكن فك أو حل الصواميل والبراغي بسهولة عند استخدام مفاتيح ذات أذرع ...طويلة... .

6– يتوقف مقدار العزم الدوراني لقوة خارجية على ...مركبة القوة العمودية...والبعد بين نقطة تأثير القوة ومحور الدوران .

7– إذا كان خط عمل القوة المؤثرة على جسم قابل للدوران حول محور موازيا لمحور الدوران فإن عزم هذه القوة يكون ....صفر....

8– يتكون الازدواج من ...قوتين... متوازيتين و...متساويتان...مقدارا و...متعاكستان... اتجاها.

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 ❐ تساوي القوي ❐ اتزان القوي ☑ اتزان العزوم

2- إحدى الصفات التالية لا تنطبق على عزم القوة:

❒ كمية متجهة ☑ كمية قياسية ❒ كمية سالبة ❒كمية موجبة

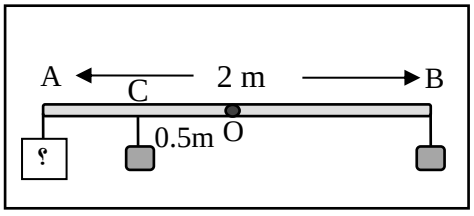
3- جسم قابل للدوران حول محور وأثرت عليه قوة مقدارها N (10) على بعد m (0.5) من محور الدوران باتجاه موازى لمحور الدوران فإن عزم القوة بوحدة (N .m) يساوى :

0☑ 5 ❒ 10.5❒ 20❒

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

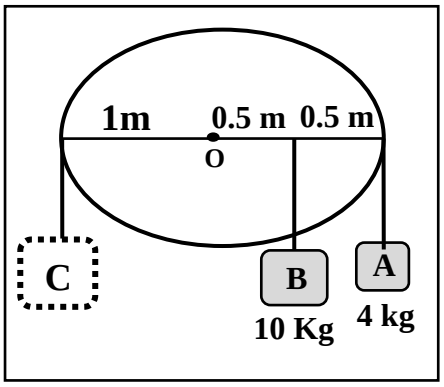
4☑ 8 ❒ 16❒ 240❒

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



0.5 ❒ 1☑ 1.5 ❒ 2 ❒

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



7 ❒ 9☑

12 ❒ 14 ❒

السؤال الخامس: 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 إحداث حركة دورانية للجسم حول محور الدوران .	يساوي حاصل ضرب إحدى القوتين بالمسافة العمودية بينهما.
ذراع العزم	المسافة العمودية من محور الدوران إلى نقطة تأثير القوة	المسافة العمودية بين نقطتي تأثير القوتين
وجه المقارنة	العزم السالب	العزم الموجب
اتجاه دوران الجسم	مع اتجاه حركة عقارب الساعة	عكس اتجاه حركة عقارب الساعة

السؤال السادس : أذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

1 – عزم القوة : مقدار القوة – ذراع العزم

2– عزم الازدواج : إحدى القوتين– المسافة العمودية بين القوتين (ذراع الازدواج)

السؤال السابع : علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً سليماً :

1– العزم كمية متجهه.

لأنه ناتج من الضرب الاتجاهي لمتجهي القوة وذراعها .

2– يصعب فك صامولة باستخدام مفتاح صغير.

لأن ذراع العزم صغير وكلما قل الذراع قل عزم القوة فتقل الفائدة الميكانيكية فتحتاج جهد أكبر .

3– استخدام مفتاح ذو ذراع طويلة عند فتح صواميل إطارات السيارات.

لزيادة عزم القوة فتكون الفائدة الميكانيكية أكبر والجهد المبذول أقل.

4– يوضع مقبض الباب عند الطرف البعيد عن محور الدوران.

لزيادة ذراع العزم فيزداد عزم الدوران فتكون الفائدة الميكانيكية أكبر والجهد المبذول أقل .

5– لا يمكنك فتح باب غرفة مقفل بالتأثير عليه بقوة خط عملها يمر بمحور الدوران مهما كانت القوة.

لانعدام ذراع العزم حيث أن $d = 0$، ومن القانون $\tau = Fd = 0$.

6– تستخدم مطرقة مخلبية ذات ذراع طويلة لسحب مسمار من قطعة خشب.

