

الفرض الثاني في مادة العلوم الفيزيائية

الترجل بلوح الثلج - بالإنجليزية (Snowboarding) - هو نشاط ترفيهي ينطوي على نزول منحدر مغطى بالثلج أثناء الوقوف على لوح الثلج الذي يعلق على أقدام المترجل. يمثل الشكل المقابل مسار منحدري ينزل على سطح مائل حيث:

AB : مستوي مائل زاوية ميله $\alpha = 30^\circ$.

BC : مستوي افقي.

CO : مستوي مائل زاوية ميله $\beta = 20^\circ$.

نفرض أن كتلة المترجل ولوازمه هي $m = 80\text{ kg}$ ، ينطلق المترجل من قمة المستوي المائل عند النقطة A دون سرعة ابتدائية، يخضع أثناء حركته الى قوة الاحتكاك $\vec{f}$ مع الارض التي نعتبرها ثابتة على طول المسار ABO .

1- دراسة حركة المترجل على الجزء AB .

1-1 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن حدد طبيعة الحركة.

2-1 باعتبار أن النقطة A هي مبدأ للفواصل والزمن اكتب

المعادلات الرمنية للحركة.

3-1 بين أن عبارة السرعة تعطى بالعلاقة $v^2 = 2ax$.

4-1 البيان في الشكل 2- يمثل تغيرات الطاقة الحركية للمترجل

بدلالة المسافة المقطوعة x : جد قيم كلا من: المسافة

AB ، السرعة v_B ،

5-1 احسب قيمة التسارع a واستنتج قيمة الاحتكاك f .

2- يواصل المترجل حركته على المسار BO بنفس قوة الاحتكاك.

- باستعمال مبدأ الحفظ الطاقة على أجملة (مترجل) احسب المسافة BO حيث $v_0 = 10\text{ m/s}$.

3- يغادر المترجل المستوي الافقي BO عند الموضع O في لحظة نعتبرها من جديد مبدأ الزمن ليسقط في الموضع C . نهمل

مقاومة الهواء ودافعة الأرض.

1-3 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على أجملة مترجل، جد المعادلتين الرميتين للحركة $x(t)$ و $y(t)$ في المعلم المتعامد

والمختان $(O, \vec{i}, \vec{j})$ المرتبط بمرجع غاليلي، ثم استنتج معادلات المسار.

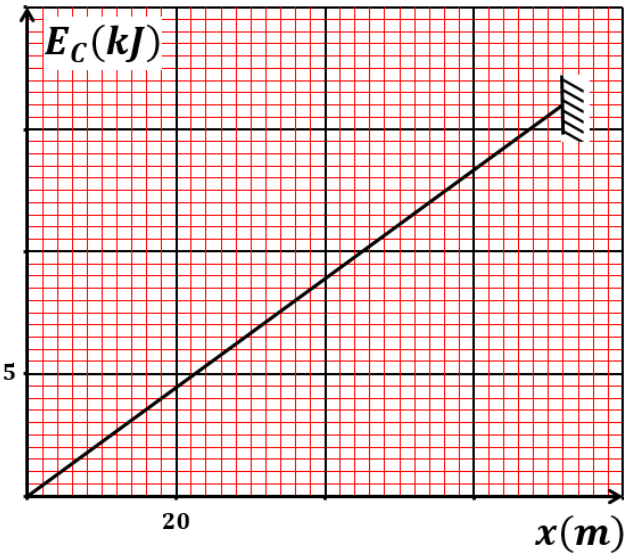
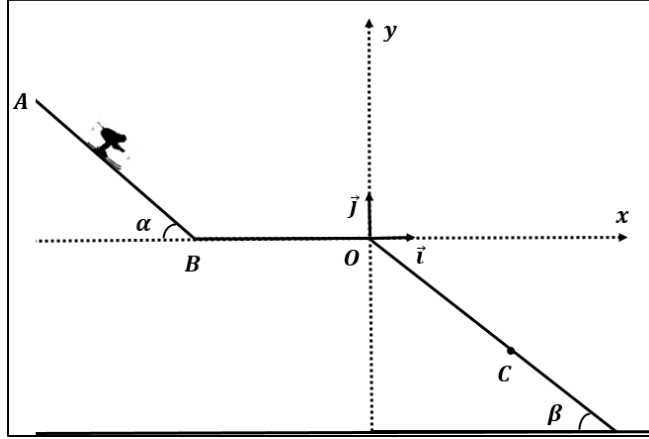
2-3 اوجد قيمة المسافة $d = OC$ ثم استنتج إحداثيات النقطة C .

3-3 اكتب العبارات الشعاعية التالية في المعلم $(O, \vec{i}, \vec{j})$:

• شعاع الموضع $\vec{OC}$.

