تطبيقات : التمارين ت1 ، ت3 ، ت7 ، ت8 ، ت9 (العمل) صفحات : 46 ، 47 (كتاب التلميذ) .
ت14 ، ت16 ، ت19 ، ت24 (العمل و الطاقة الحركية) صفحات : 48 ، 49 ، 50 (كتاب التلميذ) .
حلول بعض التمارين (صفحة46)

● العمل :

ـ تمرين2 :
1 - عمل قوة ثابتة : $F\ d\ \cos\alpha$.
2 - صحيح .
3 - عمل قوة الاحتكاك : $W = -\ Fd$ حيث d هو طول المسافة المقطوعة .
4 - صحيح .

ـ تمرين7 :

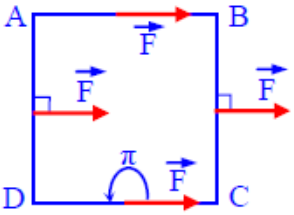
حساب شدّة القوة في كل حالة : $W = F.AB.\cos\alpha \Rightarrow F = W/AB.\cos\alpha \Rightarrow F = 100/10\ \cos\alpha$

$\alpha = 0° \Rightarrow F = 100/10\ \cos 0 = 10\ N$

$\alpha = 30° \Rightarrow F = 100/10\ \cos 30 = 11.5\ N$

$\alpha = 60° \Rightarrow F = 100/10\ \cos 60 = 20\ N$

• ملاحظة : لإنجاز نفس العمل خلال نفس المسافة ، نلاحظ أنه كلما زادت قيمة الزاوية زادت شدة القوة .



ـ تمرين8 :

1- حساب عمل القوة وفق كل ضلع :

وفق الضلع AB : $W_{AB} = F.AB$

وفق الضلع BC : $W_{BC} = 0$ لأن : $\overrightarrow{BC} \perp \overrightarrow{F}$

وفق الضلع CD : $W_{CD} = F.CD.\cos\pi = -F\ CD$

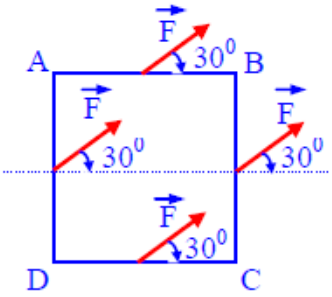
وفق الضلع DA : $W_{DA} = 0$ لأن : $\overrightarrow{DC} \perp \overrightarrow{F}$

2- عمل القوة $\vec{F}$ وفق المسار المغلق ABCDA يكون معدوما :

$W_{AA} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} + W_{DA} = 0$

3 - نتبع نفس الخطوات عندما تصنع القوة $\vec{F}$ زاوية $\alpha = 30°$ مع القطعة المستقيمة AB

نجد بعد الحساب : $W_{AA} = 0$



ـ تمرين9 :

حساب العمل في الحالات التالية :

1. رفع الجسم شاقوليا :

حركة الجسم مستقيمة منتظمة أي أن هناك قوة $\vec{F}$ مطبقة على الجسم في جهة الحركة بحيث مجموع القوى يساوي صفر حسب مبدأ العطالة أي أن في هذه الحالة القوة المطبقة على الجسم تعاكس مباشرة الثقل .

$W_1 = F.h = P.h = 980 \times 10 = 9800\ J$

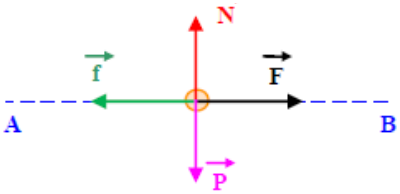
2. سحب الجسم على طريق أفقي :

عملي القوتين $\vec{P}$ و $\vec{N}$ معدومين لأنهما عموديان على المسار

نسمي $\vec{f}$ قوة الاحتكاك . أي أننا نطبق قوة شدتها تساوي شدة قوة الاحتكاك .