لكي يزداد طول ذراع القوة ويزداد عزم القوة وتبذل قوة أقل.

7– لا يتزن الجسم القابل للدوران حول محور تحت تأثير قوتين متوازيتين ومتضادتين في الاتجاه.

لأن القوتان ليس لهما خط عمل واحد مما يسبب عزم ازدواج يؤدي إلى دوران الجسم.

السؤال الثامن : ماذا يحدث في الحالات التالية :

1– عندما يقع الجسم تحت تأثير ازدواجان متساويان مقداراً ومتضادان اتجاهاً.

يتزن الجسم و لا يدور.

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

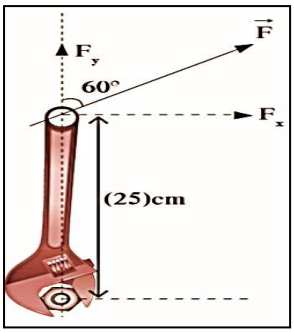
يدور الجسم .

3– لباب غرفة مقفل عند التأثير عليه بقوة كبيرة جدا وتمر بمحور الدوران.

لا يدور الباب .

السؤال التاسع : حل المسائل التالية :

1- تحتاج صامولة في محرك السيارة إلى عزم قوة مقداره (40) N. m لتشد جيدا ، تستخدم مفك ربط طوله (25) cm وتشده بقوه كما هو مبين بالشكل .

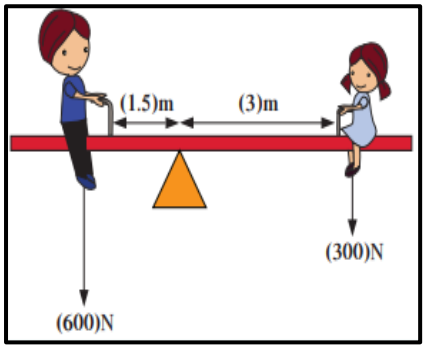


احسب : مقدار القوه التي يجب أن تبذلها كي تثبت الصامولة.

$$\tau = Fd\sin\theta \quad \rightarrow \quad 40 = F \times 0.25 \times \sin 60 \quad \rightarrow F = 185\ N$$

2- **احسب :**

أ- مقدار عزم القوة لكل من وزني الفتاة والولد الجالسين على اللوح المتأرجح كما بالشكل بإهمال وزن اللوح.

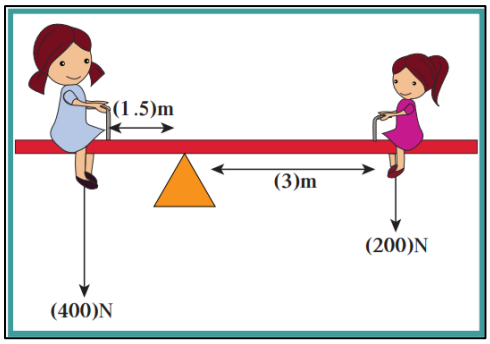


$$\tau_1 = W_1 \times d_1 = 300 \times 3 = 900\ \ N.m$$
$$\tau_2 = W_2 \times d_2 = 600 \times 1.5 = 900\ \ N.m$$

ب- المسافة التي يجب أن تفصل بين الفتاة الجالسة يمينًا ومحور ارتكاز اللوح المتأرجح عندما يساوي وزن الفتاة N (400) والنظام في حالة اتزان.

$$\sum \tau_{c.w} = \sum \tau_{A.c.w} \quad \rightarrow 400 \times d = 600 \times 1.5 \quad \rightarrow \quad d = 2.25\ m$$

3 - تجلس بنتان وزن احدهما N (400) ووزن الأخرى N (200) على طرفي أرجوحة مهملة الكتلة كما في الشكل المجاور والأرجوحة في حالة اتزان دوراني **احسب** :



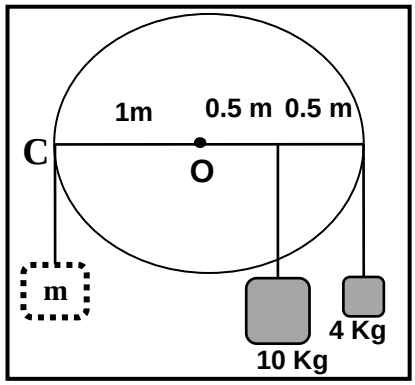
أ- مقدار عزم وزن كل من البنتين.

