

أ / محمد نعمان

س / إكتب الإجابة أو المصطلح

المصطلح	التعريف
الشغل	( تعريف الشغل ) عمليه تقوم فيها قوة مؤثرة بإزاحة جسم في اتجاهها أو حاصل الضرب العددي لمتجهي القوة والإزاحة أو يساوي مساحة الشكل تحت منحني (القوة - الإزاحة)
الاجول	الشغل الذي تبذله قوة مقدارها واحد نيوتن لتحرك الجسم في اتجاهها مسافة واحد متر
الطاقة	المقدرة على إنجاز شغل
الطاقة الحركية	الشغل الذي ينجزه الجسم بسبب حركته
قانون الطاقة الحركية	الشغل الناتج عن محصلة القوة الخارجية المؤثرة في الجسم في فترة زمنية محددة يساوي التغير في طاقته الحركية في الفترة نفسها
الطاقة الكامنة	طاقة يخزنها الجسم وتسمح له بإنجاز شغل للتخلص منها
الطاقة الكامنة الثقالية	الشغل المبذول على الجسم لرفعه إلى نقطة ما
المستوى المرجعي	المستوى الذي تبدأ منه قياس الطاقة الكامنة الثقالية
الطاقة الميكانيكية	مجموع الطاقة الحركية والطاقة الكامنة للجسم أو الطاقة اللازمة لتغير موضع الجسم أو تعديله

## علل لما يأتي

1- شخص يحاول دفع صندوق دون أن يحركه لا يبذل شغلاً بالرغم من تعبته؟  
أو شخص يحمل حقيبة ثقيلة وهو واقف لا يبذل شغلاً بالرغم من تعبته؟  
أو الشغل المبذول على جسم في مسار مغلق عدد صحيح من الدورات يساوي صفراً ؟

جـ / لانعدام الإزاحة ( d ) = صفر  $\therefore W = F \cdot d \cdot \cos\theta = \text{صفر}$

2- الشغل المبذول من وزن السيارة عندما تتحرك على طريق أفقي يساوي صفراً ؟  
\* قوة جذب الأرض للقمر الصناعي العرب سات لا تبذل شغلاً في تحريكه أثناء دورانه حول الأرض ؟  
\* الشغل الذي يبذله حمال المطار يحمل حقيبة على كتفه وينقلها مسافة أفقية ما يساوي صفراً ؟  
\* إذا تحرك الجسم في اتجاه عمودي على اتجاه الحركة يكون الشغل المبذول مساوياً صفراً ؟

جـ / لأن اتجاه القوة عمودي على اتجاه الحركة فيكون (  $\cos 90^\circ = 0$  )  $\therefore W = F \cdot d \cdot \cos\theta = \text{صفر}$

3- عندما يتحرك جسم بسرعة ثابتة فإن الشغل الكلي المبذول على الجسم يساوي صفراً ؟

جـ / لأنه في حالة السرعة الثابتة تكون العجلة = صفر وبالتالي محصلة القوى = صفر فيكون الشغل صفراً  
 $\therefore W = F \cdot d \cdot \cos\theta = \text{صفر}$

4- الشغل الناتج عن قوة الاحتكاك يكون سالباً ؟

جـ / لأن اتجاه الحركة عكس اتجاه عمل قوة الاحتكاك  
فيكون الشغل سالب  $W = F \cdot d \cdot \cos\theta = - F \cdot d$  (  $\cos 180 = -1$  ) فتكون  $180 = \theta$

5- الطاقة الكامنة عند المستوى المرجعي تساوي صفراً لأي جسم ؟

جـ / لأن ارتفاع الجسم عن المستوى المرجعي يساوي صفراً (  $h = 0$  )  $PE = m \cdot g \cdot h = \text{صفر}$

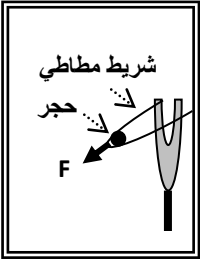
6- لا يتغير مقدار الشغل لرفع جسم من مستوى مرجعي الى ارتفاع معين باستخدام مستوى مائل بتغير زاوية ميل المستوى في غياب الاحتكاك ؟

ج / لأن الشغل في مجال الجاذبية يتوقف على الارتفاع الرأسي و لا يعتمد على المسار الذي يسلكه الجسم

7- إذا أسقطت مطرقة علي مسمار من مكان مرتفع ينغرز المسمار مسافة أكبر مقارنة بإسقاطها من مكان أقل ارتفاعاً؟

ج / لأن الطاقة الثقالية تتحول إلى طاقة حركية فيزداد مقدار الشغل المبذول لتحريك المسمار .