$W_2 = F.d = 300 \times 10 = 3000\ J$

3. سحب الجسم على مستو مائل :



$W_3 = F.d = 980\ J$

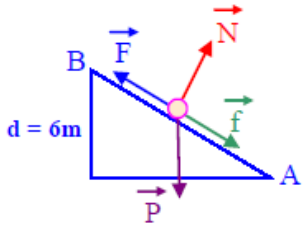
في هذه الحالة يجب تطبيق قوة تعاكس قوة الاحتكاك

و مركبة الثقل أي أن هناك عملين :

عمل قوة تعاكس قوة الاحتكاك و عمل قوة تعاكس الثقل

$W_{AB} = F.AB = f.AB + P.d$

$\therefore W_{AB} = (300 \times 10) + (980 \times 6) = 5880 + 3000 = 8880\ J = 8{,}88\ kJ$



4. استطاعة القوة في كل حالة :

نعلم أن : $P = E/\Delta t$ حيث وحدة الاستطاعة هي الواط (W)

حيث : E هو التحويل الطاقوي و في هذه الحالة هو عمل القوة أي : $E = W$

Δt هو الزمن اللازم لإنجاز هذا العمل هنا : $\Delta t = 55\ s$

الحالة1 : $P = W / \Delta t = 9800 / 55 = 178{,}2\ W$

الحالة2 : $P = W / \Delta t = 3000 / 55 = 54{,}54\ W$

الحالة3 : $P = W / \Delta t = 8880 / 55 = 161{,}45\ W$

ـ تمرين14 :

1- حساب الطاقة الحركية للحجر :

باعتبار الجملة الحجر وحده ، معادلة انحفاظ الطاقة بين لحظة السقوط **1** و لحظة لمس الأرض **2** تكتب : $W_P = E_{c2}$

ومنه نستنتج الطاقة الحركية للحجر: $E_{c2} = P\,h = m\,g\,h = 60 \times 9.80 \times 40 = 23520\ J$

2- سرعة الحجر لحظة ملامسته الأرض : $\frac{1}{2} m v^2 = P\,h = m\,g\,h \Rightarrow v^2 = 2\,g\,h$

ت.ع: $v^2 = 2 \times 9.80 \times 40 = 784\ (m/s)^2 \Rightarrow v = 28\ m/s$.

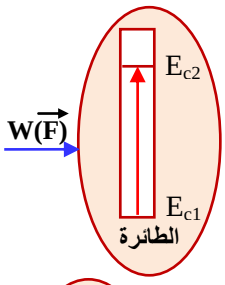
ـ تمرين16:

1- التغير في الطاقة الحركية بين الانطلاق **1** و الإقلاع **2** : $\Delta E_c = E_{c2} - E_{c1} \Rightarrow \Delta E_c = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$

بما أن السرعة الابتدائية معدومة إذن : $\Delta E_c = \frac{1}{2} \times 70 \times 10^3 \times (83{,}33)^2 - 0 = 2{,}43 \times 10^8\ J$.

2- عمل القوة المحركة : $W = F\,d = 3{,}5 \times 10^5 \times 900 = 3{,}15 \times 10^8\ J$.

3- الحصيلة الطاقوية : باعتبار : $\vec{F}$ هي القوة الوحيدة المؤثرة عل الطائرة تكتب معادلة الانحفاظ :



$W(\vec{F}) + E_{c1} = E_{c2}$

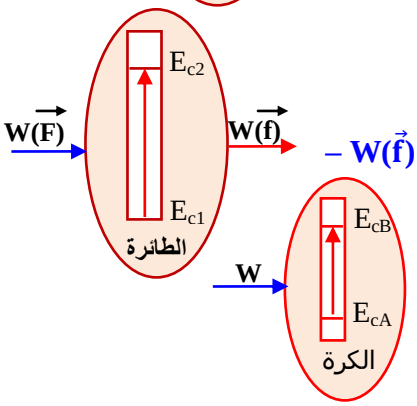
بما أن: $E_{c1} = 0$ إذن: $W(\vec{F}) = \Delta E_c = E_{c2}$.

