

## 01

اختيار الجواب الصحيح :

• عبارة العمل :

(أ)  $W = F d$  : صحيح (أكبر قيمة للعمل لأن  $\cos \alpha = 1$ )(ب)  $W = F d \sin \alpha$  خطأ(ج)  $W = F d \cos \alpha$  صحيح(د)  $W = F d \alpha$  خطأ• عمل هذه القوة هو  $W = F d = 3 \times 10 = 30 J$ يُحسب عمل النقل بالعلاقة  $W_{AB}(\vec{P}) = P(h_A - h_B)$ • (ج)  $P = \frac{W}{\Delta t}$ • إذا كانت الزاوية  $90^\circ$  .

• (ب) لا يتعلق بالمسار المتبع .

## 02

تصحيح التصريحات الخاطئة :

1 - عمل قوة ثابتة يساوي دائما  $F d \cos \alpha$ 3 - عمل قوة الاحتكاك هو  $W(\vec{F}) = -F d$ 

## 03

مجال الجاذبية الأرضية غير ثابت ، بل يتغير بدلالة الارتفاع عن سطح الأرض (نعتبر النقل ثابتا من أجل الارتفاعات الصغيرة فقط) ، لهذا يكون تطبيق هذه العلاقة غير صحيح .

## 04

$$1 - \cos \alpha = \frac{W}{F d} = \frac{125}{10,27 \times 13} = 0,936 \text{ ، ومنه } \alpha = 20,6^\circ .$$

$$2 - \cos \alpha = \frac{W}{F d} = \frac{134}{10,27 \times 13} = 1 \text{ ، نعم يمكن أن يكون العمل مساويا لـ } 134 J \text{ ما دام } \cos \alpha \leq 1$$

## 05

$$(أ) W_{AB}(\vec{F}) = F d = 6 \times 1,52 = 9,12 J$$

$$(ب) W_{AB}(\vec{F}) = F d \cos \alpha = 16 \times 21,52 \cos 28 = 304 J$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = Fd \cos \beta = 12,3 \times 11,5 \cos 125 = -81,1J \quad (\rightarrow)$$

06

$$W_{AB}(\vec{F}) = Fd \cos \alpha = 10 \times 10 = 100J$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = Fd \cos \alpha = 10 \times 11,6 \times 0,86 = 100J$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = Fd \cos \alpha = 10 \times 20 \times 0,5 = 100J$$

نلاحظ أن قيمة العمل ثابتة ، ونستنتج أن العمل يتناسب طرديا مع الانتقال وعكسيا مع الزاوية  $\alpha$  ، بحيث  $\alpha \in \left[0 ; \frac{\pi}{2}\right]$  .

07

$$F = \frac{W_{AB}(\vec{F})}{AB \cos \alpha}$$

$$F = \frac{100}{10 \times 1} = 10N : (\alpha = 0) \quad \text{الحالة الأولى}$$

$$F = \frac{100}{10 \times 0,86} = 11,6N : (\alpha = 30^\circ) \quad \text{الحالة الثانية}$$

$$F = \frac{100}{10 \times 0,5} = 20N : (\alpha = 60^\circ) \quad \text{الحالة الثالثة}$$

كلما زادت الزاوية  $\alpha$  ، حيث  $\alpha \in \left[0 ; \frac{\pi}{2}\right]$  يجب أن نبذل قوة أكبر لكي نحصل على نفس العمل في نفس الانتقال .

08

المعطيات غير كافية لحل التمرين .

09

نعتبر  $\vec{F}$  هي القوة المبذولة .

1 - بما أن سرعة الجسم ثابتة فإن  $F = P$

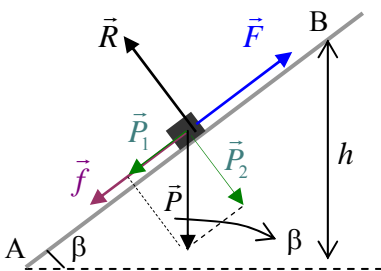
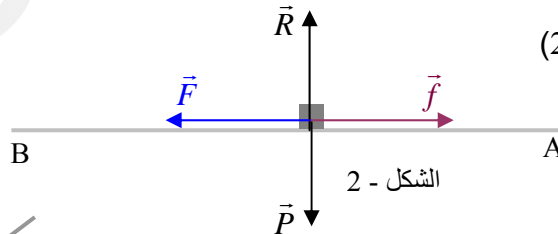
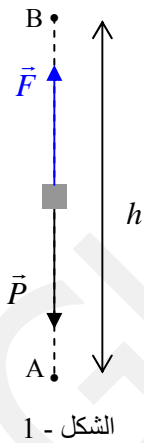
$$(1\text{-الشكل}) \quad W_{AB}(\vec{F}) = |W_{AB}(\vec{P})| = Ph = 980 \times 10 = 9,8 \times 10^3 J$$

$$(2\text{-الشكل}) \quad W_{AB}(\vec{P}) = W_{AB}(\vec{R}) = 0 \quad - 2$$

بما أن سرعة الجسم ثابتة فإن :

$$W_{AB}(\vec{F}) = |W_{AB}(\vec{f})| = 300 \times 10 = 3,0 \times 10^3 J \quad \text{وبالتالي } F = f$$