$$\tau_1 = W_1 \times d_1 = 200 \times 3 = 600\ \ N.m$$
$$\tau_2 = W_2 \times d_2 = 400 \times 1.5 = 600\ \ N.m$$

ب- محصلة العزوم المؤثرة في الأرجوحة.

$$\sum \vec{\tau} = \vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2 = 600 - 600 \ = 0$$

4- القرص الموضح بالشكل لا يدور، **أحسب** : الكتلة عند النقطة (C) .



$$\tau_{c.w} = \tau_{A.c.w} \rightarrow F_A d_A + F_B d_B = F_c d_c \rightarrow 40 \times 1 + 100 \times 0.5 = F_c \times 1$$

$$F_c = 90\ N \quad \rightarrow \quad m_c = 9\ kg$$

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 الدورانى)

السؤال الثاني: ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (✗) أمام العبارة غير الصحيحة:

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

2-(✓) القصور الذاتي الدوراني للجسم يكون اقل عندما تتوزع الكتلة نفسها داخل الجسم بتقارب عن محور الدوران.

3- (✓) يختلف القصور الذاتي لصفيحة مستطيلة رقيقة إذا اختلف موضع محور الدوران.

4- (✗) يقل القصور الذاتي الدوراني للبهلوان المتحرك على السلك عندما يمسك بيده عصا طويلة.

السؤال الثالث: أكمل العبارات التالية بما تراه مناسباً :

1- مقاومة الجسم لتغير حركته الدورانية يسمى القصور الذاتي الدوراني .

2- القصور الذاتي الدوراني للبندول القصير أقل القصور الذاتي الدوراني للبندول الطويل.

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

3- يتوقف القصور الذاتي الدوراني على. مقدار كتلة الجسم و شكل الجسم وتوزع الكتلة

و موضع محور الدوران بالنسبة لمركز الكتلة .

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 ❐ شكل الجسم وتوزع الكتلة

❐ مقدار كتلة الجسم ☑ جميع ما سبق

2- يعتبر ثنى الساقين عند الجري مهما حيث أنه :

❐ يزيد القصور الذاتي ☑ يقلل القصور الذاتي

❐ لا يتغير القصور الذاتي ❐ جميع ما سبق

السؤال الخامس: 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

السؤال السادس: أذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

1- القصور الذاتي الدوراني : مقدار كتلة الجسم – شكل الجسم وتوزع الكتلة – موضع محور الدوران بالنسبة لمركز الكتلة .

السؤال السابع : علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً سليماً :

1- يسهل عليك الجري وتحريك قدمك إلى الأمام والخلف عند ثنيهما قليلا.

لأن ثنى الساقين يقلل من عزم القصور الذاتي الدوراني فيسهل تأرجحهما إلى الأمام وإلى الخلف.

2- البندول القصير يتحرك إلى الإمام والخلف أكثر من تحرك البندول الطويل.

لأن البندول القصير قصوره الذاتي الدوراني أقل ولذلك يسهل تأرجحه.

3- الكلب ذو القوائم الصغيرة يتحرك أسرع من الغزال.

لأن الكلب قصوره الذاتي الدوراني أقل مما يجعله يتحرك بسرعة أكبر .

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 الدورانية المنتظمة)

2- الحركة التي يدور فيها الجسم بسرعة زاوية متغيرة بانتظام بالنسبة للزمن. (لحركة الدورانية منتظمة العجلة)

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

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

5- محصلة عزوم القوى الخارجية المؤثرة في النظام تساوي حاصل ضرب العجلة (القانون الثاني لنيوتن للحركة الدورانية)
الدورانية في القصور الذاتي الدوراني .

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

السؤال الثاني: ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (✗) أمام العبارة غير الصحيحة:

1- (✓) تكون الحركة الدورانية لجسم ما منتظمة عندما يكون مقدار السرعة الزاوية ثابتاً.

2- (✗) عندما تتغير السرعة الزاوية للجسم المتحرك تغيراً منتظماً بالنسبة للزمن فإن حركته تكون دورانية منتظمة السرعة.

