الدراسة البيانية و الطاقوية لحركة متزحلق على الرمل - باك 19

تُعتبر منطقة تيميمون بولاية أدرار المعروفة بالواحة الحمراء مقصداً للسُيَّاح لممارسة رياضة التزحلق على الكثبان الرملية.

يهدف التمرين الى دراسة الحركة المستقيمة لمتزحلق على الرمل.

باستغلال شريط فيديو لمتزحلق (الشخص + لوازمه) تم تصويره من طرف أحد زوار منطقة تيميمون، ندرس الجملة {المتزحلق} التي مركز عطالتها G المنمذجة بنقطة مادية كتلتها m.

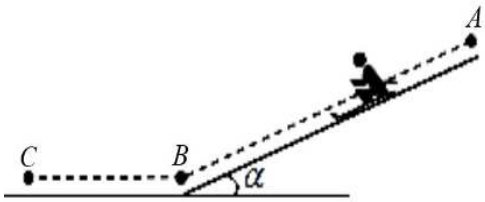


صورة لمتزحلق على الرمل

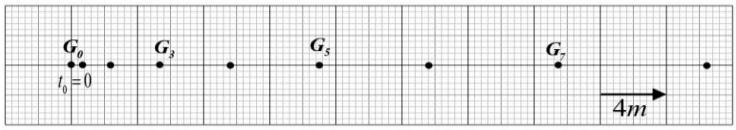
المعطيات: كتلة الجملة $m = 70\,kg$ ؛ كتلة الحملة $m = 70\,kg$ ؛ $g = 9{,}8\,m\cdot s^{-2}$ ؛
طول المسار الأفقي $BC = 12\,m$ ؛ زاوية الميل $\alpha = 41^{\circ}$.

1. المرحلة الأولى (المسار AB):

حركة المتزحلق تتم على مستو مائل انطلاقا من النقطة A دون سرعة ابتدائية الشكل 01

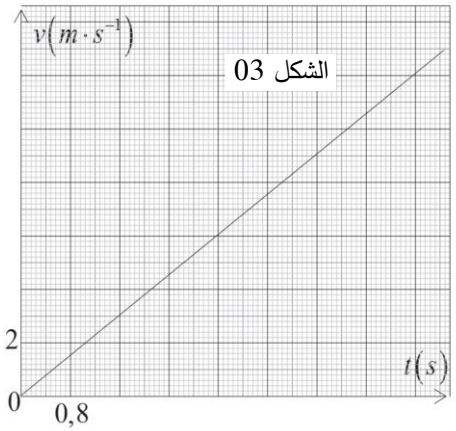


الشكل 01



الشكل 02 . تسجيل المواضع المتتالية لمركز عطالة الجملة

إن معالجة شريط الفيديو السابق ببرمجية $Avistep$ مكّنتنا من تسجيل المواضع المتتالية لمركز عطالة الجملة خلال مجالات زمنية متتالية و متساوية $\Delta t = 0{,}8\,s$ الشكل 02 . و حساب قيم السرعة في اللحظات t_3 ، t_5 و t_7 الموافقة للمواضع G_3 ، G_5 و G_7 على الترتيب ، ثم رسم المنحنى البياني لتطور السرعة اللحظية بدلالة الزمن $v = f(t)$ الشكل 03 .



الشكل 03

1- الدراسة البيانية : اعتمادا على المنحنى البياني :

أ - حدد طبيعة حركة مركز عطالة الجملة على المسار AB .

ب - حدد سرعة مركز عطالة الجملة عند النقطة B الموافقة للموضع G_8 .

جـ - احسب المسافة المقطوعة بين الموضعين G_0 و G_8 .هل تتوافق النتيجة المحسوبة مع نتيجة الطريقة الثانية ؟

2-الدراسة الطاقوية للجملة : أ- بإهمال قوى الإحتكاك على المسار AB :

1,2- مثّل القوى المؤثرة على مركز عطالة الجملة .

2,2- مثّل الحصيلة الطاقوية للجملة (المتزحلق) .

3,2- اكتب معادلة انحفاظ الطاقة للجملة بين الموضعين A و B .

4,2- بيّن في هذه الحالة أن عبارة السرعة في الموضع B هي :

$$v_B = \sqrt{2g.AB.\sin\alpha}$$

5,2- أحسب قيمتها . ثم قارنها مع النتيجة المحسوبة في الفرع 1-ب . ماذا تلاحظ ؟ و ما سبب الإختلاف إن وجد؟

ب-بإعتبار أن هناك قوى إحتكاك على المسار AB

1- أعد نفس المطاليب 1,2 ، 2,2 ، و 3,2 .

2- أوجد عبارة السرعة في الموضع B بدلالة كل من : g ، AB ، m و f ، α .

3- احسب شدة قوة الإحتكاك $\vec{f}$ و التي نعتبرها ثابتة الشدة و معاكسة لجهة الحركة .

2. المرحلة الثانية(المسار BC):

يصل المتزحلق الى النقطة B بسرعة $v_B = 12\,m\cdot s^{-1}$ ويواصل حركته المستقيمة على المستوي الأفقي BC ليتوقف عند الموضع C . تنمذج القوى المعيقة للحركة بقوة وحيدة $\vec{f}$ مماسية للمسار ،ثابتة في الشدة

حل الموضوع 04

الدراسة البيانية و الطاقوية لحركة متزحلق على الرمل - باك 19

1 المرحلة الأولى (المسار AB):

1- الدراسة البيانية:

أ/ تحديد طبيعة الحركة: من بيان السرعة عبارة عن خط مستقيم يشمل المبدأ معادلته من الشكل $v = kt$ أي أن السرعة تزداد بمقدار ثابت فالحركة مستقيمة متسارعة بانتظام.