3 - بما أن سرعة الجسم ثابتة فإن  $F = f + P_1 = f + P \sin \beta$  (الشكل - 3) ، وبالتالي :



الشكل - 3

$$W_{AB}(\vec{F}) = |W_{AB}(\vec{f})| + |W_{AB}(\vec{P})| = f AB + P h = 300 \times 10 + 980 \times 6 = 8,9 \times 10^3 J$$

مع العلم أن  $W_{AB}(\vec{P}_2) = 0$  ، لأن  $W_{AB}(\vec{P}) = W_{AB}(\vec{P}_1)$

$$P = \frac{W_{AB}(\vec{F})}{\Delta t} \quad - 4$$

$$P_3 = \frac{9,8 \times 10^3}{55} = 1,8 \times 10^2 W \quad , \quad P_2 = \frac{3 \times 10^3}{55} = 5,4 \times 10^1 W \quad , \quad P_1 = \frac{9,8 \times 10^3}{55} = 1,8 \times 10^2 W$$

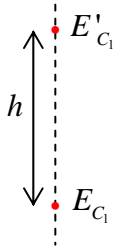
10

تصحيح التصريحات الخاطئة :

- عندما تتضاعف سرعة جسم متحرك بحركة انسحابية ، أي عندما تُضرب السرعة في 2 فإن الطاقة الحركية تضرب في 4 .
- إذا أثرت قوة على جسم فإن طاقته الحركية تتغير إذا تغيرت سرعته بفعل هذه القوة .
- إذا كان جسم يتحرك بسرعة ثابتة فإن مجموع أعمال كل القوى المؤثرة عليه يكون معدوماً ( هذا لا يعني أن عمل كل قوة يكون معدوماً )

11

اختيار الجواب الصحيح :



- الجواب الصحيح هو (ب) ، أي  $E_{C_2} = 2E_{C_1}$  .
- عند الصعود تتغير الطاقة الحركية للجسم من  $E_{C_1}$  إلى  $E'_{C_1}$  حيث  $E'_{C_1} = 0$  (لأن الجسم يتوقف لكي يرجع) .

$$(1) \quad E'_{C_1} - E_{C_1} = -Ph$$

$$(2) \quad E_{C_2} - E'_{C_1} = Ph$$

بجمع العلاقتين (1) و (2) ووضع  $E'_{C_1} = 0$  نجد  $E_{C_2} = E_{C_1}$  .

12

الطاقة الحركية	السرعة	الكتلة	الجسم
$18,20 \times 10^{-19} J$	$2 \times 10^6 m/s$	$9,1 \times 10^{-31} kg$	حركة إلكترون في الأنبوب المهبطي للتلفاز
39,2 J	14 m/s	0,400 kg	حركة كرة القدم
$3,45 \times 10^5 J$	22,2 m/s	1400 kg	سيارة في الطريق السريع
$1,80 \times 10^8 J$	69,4 m/s	75 000 kg	طائرة عند الإقلاع
$5,54 \times 10^3 J$	11,1 m/s	90 kg	دراج ودراجته في مسابقة رياضية
$1,6 \times 10^3 J$	800 m/s	0,005 kg	رصاصة تنطلق من مسدس

1 - كتلة السيارة  $M = 1,2 \times 1000 = 1200 \text{ kg}$  ،  $E_C = \frac{1}{2} Mv^2$  .

من أجل  $v = 120 \text{ km/h} = \frac{120}{3,6} = 33,3 \text{ m/s}$  ، تكون الطاقة الحركية :  $E_C = \frac{1}{2} \times 1200 \times (33,3)^2 \approx 6,65 \times 10^5 \text{ J}$

من أجل  $v = 80 \text{ km/h} = \frac{80}{3,6} = 22,2 \text{ m/s}$  ، تكون الطاقة الحركية :  $E_C = \frac{1}{2} \times 1200 \times (22,2)^2 \approx 2,95 \times 10^5 \text{ J}$

من أجل  $v = 40 \text{ km/h} = \frac{40}{3,6} = 11,1 \text{ m/s}$  ، تكون الطاقة الحركية :  $E_C = \frac{1}{2} \times 1200 \times (11,1)^2 \approx 7,65 \times 10^4 \text{ J}$

2 - كان من الأحسن أن نقول : جسم له نفس كتلة السيارة يسقط من رافعة في ورشة خالية من العمال ، وذلك حتى لا نخلق فتنة بجوار العمارة ، ولو من باب التخيل !!