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

4- (✗) الحركة الدورانية المنتظمة لجسم مصمت تتمثل بحركة مركز ثقله.

5- (✓) القوانين الثلاثة لنيوتن في الحركة الخطية يمكن تطبيقها على الحركة الدورانية.

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

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

8- (✗) لكل عزم قوة عزم قوة مضاد له يساويه في المقدار ويوافقه في الاتجاه.

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

10- (✓) حاصل ضرب عزم القوة في الإزاحة الزاوية الناتجة عنه يمثل الشغل في الحركة الدورانية.

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

السؤال الثالث: أكمل العبارات التالية بما تراه مناسباً :

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

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

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

4- الجسم المتحرك يستمر في حركته الدورانية المنتظمة عندما لا يؤثر عليه عزم قوى خارجية

5- لكل عزم قوة عزم قوة مضاد له يساويه في المقدار ويعاكسه في الاتجاه.

6- تتعدم العجلة الزاوية للجسم الذي يدور إذا كانت السرعة الزاوية ثابتة

7- محصلة عزوم القوى الخارجية المؤثرة في النظام تساوي حاصل ضرب العجلة الدورانية و**القصور الذاتي الدوراني**

8- ينتج الشغل من حاصل ضرب عزم القوة و الإزاحة الزاوية .

9- 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 حفظ كمية الحركة ☑القانون الأول لنيوتن في الحركة الدورانية

❐القانون الثاني لنيوتن في الحركة الدورانية ❐ القانون الثالث لنيوتن في الحركة الدورانية

5- لكل عزم قوة عزم قوة مضاد له يساويه في المقدار ويعاكسه 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:

$\sum F = I.\theta''$❐ $\sum \tau = I.\theta''$ ☑ $\sum F = m.a$❐ $\sum \tau = m.a$❐

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) ، أثرت عليه محصلة عزوم قوى خارجية ثابتة مقدارها (1.6) N. m بعكس اتجاه الدوران أدى لتوقفه، فإن مقدار العجلة الدورانية التي دار بها بوحدة (rad/s^2) يساوي:

-4 ☑ - 0. 25 ❒ 0.4 ❒ 0.64 ❒

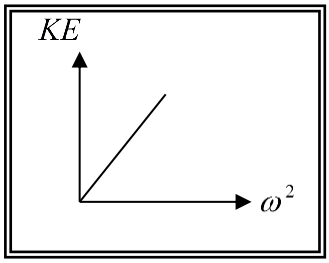
9- حبل ملفوف حول قرص نصف قطره m (0.25) يكون الشغل مقدراً بوحدة الجول والناشئ عن سحبه لمسافة m (2) بقوة ثابتة قدرها N (40) مساوياً بالجول:

0.5 ❒ 10 ❒ 20 ❒ 80 ☑

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

$25\pi^2$ ❒ $100\ \pi^2$ ❒ $159\ \pi^2$ ❒ $200\ \pi^2$ ☑

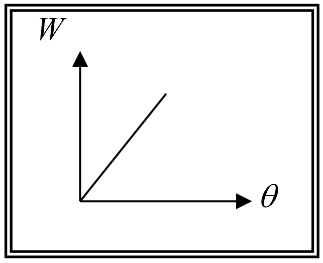
11- ميل المنحنى البياني الممثل للعلاقة بين الطاقة الحركية الدورانية ومربع السرعة الدورانية لجسم يمثل :



❒ القصور الذاتي الدوراني ❒ الشغل

☑ نصف القصور الذاتي الدوراني ❒ القدرة

12- ميل المنحنى البياني الممثل للعلاقة بين والشغل المبذول لدوران جسم والإزاحة الزاوية يمثل :