8- لكي ينطلق الحجر الموضح بالشكل المقابل لمسافة بعيدة يجب شد الخيط المطاطي بقوة كبيرة للخلف؟



ج / لأنه كلما زاد مقدار الطاقة الكامنة المخزنة يزداد مقدار الطاقة الحركية الناتجة

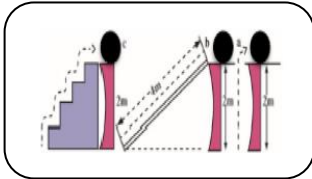
عند ترك الخيط بعد شده فيبذل شغل أكثر ويتحرك مسافة أكبر  $W = \Delta KE$

9- الكرة المقذوفة بسرعة أفقية كبيرة علي مستوى أفقي تستطيع أن تقطع مسافة أكبر قبل أن تتوقف من كرة مماثلة لها قذفت علي نفس المستوى بسرعة أقل قبل أن تتوقف ؟

ج / لأن الكرة في الحالة الأولى تمتلك طاقة حركية أكبر

ج / لأنه كلما زادت السرعة يزداد مقدار التغير في الطاقة الحركية فيزداد مقدار الشغل الناتج  $W = \Delta KE$

10 - في الشكل المقابل تتساوى الطاقة الكامنة الثقالية في الحالات الثلاثة ؟



ج / لأن الطاقة الكامنة الثقالية لا تعتمد على كيفية الوصول إلى الارتفاع المطلوب

و لكن تعتمد على المسافة الرأسية بين هذه النقطة و المستوى المرجعي

أ / محمد نعمان

أهم المقارنات

قيمة ( إشارة ) الشغل	موجبة	صفر	سالية
مقدار الزاوية ( $\theta$ )	$0^\circ \leq \theta < 90^\circ$	$\theta = 90$	$90^\circ < \theta \leq 180^\circ$
اتجاه مركبة القوة	في نفس اتجاه الإزاحة	عمودية على اتجاه الإزاحة	عكس اتجاه الإزاحة
معيق أم مساعد	( مساعد للحركة )	غير مؤثرة	( معيق للحركة )
الأثر على السرعة	تزداد	ثابتة	تقل

وجه المقارنة	إذا تحرك الجسم رأسياً إلى أعلى	إذا تحرك الجسم رأسياً إلى أسفل	إذا تحرك الجسم على نفس المستوى الأفقي
التغير في طاقة الوضع الثقالية	موجبة $(h_f - h_i) > 0$	سالب $(h_f - h_i) < 0$	صفر $(h_f - h_i) = 0$
الشغل المبذول من وزن الجسم خلال الإزاحة نفسها	سالب لأن اتجاه الحركة عكس اتجاه قوة الوزن	موجب لأن اتجاه الحركة في نفس اتجاه قوة الوزن	صفر لأن $(h_f - h_i) = 0$

وجه المقارنة	الجسم فوق المستوى المرجعي	الجسم أسفل المستوى المرجعي
الطاقة الكامنة الثقالية	موجبة	سالبة

وجه المقارنة	القوة المنتظمة	القوة الغير منتظمة
التعريف	هي قوة ثابتة المقدار و الاتجاه	قوة متغيرة المقدار أو الاتجاه أو كليهما
أمثلة	قوة الجاذبية	الشد في نابض قوة الاحتكاك
وجه المقارنة	الطاقة الكامنة المرنة في نابض	الطاقة الكامنة المرنة في خيط مطاطي
القانون	$PE = \frac{1}{2} K \cdot \Delta X^2$	$PE = \frac{1}{2} C \cdot \Delta \theta^2$
العوامل	ثابت هوك - الاستطالة الحادثة	ثابت مرونة الخيط - الإزاحة الزاوية

وجه المقارنة	طاقة حركة الجسم ( A )	طاقة حركة الجسم ( B )
سرعة الجسم ( A ) مثلي الجسم ( B )	$KE_A = 4 KE$	$KE_B = KE$
وجه المقارنة	طاقة حركة الجسم ( A )	طاقة حركة الجسم ( B )
الجسم ( A ) يقذف رأسياً لأعلى و الجسم ( B ) يقذف رأسياً لأسفل بنفس السرعة	تقل	تزداد