الارتفاعات الموافقة :  $\Delta E_C = E_{C_2} - E_{C_1} = W(\vec{P}) = Ph$  ، مع العلم أن  $E_{C_1} = 0$  ، ومنه  $h = \frac{E_{C_2}}{Mg}$

نأخذ  $g = 9,8 \text{ N/kg}$  .

$$h_3 = \frac{7,65 \times 10^4}{1200 \times 9,8} = 6,5 \text{ m} \quad , \quad h_2 = \frac{2,95 \times 10^5}{1200 \times 9,8} = 25,1 \text{ m} \quad , \quad h_1 = \frac{6,65 \times 10^5}{1200 \times 9,8} = 56,5 \text{ m}$$

الآن تصوّر لو أن الجسم (مثلا قطعة من الإسمنت المسلح) الذي سقط من ارتفاع قدره 56,5 m وقع فوق شاحنة غير مستعملة بدون شك سيحدث فيها أضرارا كبيرة جدًا .

هذا ما يحدث لو اصطدمت السيارة التي كتلتها 1,2 t بجسم آخر وهي تتحرك بسرعة قدرها 120 km/h . حفظنا الله وإياكم ..

## 14

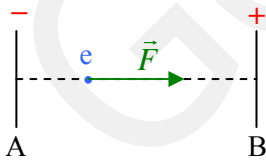
1 - التغير في الطاقة الحركية يساوي عمل ثقل الحجر ، أي :  $\Delta E_C = E_{C_2} - E_{C_1} = W(\vec{P}) = Ph$  ، مع العلم أن  $E_{C_1} = 0$

$$E_{C_2} = Ph = Mgh = 60 \times 9,8 \times 40 = 23520 \text{ J}$$

2 - لدينا  $E_C = \frac{1}{2} Mv^2$  ، ومنه  $v = \sqrt{\frac{2E_{C_2}}{M}} = \sqrt{\frac{2 \times 23520}{60}} = 28 \text{ m/s}$

## 15

حتى نفهم ما يحكى هنا : ما معنى الإلكترون فولت ؟ وما علاقته بالطاقة ؟



ينتقل إلكترون مثلًا بين نقطتين فرق الكمون بينهما  $V_B - V_A = 1 \text{ V}$  فهو يخضع إلى قوة كهربائية  $\vec{F}$  .

يُعطى عمل القوة الكهربائية بالعلاقة  $W_{AB}(\vec{F}) = q(V_A - V_B)$  ، حيث  $q$  هي شحنة الإلكترون

، ويكون بذلك عمل القوة  $\vec{F}$  :  $W_{AB}(\vec{F}) = -1,6 \times 10^{-19} (-1) = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$  ،  $q = e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

إذن 1 إلكترون - فولت (أو بمعنى آخر عندما ينتقل من السكون إلكترون واحد بين نقطتين فرق الكمون بينهما 1 Volt) يكتسب طاقة

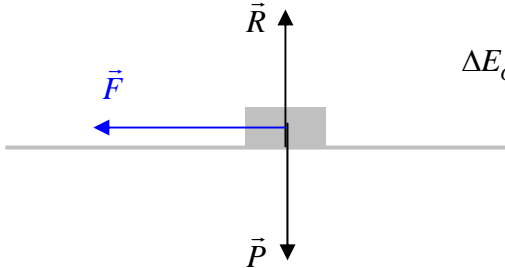
حركية قيمتها  $E_C = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$  . وبالتالي  $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$

$$E_C = \frac{18,2 \times 10^{-19}}{1,6 \times 10^{-19}} = 11,37 \text{ eV} \quad - 1$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_{C_2}}{M}} = \sqrt{\frac{2 \times 18,2 \times 10^{-19}}{800}} = 6,7 \times 10^{-11} \text{ m/s} \quad !! \quad - 2$$

16

1 - التغير في الطاقة الحركية يساوي مجموع أعمال القوى المؤثرة على الطائرة .



$$\Delta E_C = E_{C_2} - E_{C_1} = E_{C_2} = \frac{1}{2} Mv^2 = 0,5 \times 7 \times 10^4 \times \left(\frac{300}{3,6}\right)^2 = 2,43 \times 10^8 \text{ J}$$

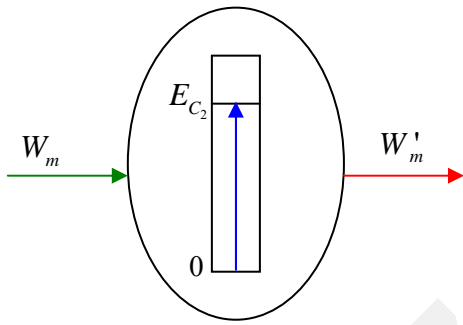
2 - القوة المحركة للطائرة هي  $\vec{F}$  .

$$\text{وبالتالي: } W(\vec{F}) = Fd = 3,5 \times 10^5 \times 900 = 3,15 \times 10^8 \text{ J}$$

**ملاحظة:** من المفروض أن نجيب عن السؤال 4 قبل السؤال 3 ، لأن المقارنة بين العمل والتغير في الطاقة الحركية هو الذي يقودنا لتمثيل الحصيلة الطاقوية .