4- بمقارنة قيمة عمل القوة $\vec{F}$ والتغير في الطاقة الحركية نلاحظ أن : $W(\vec{F}) > \Delta E_c$

نستنتج أن هناك قوة أخرى تؤثر على الطائرة وهي **معيقة** فهي قوة الاحتكاك $\vec{f}$.

فتصبح الحصيلة الطاقوية ومعادلة الانحفاظ كالتالي: $W(\vec{F}) - W(\vec{f}) = E_{c2}$

حيث عمل قوة الاحتكاك يساوي : $-W(\vec{f}) = 3{,}15 \times 10^8 - 2{,}43 \times 10^8 = 0.72 \times 10^8\ J$



ـ تمرين 19

1 - عمل الثقل لا يتعلق بالطريق المسلوك إذن :

$W_{AB} = P.h = 25 \times 1{,}8 = 45\ J \Rightarrow W_{AB} = 45\ J$.

2 - الحصيلة الطاقوية للجملة (الكرة) :

3 - معادلة انحفاظ الطاقة : $E_{cA} + W = E_{cB} \Rightarrow E_{cB} - E_{cA} = W$

4 - سرعة الكرة عند لمسها للأرض : $\frac{1}{2} m v_A^2 + W = \frac{1}{2} m v_B^2 \Rightarrow v_B^2 = v_A^2 + 2\,W/m$

$\therefore v_B^2 = 10^2 + 2 \times \frac{45}{2{,}5} = 136\ (m/s)^2 \Rightarrow v_B = 11.66\ m/s$.

ـ تمرين24

السلم المستعمل نستخرجه من الرسم : **1cm** (في الوثيقة) $\Rightarrow$ **2cm** (في الحقيقة)

1- حساب سرعة العربة : ـ في الموضع **A** : $v_A = 1{,}9 \times \frac{2}{2\tau} = 47.5\ cm/s$

ـ في الموضع **B** : $v_B = 3{,}7 \times \frac{2}{2\tau} = 92.5\ cm/s$

2 - الطاقة الحركية في هذين الموضعين : $E_{cA} = \frac{1}{2} m_1 . v_A^2 = \frac{1}{2} \times 0{,}674 \times (47.5)^2 \times 10^{-4} = 0{,}076\ J$

$E_{cB} = \frac{1}{2} m_1 . v_B^2 = \frac{1}{2} \times 0{,}674 \times (92.5)^2 \times 10^{-4} = 0{,}29 J$

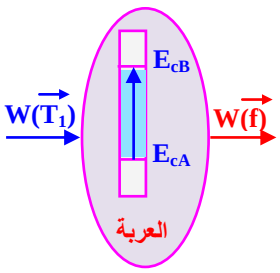
3- حساب $\vec{T_1}$:

- أولا لتبيان أن القوة $\vec{T_1}$ ثابتة نبين أن شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta v}$ ثابت خلال الحركة، من أجل ذلك نحسب سرعة المتحرك في مختلف النقاط ثم نستنتج قيمة $\overrightarrow{\Delta v}$ نجدها تقريبا ثابتة .

إذن نستنتج أن القوة $\vec{T_1}$ المطبقة على العربة من طرف الخيط ثابتة حسب ما درسناه في السنة الماضية لأن هناك علاقة طردية بين القوة و التغير في السرعة .

ـ كيف نحسب شدة $\vec{T_1}$ ؟

لحساب شدة $\vec{T_1}$ ندرس ما هي القوى المطبقة على العربة ، نلاحظ أن الثقل ورد الفعل الناظمي هما قوتان عملهما معدوم ، تبقى إذن القوة $\vec{T_1}$ و قوة الاحتكاك $\vec{f}$ المطبقة من طرف شريط التسجيل على العربة (قوة احتكاك داخل جهاز التسجيل مطبقة على الشريط) .