أ / محمد نعمان

ماذا يحدث في الحالات التالية

للشغل كلما زادت الزاوية بين اتجاه القوة واتجاه الحركة	يقل الشغل تدريجياً
للشغل عندما يتحرك جسم بسرعة ثابتة تحت تأثير قوى متزنة	ينعدم الشغل
للشغل عندما تؤثر على الجسم بقوة عمودية على اتجاه الحركة	ينعدم الشغل
للشغل عندما تؤثر على الجسم بقوة موازية لاتجاه الحركة	يكون الشغل أكبر ما يمكن
للشغل عندما يتحرك الجسم على مسار مغلق ويكمل دورة كاملة	ينعدم الشغل
للشغل ( لطاقة الحركة ) عندما تزيد سرعة الجسم للمثلين	يزداد 4 أمثال
للشغل ( لطاقة الحركة ) عندما تقل سرعة الجسم للنصف	يقل إلى الربع
للشغل ( الطاقة الكامنة الثقالية ) عند تغير زاوية ميل المستوى	لا يتغير
للطاقة الكامنة الثقالية عندما يوجد الجسم عند المستوى المرجعي	تنعدم ( تساوي صفر )
للطاقة الكامنة المرنة في خيط عند زيادة الإزاحة الزاوية للمثلين	تزداد إلى 4 أمثال

أهم الرسومات البيانية

الطاقة الكامنة المرونية (PE) ومربع الإزاحة (Δθ²)	الطاقة الكامنة المرونية (PE) ومربع الاستطالة (ΔX²)	الشغل في نابض (W) ومربع الاستطالة (ΔX²)	الشغل (W) وجيب تمام الزاوية (cos θ)	الشغل (W) والإزاحة (d)	الشغل (W) والقوة المؤثرة (F)
طاقة الحركة الخطية (KE) والكتلة (m)	طاقة الحركة الخطية (KE) ومربع السرعة (v²)	الطاقة الكامنة الثقالية (PE) والارتفاع (h)	الطاقة الكامنة الثقالية (PE) والكتلة (m)	الطاقة الميكانيكية (ME) والارتفاع (h)	الطاقة الكامنة الثقالية (PE) والوزن (w)

أ / محمد نعمان

اذكر العوامل التي يتوقف عليها كل من

الشغل الناتج عن قوة منتظمة موازية لاتجاه الحركة	مقدار القوة - الإزاحة المقطوعة
الشغل الناتج عن قوة منتظمة تصنع زاوية مع اتجاه الحركة	القوة - الإزاحة - الزاوية بينهما
الشغل الناتج عن قوة منتظمة على مسار منحني ( شغل الوزن )	مقدار القوة - الإزاحة الرأسية بين نقطة البداية ونقطة النهاية
الشغل الناتج عن قوة منتظمة على مستوى مائل	( الوزن mg ) - المسافة الرأسية $\Delta h$
الشغل الناتج عن قوة غير منتظمة في نابض أو الطاقة الكامنة المرونية الناشئة في النابض	مقدار الاستطالة $\Delta X$ - ثابت المرونة K ( نوع المادة )
الطاقة الكامنة المرونية في خيط مرن	الإزاحة الزاوية $\Delta \theta$ - ثابت المرونة C ( نوع المادة )
ثابت مرونة الخيط المرن	طول الخيط - سماكة الخيط - الخصائص الميكانيكية للجسم المرن
الشغل الناتج عن وزن الجسم أو الطاقة الكامنة الثقالية ( طاقة الوضع )	الارتفاع الرأسي - وزن الجسم ( كتلة الجسم )
الطاقة الحركية الخطية	كتلة الجسم - سرعة الجسم الخطية
الطاقة الميكانيكية	الطاقة الحركية (السرعة الخطية) - الطاقة الكامنة (الارتفاع) - الطاقة الكامنة المرنة