4 - نلاحظ أن العمل المنجز أكبر من الطاقة الحركية التي اكتسبتها الطائرة ، وبالتالي نستنتج أنه يوجد الاحتكاك (لم نمثل قوة الاحتكاك في الشكل) .

5 - الحصيلة الطاقوية :



اكتسبت الجملة عملاً ميكانيكياً قدره  $W = W_m = 3,15 \times 10^8 \text{ J}$  ، فازدادت طاقتها الحركية

بالقيمة  $\Delta E_C = 2,43 \times 10^8 \text{ J}$  ، وجزء من هذا العمل ضاع على شكل حرارة للوسط

الخارجي بفعل الاحتكاك . قيمته  $W'_m = (3,15 - 2,43) \times 10^8 = 7,1 \times 10^7 \text{ J}$

معادلة انحفاظ الطاقة :  $E_{C_1} = 0$  مع العلم أن  $E_{C_1} + W_m - W'_m = E_{C_2}$

17

نحسب كتلة الهواء في الشروط التي كانت فيها الكتلة الحجمية للهواء  $\rho = 1,23 \text{ g/l}$  :  $M = \rho \times V = 1,23 \times 1000 = 1230 \text{ g}$

- في حالة سرعة الرياح  $v = \frac{100}{3,6} = 27,8 \text{ m/s}$  ، تكون الطاقة الحركية  $E_C = \frac{1}{2} Mv^2 = 0,5 \times 1,23 \times (27,8)^2 = 475,3 \text{ J}$

- في حالة سرعة الرياح  $v = \frac{50}{3,6} = 13,9 \text{ m/s}$  ، تكون الطاقة الحركية  $E_C = \frac{1}{2} Mv^2 = 0,5 \times 1,23 \times (13,9)^2 = 118,8 \text{ J}$

18

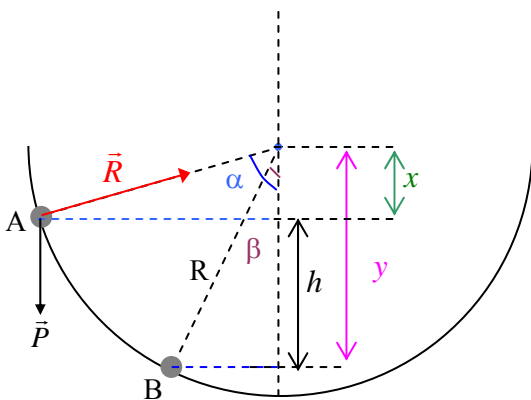
$$h = y - x \quad \text{لأن} \quad W_{AB}(\vec{P}) = Ph = P(R \cos \beta - R \cos \alpha) \quad - 1$$

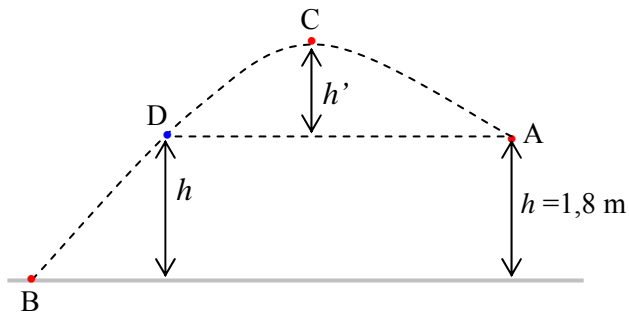
$$- 2 \quad \text{معادلة انحفاظ الطاقة: } E_{C_A} + W_{AB}(\vec{P}) = E_{C_B}$$

مع العلم أن  $W_{AB}(\vec{R}) = 0$  ، لأن شعاع قوة رد فعل الطريق على الجسم

يكون دائماً عمودياً على مماس المسار في مكان وجود الجسم .

وبالتالي :  $E_{C_B} = E_{C_A} + PR(\cos \beta - \cos \alpha)$  ،  $R$  : نصف قطر المسار .