❒ القصور الذاتي الدوراني ❒ كتلة الجسم

☑عزم القوة ❒ القدرة

السؤال الخامس : أذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

1- الشغل الناتج عن عزم قوة منتظمة . – عزم القوة – الإزاحة الزاوية

2- الطاقة الحركية الدورانية. – القصور الذاتي الدوراني – السرعة الزاوية

3- القدرة في الحركة الدورانية. – عزم القوة – السرعة الزاوية

السؤال السادس: 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	يبقى ساكن	يبقى ساكن
بالنسبة للجسم المتحرك	يبقى متحركًا في خط مستقيم وبسرعة ثابتة	يبقى متحركًا في حركته الدورانية
وجه المقارنة	القانون الثاني لنيوتن للحركة الخطية	القانون الثاني لنيوتن للحركة الدورانية
الصيغة الرياضية	$F = m \times a$	$\tau = I \times \theta''$
وجه المقارنة	القانون الثاني لنيوتن في الحركة الدورانية	القانون الثالث لنيوتن في الحركة الدورانية
نص القانون	**محصلة عزوم القوى الخارجية المؤثرة في النظام حول محور دوران ثابت تساوي حاصل ضرب العجلة الدورانية و القصور الذاتي الدوراني حول محور الدوران نفسه**	**لكل عزم قوة، عزم قوة مضاد له يساويه في المقدار و يعاكسه في الاتجاه.**

السؤال السابع : علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً سليماً :

1- لايمكن تمثيل الحركة الدورانية لجسم مصمت بحركة مركز ثقله.

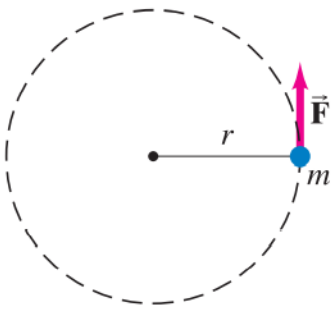
لأن شكل الجسم و كيفية توزيع كتلته بالنسبة إلى محور الدوران تأثير على حركته.

2- تدوير عجلة مسننة في اتجاه معين يجعل عجلة مسننة أخري متداخلة معها تدور في اتجاه معاكس.

لأن العزم الذي أدار العجلة الأولى أثر بعزم معاكس علي العجلة الثانية.

السؤال الثامن حل المسائل التالية :

1- تدور كتلة نقطية m حول محور ثابت يبعد عنها (r) بتأثير محصلة عزوم القوى الخارجية ثابتة (τ) قصورها الذاتي الدوراني $I = (1)\,Kg.m^2$ كما في الشكل المجاور بدأت حركتها من سكون واكتسبت سرعة زاوية مقدارها $(4\pi)\,Rad/s$ خلال زمن قدره $(\pi)s$ ، **احسب** :



أ- العجلة الزاوية.

$$\theta'' = \frac{\omega - \omega_\circ}{t} = \frac{4\pi - 0}{\pi} = 4\ \ Rad/s^2$$

ب- محصلة عزوم القوى الخارجية. $\tau = I \times \theta'' = 1 \times 4 = 4\ \ N.m$

2- قرص مصمت كتلته (m)ونصف قطره(r) قصوره الذاتي الدوراني يساوي $I = 0.25\ kgm^2$
طبق عليه عزم قوة منتظمة مقداره $\tau = (\ 8\ )N.m$ ، يبدأ دورانه من سكون، **أحسب:**

أ- العجلة الزاوية. $\theta'' = \frac{\tau}{\mathrm{I}} = \frac{8}{0.25} = 32\ \ Rad/s^2$

ب- السرعة الزاوية بعد ثانيتين من بدء الحركة.

$$\omega = \theta'' \times t = 32 \times 2 = 64\ \ Rad/s$$

ج- الشغل المبذول خلال الثانيتين .

$$W = \tau \times \theta = \tau(\frac{1}{2}\theta'' \times t^2) = 8 \times (\frac{1}{2} \times 32 \times 2^2) = 512\ \ J$$

3 – تدور عجلة دراجة قطرها $m(2)$وكتلتها $(\ m\ )$ ، قصورها الذاتي الدوراني $I = 0.5\ kgm^2$ حول مركز كتلتها تحت تأثير عزم قوة مماسيه مقدارها $F(6)N$ تنطلق حركة دوران هذه العجلة من السكون في اللحظة (t=0) ،

احسب :

أ- عزم القوة الخارجية المؤثرة على العجلة.

$$\tau = F \times r = 6 \times 1 = 6\ \ N.m$$

ب- العجلة الزاوية .

$$\theta'' = \frac{\tau}{\mathrm{I}} = \frac{6}{0.5} = 12\ \ Rad/s^2$$

ج- السرعة الزاوية للعجلة بعد خمس ثوان.

$$\omega = \theta'' \times t = 12 \times 5 = 60\ \ Rad/s$$

د- الإزاحة الزاوية للعجلة بعد خمس ثوان.

$$\theta = \frac{1}{2}\theta'' \times t^2 = \frac{1}{2} \times 12 \times 5^2 = 150\ \ Rad$$

هـ- الشغل الخارجي المنجز خلال خمس ثوان.

$$W = \tau \times \theta = 6 \times 150 = 900\ \ J$$

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 وعلامة (✗) أمام العبارة غير الصحيحة:

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

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

3- (✗) كمية الحركة كمية عددية فهي تساوي حاصل ضرب كمية عددية في كمية متجهة.