• شعاع السرعة $\vec{v}_C$.

$$g = 9.8\text{ m/s}^2$$



تصحيح الفرض :

1. في معلم مخرجه موازي للمستوي المائل موجت نحو الاسفل مرتبط بمرجع سطحي ارضي نعتبره عطاليا :

- تمثيل القوى :

- بتطبيق قانون نيوتن الثاني في المعلم المختار :

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = m\vec{a}_\epsilon$$

علا إسقاط على المحور الموازي للمسار :

$$\Rightarrow mg \sin \alpha - f = ma \Rightarrow a = g \sin \alpha - \frac{f}{m}$$

- أكركت مستقيمة متسارعة بانتظام (مسار مستقيم ، تسارع ثابت ، سرعة متزايدة)

2. المعادلات الزمنية :

الشروط الابتدائية : $x_0 = 0 ; v_A = 0$

المعادلة الزمنية للسرعة :

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = at_\epsilon$$

المعادلة الزمنية للمسافة :

$$x = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t + x_0 \Rightarrow x = \frac{1}{2} a t^2_\epsilon$$

3. محذوفية الزمن :

$$v = at \Rightarrow t = \frac{v}{a}_\epsilon$$

$$x = \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow x = \frac{1}{2} a \left(\frac{v}{a} \right)^2 \Rightarrow x = \frac{1}{2} \frac{v^2}{a} \Rightarrow v^2 = 2ax$$

4. استغلال البيان :

- المسافة $AB = 72 \text{ m}$

- السرعة عند B :

$$E_C = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_C}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 16 \times 10^3}{80}} \Rightarrow v_B = 20 \text{ m/s}$$

5. قيمة التسارع :

- طريقة أولى :

$$E_C = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow E_C = \frac{1}{2} m \times 2ax \Rightarrow E_C = ma \times x_\epsilon$$

من البيان تمثل الميل

$$ma = \frac{(16 - 0) \times 10^3}{72 - 0} = 222.22 \Rightarrow a = \frac{222.22}{80} = 2.77 \text{ m/s}^2_\epsilon$$

- طريقة ثانية :

$$v^2 = 2ax \Rightarrow a = \frac{v^2}{2x} = \frac{20^2}{2 \times 72} = 2.77 \text{ m/s}^2_\epsilon$$

- حساب الاحتكاك :

$$\begin{aligned} \Rightarrow mg \sin \alpha - f &= ma \Rightarrow f = mg \sin \alpha - ma_\epsilon \\ \Rightarrow f &= 80 \times 9.8 \times \sin 30 - 80 \times 2.77 = 170.4 \text{ N} \end{aligned}$$

2. الحركة على المسار BO

- باستعمال مبدأ انحفاظ الطاقة على أجملة (متحرك)

$$E_{CB} - |W_f| = E_{CO} \Rightarrow \frac{1}{2} m v_B^2 - f \times BO = \frac{1}{2} m v_O^2 \Rightarrow BO = \frac{\frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_O^2}{f}$$

$$\Rightarrow BO = \frac{16 \times 10^3 - \frac{1}{2} \times 80 \times 10^2}{170.4} = 70.4m$$

3. دراسة القذيفة :

1- المعادلات الرمزية :

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{g} = \vec{a} \Rightarrow \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$$

• معادلات السرعة : بالتكامل نجد :

$$\Rightarrow \begin{cases} v_x = v_{0x} \\ v_y = at + v_{0y} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_x = v_0 \\ v_y = -gt \end{cases} \text{ ع}$$

• معادلات الموضع : بالتكامل نجد :

$$\Rightarrow \begin{cases} x = v_{0x}t + x_0 \\ y = \frac{1}{2}at^2 + v_{0y}t + y_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = v_0t \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 \end{cases} \text{ ع}$$

• معادلة المسار :

$$x = v_0t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0}$$

$$\Rightarrow y = -\frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow y = -\frac{1}{2}g\left(\frac{x}{v_0}\right)^2 \Rightarrow y = -\frac{gx^2}{2v_0^2} \Rightarrow y = -\frac{9.8 \times x^2}{2 \times 10^2} \Rightarrow y = -0.049x^2 \text{ ع}$$

2- قيمة المسافة OC

$$x_C = d \cos \beta$$

$$y_C = -d \sin \beta \text{ ع}$$

$$\Rightarrow y = -\frac{gx^2}{2v_0^2} \Rightarrow -d \sin \beta = -0.049(d \cos \beta)^2 \text{ ع}$$

$$\Rightarrow \sin \beta = -0.049(\cos \beta)^2 d \Rightarrow d = \frac{\sin \beta}{0.049(\cos \beta)^2} = 7.9m$$

- إحداثيات النقطة C :

$$x_C = d \cos \beta = 7.9 \cos 20 = 7.4m$$

$$y_C = -d \sin \beta = -7.9 \sin 20 = 2.7m \text{ ع}$$

3- العبارات الشعاعية في المعلم (O, i, j) :

شعاع الموضع $\vec{OC}$.

$$\vec{OC} = x_C \vec{i} + y_C \vec{j} = 7.4 \vec{i} - 2.7 \vec{j}$$

شعاع السرعة $\vec{v}_C$

$$t = \frac{x}{v_0} = \frac{7.4}{10} = 0.74s \Rightarrow \begin{cases} v_x = v_0 = 10 \text{ m/s} \\ v_y = -gt = -9.8 \times 0.74 = -7.25 \text{ m/s} \end{cases}$$

$$\vec{v}_C = v_{Cx} \vec{i} + v_{Cy} \vec{j} = 10 \vec{i} - 7.25 \vec{j} \text{ ع}$$