1 - نجزئ مسار الكرة إلى AC ، CD ، DB

$$W_{AB}(\vec{P}) = W_{AC}(\vec{P}) + W_{CD}(\vec{P}) + W_{DB}(\vec{P})$$

$$W_{AB}(\vec{P}) = Ph' - Ph' + Ph = Ph = 25 \times 1,8 = 45J$$

2 - الحصيلة الطاقوية : في الشكل

$$3 - \text{معادلة انحفاظ الطاقة : } E_{C_A} + W(\vec{P}) = E_{C_B} \quad (1)$$

$$4 - \text{باستعمال معادلة انحفاظ الطاقة (1) نكتب } \frac{1}{2}Mv_B^2 = \frac{1}{2}Mv_A^2 + Mgh \text{ ، ومنه :}$$

$$v_B^2 = 2gh + v_A^2$$

$$v_B = \sqrt{2gh + v_A^2} = \sqrt{2 \times 9,8 \times 1,8 + 100} = 11,63 m/s$$

لدينا التغير في الطاقة الحركية يساوي مجموع الأعمال .

$$E_{C_O} - E_{C_A} = W_{AB}(\vec{P}) + W_{BA}(\vec{P}) + W_{AO}(\vec{P}) = -PAB + PAB + PAO$$

$$E_{C_O} - E_{C_A} = PAO$$

$$\frac{1}{2}Mv_O^2 = \frac{1}{2}Mv_A^2 + MgAO$$

$$v_O = \sqrt{2gAO + v_A^2} = \sqrt{2 \times 9,8 \times 1,2 + 36} = 7,71 m/s$$

1 - سرعة المتزلق عندما يقطع مسافة قدرها 40 m :

$$h = AB \sin \alpha = 40 \times 0,34 = 13,6 m \text{ : لدينا في الشكل}$$

$$E_{C_B} - E_{C_A} = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{R}) = -Mgh + 0$$

$$(1) \quad \frac{1}{2}Mv_B^2 = \frac{1}{2}Mv_A^2 - Mgh$$

$$v_B = \sqrt{v_A^2 - 2gh} = \sqrt{144 - 2 \times 9,8 \times 13,6} = \sqrt{-122,5}$$

وهذا مستحيل ، معنى هذا أن سرعة المتزلق تنعدم قبل أن يقطع المسافة 40 m .

نصحح هذه القيمة ونضع مثلا المسافة 15 m ، وبالتالي تصبح السرعة في النقطة B :

$$v_B = \sqrt{v_A^2 - 2gh} = \sqrt{144 - 2 \times 9,8 \times 5,1} = 6,63 m/s$$

$$2 - \text{نضع في العلاقة (1) } v_B = 0 \text{ ونحسب الارتفاع } h' : Mgh' = \frac{1}{2}Mv_A^2 \text{ ، ومنه : } h' = \frac{v_A^2}{2g} = \frac{144}{19,6} = 7,3 m$$

لدينا  $AB' = \frac{h'}{\sin \alpha} = \frac{7,3}{0,34} = 21,5 m$  ، وهي المسافة التي يقطعها المتزلق عندما تنعدم سرعته .

3 - المسافة المقطوعة عندما انعدمت سرعة المتزحلق بوجود الاحتكاك هي  $AC = \frac{3}{5} \times 21,5 = 12,9m$

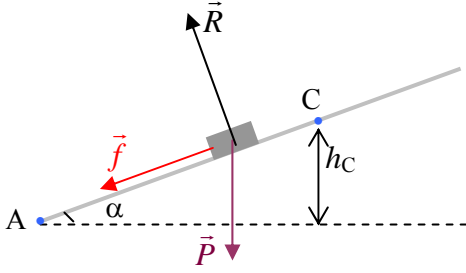
المقدار الذي يرتفع به المتزحلق  $h_C = AC \times \sin \alpha = 12,9 \times 0,34 = 4,4m$

التغير في الطاقة الحركية يساوي مجموع الأعمال :

$$E_{C_C} - E_{C_A} = W_{AC}(\vec{P}) + W_{AC}(\vec{R}) + W_{AC}(\vec{f}) = -Mgh_C + 0 - f \times AC$$

$$f = \frac{E_{C_C} - Ph_C}{AC} = \frac{0,5Mv_A^2 - Mgh_C}{AC} \quad \text{نستنتج } E_{C_C} = 0 \text{ بوضع}$$

$$f = \frac{5760 - 80 \times 9,8 \times 4,4}{12,9} = 179N$$



22

**تصحیح إملاني :** نكتب << ... تكافئ قوى الاحتكاك ... >> وليس تكافئ قوى الاحتكاك ...

1 - تمثيل القوى في الشكل المقابل .

2 - المعطيات ناقصة (لم تُعطى قيمة الانتقال) .

نعيد صياغة السؤال كما يلي : احسب مجموع أعمال القوى المطبقة على السيارة

عندما تتحرك من السكون من A إلى B حيث  $AB = 40m$  (مثلا) .