4- (✓) يمكن لجسمين مختلفين في الكتلة أن يكون لهما نفس كمية الحركة.

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

11- (✗) يمكن حساب الدفع الذي تؤثر به قوة جسم من ميل الخط البياني لمنحنى (F – t).

12- (✗) إذا حدث تغيرٌ لكمية حركة جسم خلال فترة زمنية صغيرة يكون تأثير قوة الدفع صغير.

13- (✓) 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

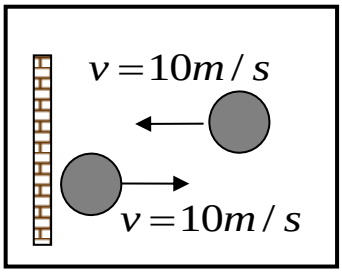
3- جسم كتلته (5) kg وكمية حركته (100) kg .m/s يكون متحركاً بسرعة تساوى (20) m/s

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

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

6- تلقى جسم دفعاً مقداره (20) N.S خلال (0.01)S فإن مقدار القوة المؤثرة عليه بوحدة N تساوي 2000

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

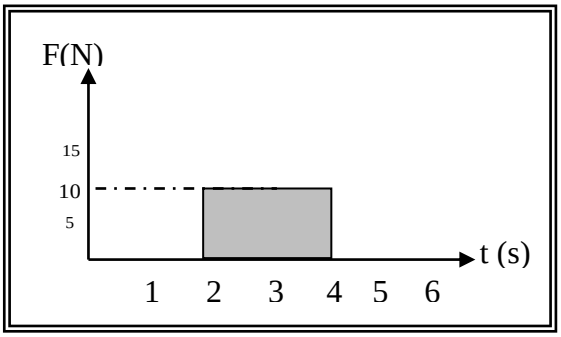


السؤال الرابع : ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام أنسب إجابة لكل من العبارات التالية :

1- يتساوى مقدار كمية الحركة لجسم كتلته (m) مع مقدار طاقة حركته عندما يتحرك الجسم بسرعة بوحدة (m/s) :

1❒ 2☑ 4 ❒ 8 ❒

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



5 ❒ 10 ❒

20☑ 40 ❒

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

0 ☑ 2.5 ❒ 10❒ 20❒

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

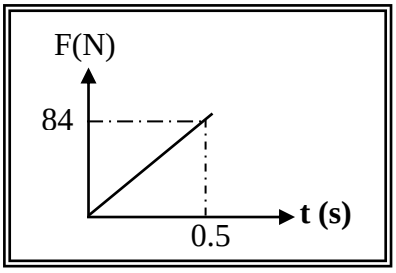
❒ يتحرك بعجلة تساوى (5) m/s^2

☑ تلقى دفعاً يساوى (5) N.S

❒ يتأثر بقوة تساوى (5) N

❒ يمتلك طاقة حركية تساوى(5)J

5- أثرت قوة متغيرة بانتظام على جسم ساكن كتله (3) kg كما هو بالشكل



فيكون مقدار التغير في سرعته يساوي بوحدة (m/s) يساوي:

1.5 ❒ 7 ☑

21❒ 168❒

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

0☑ - 165❒ 165❒ 330 ❒

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

0.63 ❒ 1.6❒ 13 ❒ 40☑

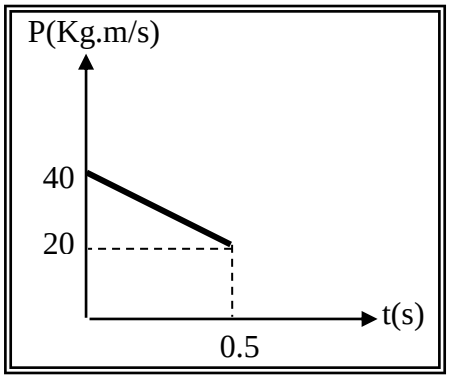
8- القوة المؤثرة في جسم متحرك تساوي المعدل الزمني للتغير في :