الحصيلة الطاقوية ومعادلة الانحفاظ في الحالة العامة تكون :

$$E_{cB} = E_{cA} + W(T_1) - W(f)$$
$$T_1.AB - f.AB = E_{cB} - E_{cA}$$
$$AB\,(T_1 - f) = E_{cB} - E_{cA}$$
$$T_1 - f = (E_{cB} - E_{cA})/AB$$
$$T_1 - f = (0{,}29 - 0{,}076)/7 \times 10^{-2} \times 2 = 1{,}53\ N$$

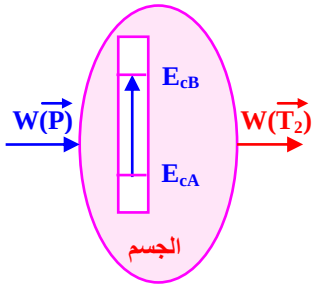
نلاحظ في هذه العبارة أنه إذا كانت قيمة $\vec{f}$ غير مهملة فلا يمكن حساب T_1 في هذا السؤال ، لذلك يجب حساب T_2 أوّلا ثم استنتاج T_1.

4- الطاقة الحركية للجسم المعلق :

بما أن الخيط غير قابل للإمتطاط فإن سرعة الجسم المعلق تساوي سرعة العربة في كل لحظة إذن :

$$E_{c2A} = \frac{1}{2} m_2.v_A^2 = \frac{1}{2} \times 0{,}443 \times (47.5)^2 \times 10^{-4} = 0.05\ J$$
$$E_{c2B} = \frac{1}{2} m_2.v_B^2 = \frac{1}{2} \times 0{,}443 \times (92.5)^2 \times 10^{-4} = 0.19\ J$$

5- حساب T_2 و مقارنتها بالثقل P :



نكتب معادلة الانحفاظ في هذه الحالة باعتبار الجملة (الجسم)

$$E_{c2B} = E_{c2A} + W(P) - W(T_2)$$
$$P.AB - T_2.AB = E_{c2B} - E_{c2A}$$
$$AB\,(P - T_2) = E_{c2B} - E_{c2A}$$
$$(P - T_2) = (E_{c2B} - E_{c2A})/AB > 0$$

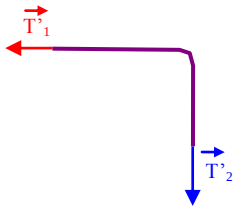
إذن P لا يساوي T_2

استنتاج قيمة $\vec{T_2}$: بالتعويض في المعادلة السابقة نجد : $T_2 = 3.3\ N$

6- مقارنة T_2 و T_1 :

ـ نحسب أوّلا قيمة $\vec{T_1}$ ومن أجل ذلك ندرس الجملة (**الخيط**) :

نعتبر الخيط مهمل الكتلة ، عديم الامتطاط والبكرة كذلك مهملة الكتلة ، يكون الخيط خلال حركته تحت تأثير قوتين (التي تعمل) هما $\vec{T'_2}$ و $\vec{T'_1}$ حيث شدّتهما حسب مبدأ الفعلين المتبادلين تكون: $T'_1 = T_1$ و $T'_2 = T_2$



معادلة انحفاظ الطاقة بين A و B بالنسبة للجملة (الخيط) :

$$W(\vec{T'_2}) - W(\vec{T'_1}) = 0 \quad \text{(لأن كتلة الخيط مهملة)}$$

وبما أن الخيط عديم الامتطاط ، تنتقل نقطتي تأثير القوتين بنفس المسافة

ومنه : $T'_2 . AB - T'_1 . AB = 0$

$$\therefore \quad T'_2 = T'_1$$

نستنتج أن : $T_2 = T_1 = 3{,}3\ N$ (شدّة متساوية)

يمكن كذلك استنتاج قوة الاحتكاك : $T_1 - f = 1{,}53\ N$

$$\therefore \quad f = T_1 - 1{,}53 = 3{,}3 - 1{,}53 = 1{,}8\ N$$

نلاحظ أن قوة الاحتكاك (القوة التي يطبقها شريط التسجيل على العربة) ليست مهملة في هذه الحالة .

● **ملاحظة** : لو كانت أداة التسجيل هي آلة التصوير مثلا لما وجدت هذه القوة .