الجواب عن السؤال 2 :

$$W_{AB} = W_{AB}(\vec{F}_1) + W_{AB}(\vec{F}_2) + W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{R}) + W_{AB}(\vec{f})$$

$$W_{AB} = F_1 AB \cos \alpha + F_2 AB + 0 + 0 - f AB$$

$$W_{AB} = 880 \times 40 \times 0,86 + 310 \times 40 - 270 \times 40 = 31872J$$

3 - الحصيلة الطاقوية :

$$E_{C_A} + W(\vec{F}_1 + \vec{F}_2) - W(\vec{f}) = E_{C_B} \quad \text{معادلة انحفاظ الطاقة :}$$

4 - (من المفروض تُعطى قيمة AB في السؤال 2 كما أشرنا إلى ذلك أعلاه) .

لكي نحسب سرعة السيارة في النقطة B نطبق **نظرية الطاقة الحركية** ، أي التغير في الطاقة الحركية

$$v_B = \sqrt{\frac{2 \times 31872}{900}} = 8,4m/s \quad \text{وبالتالي} \quad \frac{1}{2} Mv_B^2 - 0 = 31872 \quad \text{، أي :} \quad E_{C_B} - E_{C_A} = \sum W_{AB}$$

لو أخذت المسافة AB حوالي 10 m يكون أقرب إلى الواقع ، لأن سرعة الأشخاص الذين كانوا يدفعون السيارة (8,4 m/s) ليست بعيدة

كثيرا عن الرقم القياسي في سباق الـ 100 متر .

نستعمل  $AB = 10m$  ، فنجد قيمة مجموع الأعمال  $\sum W_{AB} = 7968J$  ، ونحسب  $v_B$  من  $E_{C_B} - E_{C_A} = \sum W$  فنجد القيمة

$$v_B = 4,2m/s$$

5 - نضيف للسؤال ما يلي :

- النقطة B هي بداية المستوي المائل .

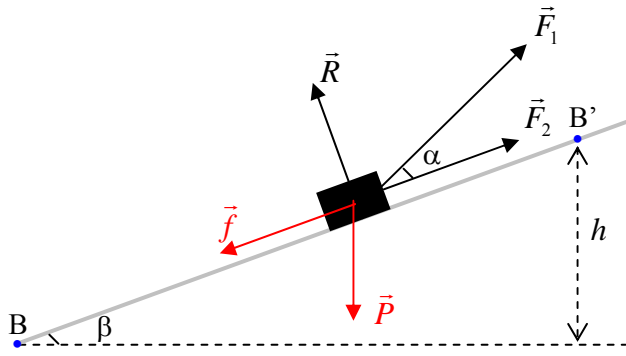
- تقطع السيارة على المستوي المائل مسافة  $BB' = 20m$  مثلا .

- القوة التي تؤثر بها مجموعة الأشخاص موازية للمستوي المائل (أي موازية للطريق) .

### جواب السؤال 5

5 - 1 - تمثيل القوى على الشكل .

5 - 2



$$W_{AB} = W_{AB}(\vec{F}_1) + W_{AB}(\vec{F}_2) + W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{R}) + W_{AB}(\vec{f})$$

$$W_{BB'} = F_1 BB' \cos \alpha + F_2 BB' - Ph + 0 - f BB'$$

$$h = BB' \sin \beta = 20 \times 0,173 = 3,46 \text{ m} \text{ لدينا}$$

**ملاحظة:** لا يُمكن لسرعة السيارة أن تزداد فوق الطريق المائل لأن مجموع القوى المحركة لها أقل من مجموع القوى المعرقلة لحركتها . وهذا يتناقض مع السؤال 6 .

$$\text{- القوى المحركة : } F_1 \cos \alpha + F_2 = 880 \times 0,86 + 310 \approx 1067 \text{ N}$$

$$\text{- القوى المعرقلة : } P \sin \beta + f = 900 \times 9,8 \times 0,173 + 270 \approx 1796 \text{ N}$$

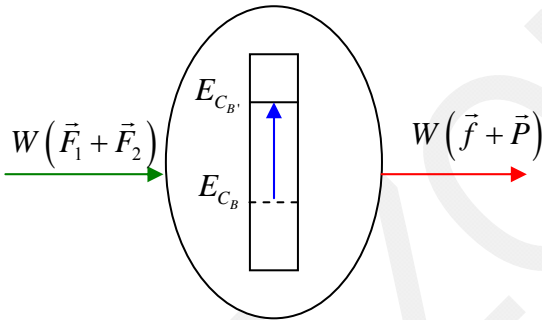
لكي تزداد سرعة السيارة أثناء الصعود نجعل مثلا زاوية ميل المستوي المائل  $\beta = 5^\circ$  . ويصبح في هذه الحالة الارتفاع :

$$h = BB' \sin \beta = 20 \times 0,087 = 1,74 \text{ m}$$

$$\text{قيمة مجموع الأعمال هي : } W_{BB'} = 880 \times 20 \times 0,86 + 310 \times 20 - 900 \times 9,8 \times 1,74 + 0 - 270 \times 20 = 589 \text{ J}$$