❒ طاقة حركة الجسم ☑ كمية حركة الجسم ❒ سرعة الجسم ❒ طاقة وضع الجسم

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

0.2❒ 2.5❒ 5☑ 20❒

10 – أثرت قوة ثابتة على جسم وتبعاً للمنحنى البياني الموضح بالشكل



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

- 40☑ -10❒

10❒ 40❒

السؤال الخامس : قارن بين كل مما يلي حسب وجه المقارنة المطلوب في الجدول التالي :

وجه المقارنة	الدفع	كمية الحركة
القانون	$I = F.\ \Delta t$	$P = m\ v$
وحدة القياس	N.s	Kg .m/s

السؤال السادس : 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- توجد حقيبة هوائية داخل عجلة القيادة في السيارات الحديثة.

بسبب زيادة زمن التلامس وبالتالي يقل تأثير القوة ويقلل احتمال إصابة السائق.

السؤال السابع : أذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من :

1 – كمية الحركة الخطية. كتلة الجسم – السرعة المتجهة

2- مقدار الدفع الذي يتلقاه جسم ما. القوة المؤثرة – زمن التأثير

السؤال الثامن: حل المسائل التالية :

1 – 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 .

$$I = \Delta p = m(V_f - V_i) = 0.5\ (-2.5 - 7.5) = 5N.s$$

ب) مقدار متوسط القوة المؤثرة على الحائط .

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{5}{0.1} = 50\ N.s$$

2- 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 .

$$P_i = mV_i = 2 \times 5 = 10\ Kg.m/s$$

ب) كمية الحركة النهائية .

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

ج) الدفع الذي تلقاه الجسم .

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

د) مقدار متوسط القوة المؤثرة :

$$I = F.\Delta t \rightarrow F = \frac{I}{\Delta t} = \frac{6}{1} = 6\ N$$

3- جسم ساكن كتلته (2) kg أثرت عليه قوة مقدارها (200) N فأكسبته دفع مقداره (100) N.S. **أحسب :**

أ – مقدار السرعة التي يكتسبها الجسم:

$$I = p = m(v_f - v_i) \rightarrow 100 = 2(v_f - 0) \rightarrow v_f = 50\ m/s$$

ب– الفترة الزمنية لتأثير القوة:

$$I = F \times \Delta t \rightarrow \Delta t = \frac{I}{F} = \frac{100}{200} = 0.5\ s$$

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 القوى الخارجية المؤثرة تبقي ثابتة ومنتظمة ولا تتغير. (حفظ كمية الحركة الخطية)

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

السؤال الثاني : ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (✗) أمام العبارة غير الصحيحة:

1– (✗) عندما تؤثر في النظام قوة خارجية تعتبر كمية الحركة محفوظة.

2– (✓) قوى التفاعل بين جزيئات الغاز داخل كرة القدم لا تحدث تغييراً في كمية الحركة.

3– (✓) إذا حصلت عملية تصادم أو انفجار في فترة زمنية قصيرة جداً تكون كمية حركة النظام محفوظة.

4– (✓) عندما تؤثر قوى خارجية في حركة نظام معين تجعل هذا النظام يتصف بعدم بقاء كمية الحركة.

السؤال الثالث: أكمل العبارات التالية بما تراه مناسباً :

1– عندما تكون محصلة القوى الخارجية المؤثرة في نظام ما مساوية الصفر يكون النظام **معزول** .

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– تصادم كرتين من المطاط يعتبر تصادماً **مرناً كلياً** حيث لا يحدث تشوهاً في شكلهما.

5– يعتبر تصادم الجزيئات الصغيرة والذي لا يولد حرارة بين الأجسام المتصادمة تصادماً **مرناً** .

6–عند إطلاق قذيفة من مدفع فإن المدفع يرتد للخلف ويعتبر أحد تطبيقات **حفظ كمية الحركة و القانون الثالث لنيوتن**

7– يعتبر التصادم تطبيق عملي على قانون **حفظ كمية الحركة** .