### أهم القوانين

$W = F \cdot d$	الشغل عندما تكون القوة موازية للجسم
$W = F \cdot d \cos \theta$	الشغل عندما تكون القوة غير موازية للجسم
$W = F \cdot d \sin \theta = w \cdot d \sin \theta = mg d \sin \theta = mg h$	الشغل عندما يكون الجسم على مستوى مائل
$W_{net} = F_{net} \cdot d = F_{net} d \cos \theta$	الشغل الناتج عن عدة قوى
$W = \frac{1}{2} F \cdot \Delta X = \frac{1}{2} K \cdot \Delta X^2$ $K = \frac{F}{\Delta X} = \frac{m \cdot g}{\Delta X} = \frac{2W}{\Delta X^2}$ ثابت هوك	الشغل الناتج عن قوة غير منتظمة ( نابض مرن )
العلاقة بين الشغل وطاقة الوضع الثقالية $\Delta PE = -W = m \cdot g \cdot (h_f - h_i)$	العلاقة بين الشغل والطاقة الحركية $W = \Delta KE = \frac{1}{2} m \cdot v_f^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_i^2$
$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$ سرعة جسم سقط من سكون رأسيا بإهمال مقاومة الهواء	طاقة الحركة الخطية $KE = \frac{1}{2} m V^2$
$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot d \cdot \sin \theta}$ سرعة جسم سقط من سكون على مستوى مائل أملس	طاقة الوضع الثقالية $PE = m \cdot g \cdot h$
$W = m \cdot g (h_i - h_f)$ الشغل في مجال الجاذبية	الطاقة المرنة في خيط $PE = \frac{1}{2} C \cdot \Delta \theta^2$
	الطاقة الكامنة المرنة في نابض $PE = \frac{1}{2} K \cdot X^2 = \frac{1}{2} F \cdot X$
	الطاقة الميكانيكية $ME = KE + PE$

1- نفاحة كتلتها 150g موجودة على غصن ارتفاعه 3m عن سطح الأرض الذي يعتبر السطح المرجعي للطاقة الكامنة الثقالية :

أ- احسب الطاقة الحركية للنفاحة أثناء وجودها على الغصن :

ب- احسب الطاقة الكامنة الثقالية للنفاحة و هي معلقة على الغصن :

ج- استخدم قانون الطاقة الحركية لتجد سرعة النفاحة بعد سقوطها مسافة 2m من موضعها في غياب الاحتكاك مع الهواء

د- احسب الطاقة الميكانيكية للنفاحة عند وجودها على بعد ( m ) 2 أسفل موضعها الابتدائي :

هـ - احسب مقدار الطاقة الحركية للنفاحة لحظة اصطدامها بالأرض في غياب الاحتكاك مع الهواء :

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

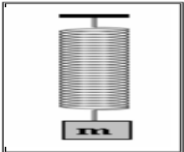
1- الشغل المبذول على القذيفة لحظة إسقاطها :

2- الشغل المبذول من وزن القذيفة خلال سقوط القذيفة من الطائرة حتى بلوغها سطح الأرض :

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

علماً بأن مقدار قوة الاحتكاك N ( 2 ) :

4- الشغل الكلي المبذول على القذيفة خلال سقوط القذيفة من الطائرة حتى بلوغها سطح الأرض :



الشكل المقابل يمثل نابض مرن ثابت القوة له (  $K = 1000 \text{ N/m}$  ) علقت به كتلة ( m )

فاستطال النابض بتأثيرها مسافة (  $\Delta x$  ) مقدارها cm ( 5 ) فإن :

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

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

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

4- سيارة كتلتها kg ( 800 ) تتحرك على أرض خشنة بسرعة m/s ( 30 ) ، تعدد قائدها عدم الضغط على دواسة

البزوين أو الكوابح فاستمرت في الحركة لمسافة m ( 100 ) قبل أن تتوقف تماماً عن الحركة . والمطلوب حساب :

1- الطاقة الحركية الابتدائية للسيارة :

2- الشغل المبذول من الأرض على السيارة .

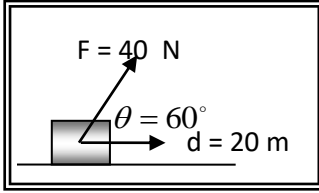
3- قوة الاحتكاك المعيقة لحركة السيارة .

س / أكمل ما يأتي :

1- يحمل رجل حقيبة وزنها  $N(400)$  ويتحرك بها أفقياً لمسافة  $m(10)$  فإن مقدار الشغل المبذول من وزن الحقيبة يساوي .....

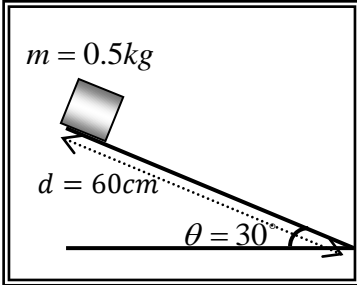
2- إذا تحرك جسم بسرعة منتظمة فقطع مسافة مقدارها  $m(5)$  يكون الشغل الكلي المبذول على الجسم مساوياً.....