5 - 3 - الحصيلة الطاقوية : نعتبر الجملة المدروسة هي السيارة :

$$\text{معادلة انحفاظ الطاقة : } E_{C_B} + W(\vec{F}_1 + \vec{F}_2) - W(\vec{f} + \vec{P}) = E_{C_{B'}}$$



6 - عندما تتضاعف سرعة السيارة فإن طاقتها الحركية تُضرب في 4 .

التغير في الطاقة الحركية يساوي مجموع الأعمال :

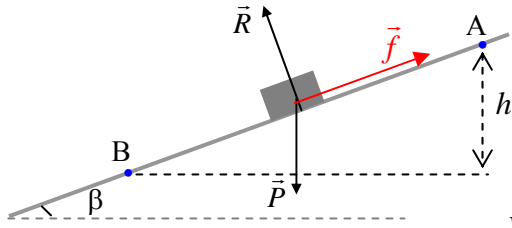
من الأحسن اعتبار الأشخاص تركوا السيارة عند وصولها للنقطة B ، وإلا سيتعبون كثيرا وهم يدفعون السيارة إلى أن تتضاعف سرعتها .

$$E_{C_C} - E_{C_B} = F_1 BC \cos \alpha + F_2 BC - PBC \sin \beta - fBC$$

$$\text{نضع } E_{C_C} = 4E_{C_B} \text{ ، وبالتالي : } BC = \frac{3E_{C_B}}{F_1 \cos \alpha + F_2 - Mg \sin \beta - f}$$

$$\text{لدينا في السؤال 4 : } E_{C_B} = 31872 \text{ J ، وبالتالي !! } BC = \frac{3 \times 7968}{880 \times 0,86 + 310 - 900 \times 9,8 \times 0,087 - 270} = 811 \text{ m}$$

وكان الله في عون هؤلاء الأشخاص ....



1 - تمثيل القوى في الشكل .

2 -  $W_{AB}(\vec{R}) = 0$  ، لأن  $\vec{R}$  عمودي على المسار .

$$W_{AB}(\vec{P}) = Ph = Mg AB \sin \beta = 1200 \times 9,8 \times 120 \times 0,173 \approx 2,44 \times 10^5 J$$

$$(1) \quad W_{AB}(\vec{f}) = -fAB$$

لدينا التغير في الطاقة الحركية يساوي مجموع الأعمال ، أي :  $E_{C_B} - E_{C_A} = \sum W_{AB} = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{f})$

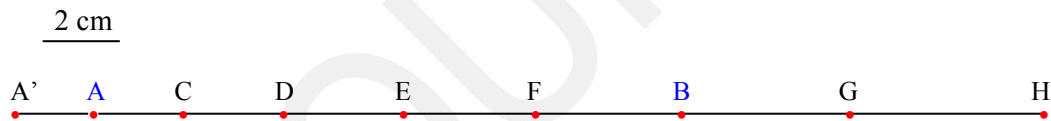
فرضا أن السيارة انطلقت من A ، معناه  $E_{C_A} = 0$  ، وبالتالي ،  $\frac{1}{2} Mv_B^2 = 244138 - W_{AB}(\vec{f})$  ، ومنه :

$$W_{AB}(\vec{f}) = 0,5 \times 1200 \times \left( \frac{20}{3,6} \right)^2 - 244138 = -225656 J$$

$$f = \frac{W_{AB}(\vec{f})}{-AB} = \frac{-225656}{-120} = 1880 N : \vec{f} \text{ شدة قوة الاحتكاك (1) من العلاقة (1)}$$

1 - حسب السلم المعطى ، نقيس المسافات على التسجيل ونقوم بضربها في 2 .

**ملاحظة :** توجد أخطاء على التسجيل . نصحَّها ، فتصبح المسافات كما في الشكل التالي :



المسافات المقطوعة من A' إلى H هي :

A'A	AC	CD	DE	EF	FB	BG	GH
1,8 cm	2,2 cm	2,6 cm	3,0 cm	3,4 cm	3,8 cm	4,4 cm	5,0 cm

$$v_A = \frac{A'C}{2\tau} = \frac{(1,8 + 2,2) \times 10^{-2}}{0,08} = 0,5 m/s : \text{سرعة العربة في A}$$