ب/ تحديد v_8 السرعة عند B: لدينا عند G_8 يقابله زمن $t_8 = 8 \times \Delta t$ أي $t_8 = 6,4\,s$ بالإسقاط على محور السرعة نجد أن $v_8 = 12\,m/s$

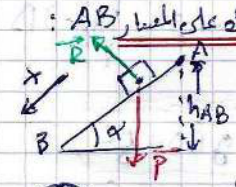
ج/ حساب المسافة $\overline{G_0G_8}$ من مساحة المثلث $d = \frac{6,4 \times 12}{2} = 38,4\,m$

أما الطريقة الثانية: من وثيقة التصوير المتعاقب $d = \overline{G_0G_8} = 9,6 \times 4 = 38,4\,m$

نعم هناك توافق في النتيجة.

2- الدراسة الطاقوية:

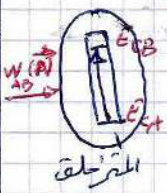
أ/ بإهمال قوى الإحتكاك على المسار AB:



2-1- قبل القوى:

2-2- الحصيلة الطاقوية:

3-2- معادلة الإنحفاظ: بتطبيق مبدأ إنحفاظ الطاقة على المتزحلق بين A و B نجد أن



$$E_{CA} + W_{AB}(\vec{P}) = E_{CB}$$

$$\boxed{E_{CB} = W_{AB}(\vec{P})}$$

4-2- تبيان أن $v_B = \sqrt{2g \cdot AB \sin\alpha}$

من معادلة الإنحفاظ:

$$\frac{1}{2} m v_B^2 = m g h_{AB}$$

$$\frac{1}{2} m v_B^2 = m g\, AB \sin\alpha$$

$$v_B^2 = 2g\, AB \sin\alpha \quad , \quad v_B = \sqrt{2g \cdot AB \cdot \sin\alpha}$$

وهو المطلوب.

5-2- حساب قيمة v_B: $v_B = \sqrt{2 \times 9,8 \times 38,4 \times \sin 41}$

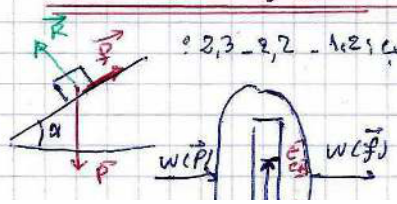
$$\boxed{v_B = 22,22\,m/s}$$

بالمقارنة مع القيمة المحسوبة بيانيا نجد أن القيمة الحقيقية أقل من القيمة النظرية - إهمال الإحتكاك -

وسبب الإختلاف أن هناك بالفعل قوى إحتكاك.

ب/ باعتبار أن هناك قوى إحتكاك على المسار AB:

إعادة المطالب: 1,2 - 2,2 - 2,3:



$$E_{CA} + W_{AB}(\vec{P}) - |W_{AB}(\vec{f})| = E_{CB}$$

$$W_{AB}(\vec{P}) - |W_{AB}(\vec{f})| = E_{CB}$$

2- إيجاد عبارة السرعة في الموضع B: $v_B = ?$

$$E_{CB} = W_{AB}(\vec{P}) - |W_{AB}(\vec{f})|$$

$$\frac{1}{2} m v_B^2 = m g\, AB \sin\alpha - f \cdot AB$$

$$v_B^2 = 2g\, AB \sin\alpha - \frac{2f}{m} \cdot AB$$

$$\boxed{v_B = \sqrt{2AB\left(g \sin\alpha - \frac{f}{m}\right)}}$$

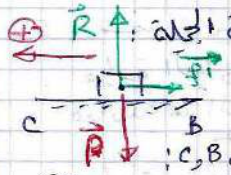
3- حساب قيمة f من معادلة الإنحفاظ

$$\boxed{f = m g \sin\alpha - \frac{m}{2AB} \cdot v_B^2}$$

$$f = 70 \times 9,8 \sin 41 - \frac{70}{2 \times 38,4} \cdot 12^2$$

$$\boxed{f = 318,81\,N}$$

2- المرحلة الثانية (المسار BC):



2-1- القوى المؤثرة على مركز عطالة الجملة: $\vec{f'}$ ، $\vec{R}$ ، $\vec{P}$

2-2- إيجاد شدة $\vec{f'}$ بتطبيق مبدأ إنحفاظ الطاقة على المتزحلق بين B و C:



من الحصيلة الطاقوية:

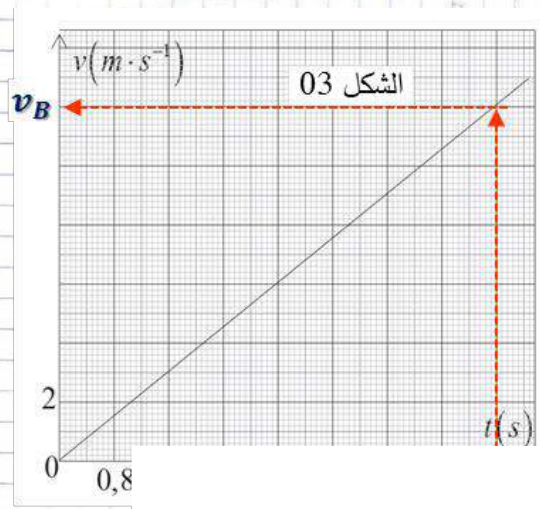
$$E_{CB} - |W_{BC}(\vec{f'})| = E_{CC}$$

$$\frac{1}{2} m v_B^2 - f' \cdot BC = 0$$

$$\boxed{f' = \frac{m v_B^2}{2 \cdot BC}}$$

$$f' = \frac{70 \times 12^2}{2 \times 12} = 420\,N$$

$$\boxed{f' = 420\,N}$$



الشكل 03