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

9– دفع رجل كتلته kg (80) يقف على أرض ملساء ولداً كتلته kg (50) فتحرك الولد بسرعة m/s (40) فإن سرعة الرجل بوحدة (m/s) تساوي **25–**

10– جسم كتلته g (600) انفجر وانقسم إلى نصفين متساويين وكانت سرعة الجزء الأول m/s (0.4 –) على المحور الأفقي بالاتجاه السالب، فإن سرعة الجزء الثاني بوحدة (m/s) تساوي **0.4 +**

11 – يطلق مدفع كتلته kg (800) قذيفة كتلتهاkg (20)بسرعة m/s (300) فتكون سرعة ارتداد المدفع بوحدة (m/s) تساوي **7. 5–**

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

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

❒ -3.75 ☑ -6 ❒ 3.75 ❒ 6

2- رجل كتلته(75)kg يقف على لوح خشبي طافي كتلته (50) kg فإذا خطا الرجل بعيدا عن اللوح الخشبي باتجاه اليابسة بسرعة (2) m/s فإن سرعة اللوح الخشبي الطافي يساوي بوحدة(m/s) :

☑ -3 ❒ -2 ❒ 2 ❒ 3

3 – التصادم تام المرونة هو تصادم تكون فيه الطاقة الحركية للنظام :

☑ محفوظة وكمية الحركة محفوظة . ❒ غير محفوظة وكمية الحركة غير محفوظة.

❒ غير محفوظة وكمية الحركة محفوظة . ❒ محفوظة وكمية الحركة غير محفوظة.

4- 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

السؤال الخامس: علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً سليماً :

1- سرعة ارتداد المدفع أقل من سرعة انطلاق القذيفة.

بسب حفظ كمية الحركة وبما أن كتلة المدفع أكبر من كتلة القذيفة فتكون سرعة ارتداده أقل من سرعة انطلاق القذيفة .

2- تصادم ذرتين يعتبر تصادماً مرناً.

لأنه تحقق عند تصادمهما حفظ كمية الحركة وحفظ طاقة الحركة فلا ينتج تشوهًا أو يولد حرارة بين الذرتين.

3- يعتبر النظام المؤلف من الأجسام المتصادمة نظاماً معزولاً.

لأن التصادمات تستمر لفترة زمنية قصيرة جدا تكون خلالها القوى الخارجية مهملة مقارنة بالقوة الداخلية المسببة للتصادم.

السؤال السادس: أجب عن الأسئلة التالية

1- إذا دفعت مقعد السيارة الأمامي وانت جالس على المقعد الخلفي لا يحدث تغييراً في كمية حركة السيارة. وضح ذلك ؟

لأن دفع مقعد السيارة من راكب المقعد الخلفي هي قوى داخلية تتواجد على شكل زوج من القوى المتزنة يلغي تأثيرها داخل الجسم.

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

لأن النظام المكون من المدفع و القذيفة لا تؤثر عليه قوى خارجية قبل أو أثناء الاطلاق فيبقى النظام معزولا وتبقى كمية الحركة محفوظة.

السؤال السابع : حل المسائل التالية :

1 – تدافع متزلجان بدءاً من السكون على سطح أملس فإذا كانت كتلة أحداهما kg (35) وكتلة الأخر kg (65) وتحرك الأول مبتعداً بسرعة m/s (4) ، **أحسب :** السرعة التي يبتعد بها المتزلج الأخر .

$$m_1 v_1' = -m_2 \times v_2'$$
$$35 \times 4 = -65 \times v_2'$$
$$v_2' = -2.15 \ m/s$$

2- مدفع كتلته kg (2000) يطلق قذيفة كتلتها kg (40) بسرعة m/s (400) ، **أحسب :**

أ) سرعة ارتداد المدفع .

$$m_1 v_1' = -m_2 \times v_2'$$
$$40 \times 400 = -2000 \times v_2'$$
$$v_2' = -8 \ m/s$$

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

$$I = \Delta P = P_f - P_i = m\ (v_f - v_i)$$
$$I = 2000(-8-0) = -16000 \ N.s$$
$$F = \frac{I}{\Delta t} = \frac{-16000}{0.8} = -20000 \ N$$