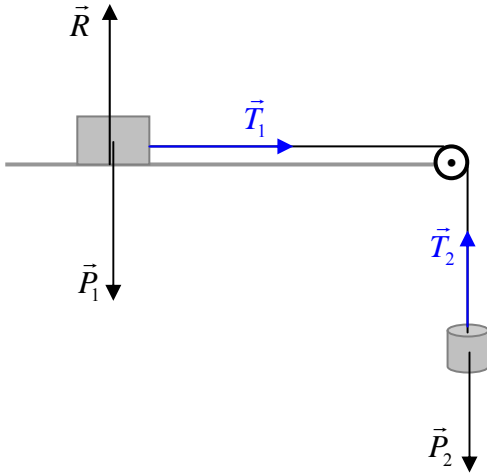
$$v_B = \frac{FG}{2\tau} = \frac{(3,8 + 4,4) \times 10^{-2}}{0,08} = 1,02 m/s : \text{سرعة العربة في B}$$

كل ما يُمكن ملاحظته من هاتين النتيجةين أن حركة العربة متسارعة .

$$2 - \text{الطاقة الحركية في A} : E_{C_A} = \frac{1}{2} M_1 v_A^2 = 0,5 \times 0,674 \times (0,5)^2 = 8,4 \times 10^{-2} J$$

$$\text{الطاقة الحركية في B} : E_{C_B} = \frac{1}{2} M_1 v_B^2 = 0,5 \times 0,674 \times (1,02)^2 = 3,5 \times 10^{-1} J$$

3 - من أجل إثبات أن القوة  $T_1$  ثابتة نحسب طولية التغير في شعاع السرعة  $\Delta v$  .



$$v_D = \frac{CE}{2\tau} = \frac{(2,6+3) \times 10^{-2}}{0,08} = 0,7 \text{ m/s} : \text{ نحسب السرعة في D}$$

$$v_F = \frac{EB}{2\tau} = \frac{(3,4+3,8) \times 10^{-2}}{0,08} = 0,9 \text{ m/s} : \text{ نحسب السرعة في F}$$

$$\Delta v_C = v_D - v_A = 0,7 - 0,5 = 0,2 \text{ m/s} : \text{ طولية تغير شعاع السرعة في C}$$

$$\Delta v_E = v_F - v_D = 0,9 - 0,7 = 0,2 \text{ m/s} : \text{ طولية تغير شعاع السرعة في E}$$

يمكن أن نحسب طولية تغير شعاع السرعة في النقط الأخرى ونجد نفس القيمة .

طولية تغير شعاع السرعة ثابت إذن القوة  $T_1$  التي حرّكت العربة هي قوة ثابتة .

قيمة القوة  $T_1$  :

التغير في الطاقة الحركية بين النقطتين A و B يساوي مجموع أعمال القوى المؤثرة على العربة :

$$T_1 = \frac{E_{C_B} - E_{C_A}}{AB} = \frac{0,35 - 0,084}{0,15} = 1,77 \text{ N} \text{ ، ومنه } E_{C_B} - E_{C_A} = W_{AB}(\vec{P}_1) + W_{AB}(\vec{R}) + W_{AB}(\vec{T}_1) = 0 + 0 + T_1 AB$$

4 - من الأحسن أن نقول : احسب الطاقة الحركية للجسم المعلق عندما كانت العربة في الموضعين A و B .

يكتسب الجسم المعلق نفس طولية سرعة العربة لأنهما مرتبطتان .

$$E_{C_A} = \frac{1}{2} M_2 v_A^2 = 0,5 \times 0,443 \times (0,5)^2 = 5,5 \times 10^{-2} \text{ J} : \text{ الطاقة الحركية للجسم المعلق عندما كانت العربة في A}$$

$$E_{C_B} = \frac{1}{2} M_2 v_B^2 = 0,5 \times 0,443 \times (1,02)^2 = 2,3 \times 10^{-1} \text{ J} : \text{ الطاقة الحركية للجسم المعلق عندما كانت العربة في B}$$

5 - التغير في الطاقة الحركية للجسم المعلق في الخيط يساوي مجموع أعمال القوى المؤثرة عليه :

$$(1) \quad P_2 - T_2 = \frac{E_{C_A} - E_{C_B}}{AB} : \text{ وبالتالي ، حيث } h = AB \text{ ، } E_{C_B} - E_{C_A} = W_{AB}(\vec{P}_2) + W_{AB}(\vec{T}_2) = P_2 h - T_2 AB$$

وبما أن  $E_{C_B} - E_{C_A} \neq 0$  ، إذن  $P_2 - T_2 \neq 0$  ، معناه  $P_2 \neq T_2$  .

$$T_2 = P_2 - \frac{E_{C_A} - E_{C_B}}{AB} = 0,443 \times 9,8 - \frac{0,23 - 0,055}{0,15} = 3,17 \text{ N} : \text{ من العلاقة (1) نستنتج}$$