3- الشكل المقابل يمثل القوة المؤثرة على جسم يتحرك على مستوي أفقي أملس ، فإن الشغل المبذول لإزاحة الجسم بوحدة  $(j)$  يساوي .....

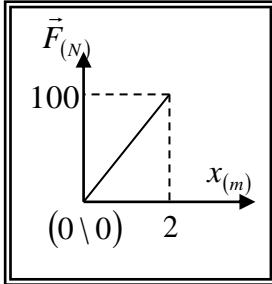


4- وضع صندوق كتلته  $kg(0.5)$  عند قمة مستوي أملس يميل

على الأفق بزاوية  $(\theta = 30^\circ)$  كما بالشكل المقابل ، فإذا تحرك الصندوق على المستوي مسافة  $cm(60)$  ، فإن الشغل الناتج عن وزن الصندوق بوحدة  $(j)$  يساوي .....



5- سقطت من سكون من ارتفاع  $cm(80)$  عن سطح الأرض لحظة ارتطامها بالسطح ( بإهمال الاحتكاك مع الهواء و  $g = 10 m/s^2$  ) فإن سرعة كرة تساوي .....



6- 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 .....

7- خيط مطاطي ثابت مرونته  $N.m/rad^2(100)$  عند لي الخيط بحيث يصنع إزاحة زاوية  $(30^\circ)$  فإن الطاقة الكامنة المرنة عند لي الخيط بوحدة الجول تساوي .....

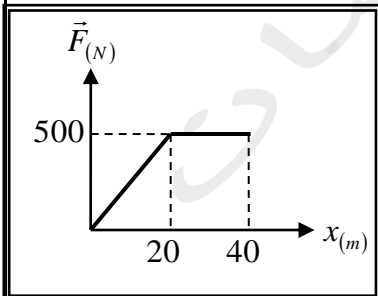
أ / محمد نعمان

س / اختر الإجابة الصحيحة :

1- ينعدم ( يتلاشى ) شغل القوة عندما تكون الزاوية بين اتجاه تأثير القوة واتجاه الحركة (الإزاحة) بالدرجات تساوي :  
☐ صفر ☐ 30 ☐ 90 ☐ 180

2 - يتوقف الشغل الذي تبذله قوة منتظمة في إزاحة جسم فقط على :  
☐ مقدار القوة ومقدار الإزاحة ☐ مقدار القوة

☐ مقدار الإزاحة والمركبة العمودية للقوة على اتجاه ☐ مقدار القوة ومقدار الإزاحة ومقدار الزاوية بينهما .

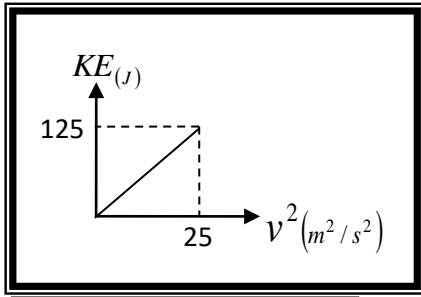


3- الشكل المقابل يمثل منحني  $(F-x)$  المعبر عن حركة سيارة تحت تأثير قوي متغيرة خلال الحركة ، ومن المنحني يكون الشغل الذي بُذل على السيارة بوحدة  $(j)$  يساوي :

☐ 25 ☐ 5000 ☐ 15000 ☐ 20000

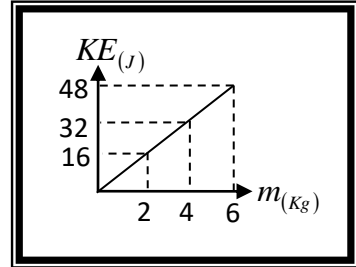
4- سيارة تتحرك بسرعة خطية ثابتة مقدارها  $(v)$  فإذا زادت سرعتها وأصبحت  $(2v)$  فإن الطاقة الحركية للسيارة :

☐ تزيد إلى أربعة أمثال ما كانت عليه . ☐ تزيد إلى مثلثي ما كانت عليه ☐ تقل إلى نصف ما كانت عليه . ☐ لا تتغير .



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 و متحركة حركة خطية بنفس السرعة الخطية ، فإن سرعة هذه الأجسام بوحدة ( m/s ) تساوي :

- 0.125 ☐ 4 ☐  
8 ☐ 16 ☐

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

- 20.4 ☐ 20.8 ☐ 21.6 ☐ 20800 ☐

أ / محمد نعمان

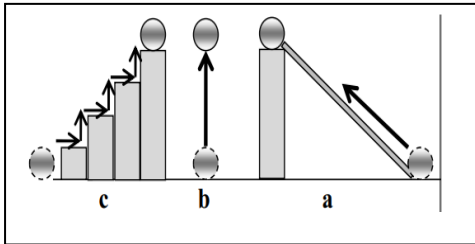
8- إذا زادت طاقة حركة جسم ما الى أربعة أمثالها ، فهذا يعني أن سرعته :

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

9- 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 مثل ما كانت عليه .  
☐ تقل إلى نصف ما كانت عليه . ☐ لا تتغير .

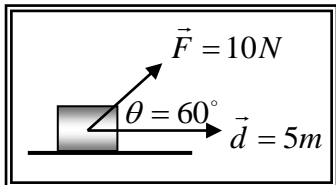
10- الشكل المقابل يمثل عدة مسارات استخدمت لوضع جسم كتلته ( m ) علي ارتفاع ( h ) عن المستوي المرجعي ، والجسم يكتسب أكبر طاقة كامنة ثقالية عندما يسلك المسار :



- a ☐ b ☐  
c ☐ لا توجد إجابة صحيحة ☐

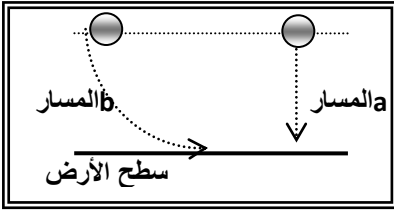
س 4 / ضع علامة ( ✓ ) أو ( x )

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

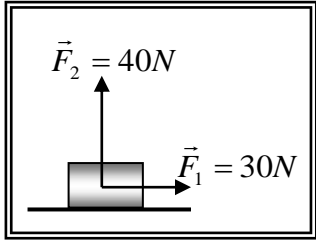




- 2- ( ) يكون شغل القوة سالباً ، إذا كان اتجاه تأثير القوة عمودياً علي اتجاه الإزاحة .
- 3- ( ) عندما يتحرك جسم علي مسار دائري حركة دائرية منتظمة ويكمل دورة كاملة فإن الشغل المبذول علي الجسم يساوي صفراً .



- 4- ( ) القوة المنتظمة هي القوة ثابتة المقدار والاتجاه خلال فترة التأثير علي الجسم
- 5- ( ) 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 )

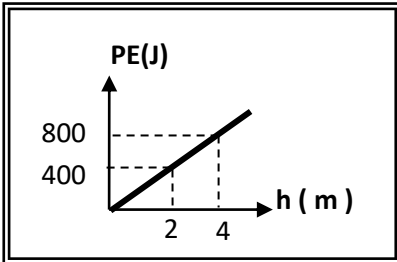


- 6- ( ) الشكل المقابل يمثل قوتين متعامدتين ( $F_1 = 30N$ ) و ( $F_2 = 40N$ ) تؤثران في آن واحد علي جسم ، فإذا تحرك الجسم علي المستوي الأفقي مسافة  $m$  ( 10 ) فإن الشغل المبذول علي الجسم يساوي  $J$  ( 500 ) .

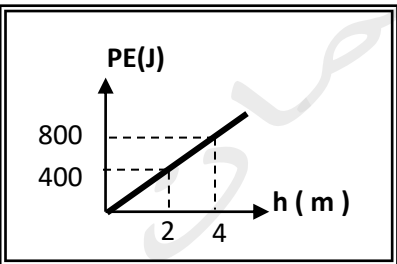
أ / محمد نعمان

- 7- ( ) إذا قلت سرعة سيارة متحركة إلي نصف ما كانت عليه فإن طاقتها الحركية نقل إلي نصف ما كانت عليه

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



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



- 10- ( ) الشكل المقابل يمثل التغير في الطاقة الكامنة الثقالية لجسم بتغير ارتفاعه عن سطح الأرض ( المستوي المرجعي ) ومنه يكون كتلة الجسم بوحدة ( kg ) مساوياً ( 20 ) .

- 11- ( ) الطاقة الكامنة الثقالية للأجسام المختلفة الكتلة تتوقف على الارتفاع الرأسي فقط .

- 12- ( ) الطاقة الكامنة المرنة المختزنة في خيط مطاطي مرن تتناسب طردياً مع إزاحته الزاوية عن موضع سكونه .