I- نقترح من خلال هذا التمرين نموذجا مبسطا لدراسة مختلف مراحل حركة مركز قصور متزلج، كتلته m= 80 kg ، أثناء مشاركته في منافسة سرعة التزحلق على الجليد. لتمكينه من الصعود إلى قمة الجبل يستعمل جهاز جر خاص. بإهمال تأثير الهواء، نعتبر قوى الاحتكاك مكافئة لقوة وحيدة $\vec{f}$ لها نفس اتجاه الحركة، ومنحاها معاكس لمنحى الحركة وشدتها ثابتة f=50N .

1- في مرحلة الانطلاق يوجد المتزلج في حالة السكون، ويطبق عليه جهاز الجر قوة $\vec{T}'$ بواسطة حبل يكون زاوية α=45° مع الخط الأفقي، فينزلق المتزلج فوق ممر مستو وأفقي (الشكل-1)، بحيث تكون حركة مركز قصوره مستقيمية، وتحقق المعادلة الزمنية التالية: $x(t)=0,125t^2$ حيث x بالمتر و t بالثانية.

1-1- مثل القوى الخارجية المطبقة على المتزلج خلال هذه المرحلة في تبيانة دون اعتبار السلم.

2-1- أحسب سرعة مركز قصور المتزلج عند قطع مسافة 8m.

3-1- عين قيمة الشدة T، باعتبار أن القوة $\vec{T}$ ثابتة خلال مرحلة الانطلاق. نعطي $g=9,8m.s^{-2}$.

2- يصعد المتزلج في مرحلة ثانية ممرا مستقيميا ومائلا بزاوية β=40° بالنسبة للخط الأفقي بسرعة ثابتة قيمتها2m/s، بحيث يطبق عليه جهاز الجر قوة ثابتة $\vec{T}'$ تكون زاوية δ=30° مع الاتجاه الموازي للمر المائل. أوجد قيمة T'.

3- مباشرة بعد بلوغه قمة الجبل بالسرعة السابقة، يتخلص المتزلج من جهاز الجر. علما أن القمة مسطحة وأفقية، حدد طبيعة حركة مركز قصور المتزلج. ما المدة الزمنية التي يستغرقها لكي يتوقف عن الحركة على سطح القمة.

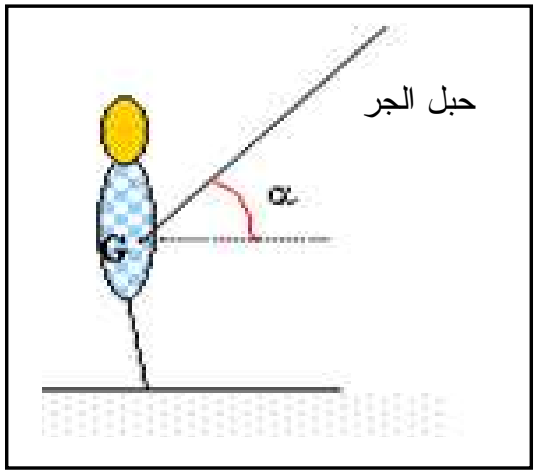
4- في مرحلة المسابقة انطلق المتزلج بدون سرعة بدئية، من سطح القمة على منحدر مستقيمي يكون زاوية β'= 28° مع الخط الأفقي.

4-1- نفترض أن شدة قوة الاحتكاك لها نفس قيمة المراحل السابقة f=50N. بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية، أوجد قيمة سرعة حركة المتزلج عند قطعه مسافة 300m.

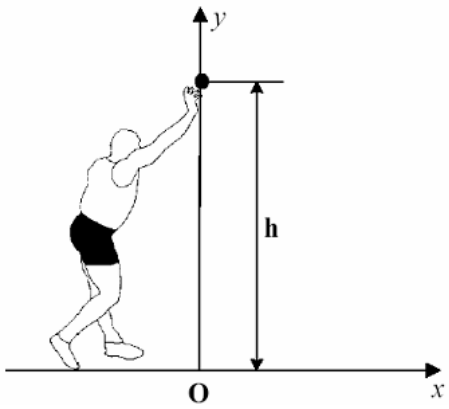
4-2- علما أن القيمة الحقيقية لهذه السرعة هي 107km/h فقط، كيف تفسر هذا الاختلاف ؟

4-3- باعتبار أن الشدة المتوسطة لقوة الاحتكاك في هذه المرحلة، تتغير بدلالة السرعة حسب العلاقة التالية: $f=kv^2$ ، عين قيمة السرعة الحدية للمتزلج، علما أن طول ممر السباق يسمح ببلوغ القيمة الحدية للسرعة. نعطي: $k= 0,33\ N\ s^2\ m^{-2}$

4-4- هل سيتمكن هذا المتسابق من تحطيم الرقم القياسي العالمي لهذه المسابقة؟ (148,1km/h)



في إطار البطولة العالمية لألعاب القوى، المقامة في العاصمة الفرنسية باريس سنة 2003 ،فاز أندري مكنيفيش من روسيا البيضاء بالميدالية الذهبية في رياضة رمي الجلة، مسجلا المسافة D=21,69m في الرمية الحاسمة. قام مدرب أحد اللاعبين المنافسين بدراسة الرمية الفائزة، بهدف تحديد بعض العوامل المساعدة على تحسين إنجاز لاعبه. بالإضافة إلى توفره على بعض المعطيات المتعلقة بالرمية الفائزة من حيث المسافة المسجلةD والسرعة البدئية $V_0=13,7m/s$ وعلو الجلة عن سطح الأرض لحظة انطلاقها h=2,62m (أنظر الشكل-1-)، استعان ببرنام معلوماتي لمحاكاة الرمية وتحديد قيمة الزاوية التي تكونها متجهة السرعة البدئية $\vec{V_0}$ مع الاتجاه الأفقي α=43° .



الشكل-1

1) الدراسة النظرية لحركة الرمية

لدراسة حركة الجلة أثناء الرمية نختار معلما (xoy) أصله o مرتبط بالأرض ومحوره الرأسي oy يمر بمركز قصور الجلة عند لحظة إرسالها من طرف اللاعب، أما محوره الأفقي ox فهو منطبق مع سطح الأرض (الشكل-1).نرمز بv لحجم الجلة ذات الكتلة الحجمية $\rho=7,1.10^3\ kg/m^3$.

1-1- أعط تعبير شدة دافعة أرخميدس F_A المطبقة من طرف الهواء على الجلة، ثم تعبير وزنها P.

بين أن F_A مهملة بالنسبة ل P. نعطي الكتلة الحجمية للهواء $\rho=1,2kg/m^3$.

2-1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن عين متجهة التسارع $\vec{a_G}$ لمركز قصور الجلة . نهمل تأثير احتكاك الهواء.

3-1- أثبت أن تعبير إحداثيات متجهة الموضع $\overrightarrow{OG}$ لمركز قصور الجلة في المعلم (xoy)،

www.riyadiyat.net

عند لحظة t تكتب على الشكل التالي:

$$x(t) = (V_0 \cos\alpha)t \quad \text{و} \quad y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + (V_0 \sin\alpha)t + h .$$

4-1- استنتج تعبير معادلة مسار الجلة.

5-1- أحسب t_F تاريخ لحظة مرور مركز قصور الجلة بقمة المسار.

2) استثمار نتائج المحاكاة المعلوماتية لتحسين إنجاز اللاعب

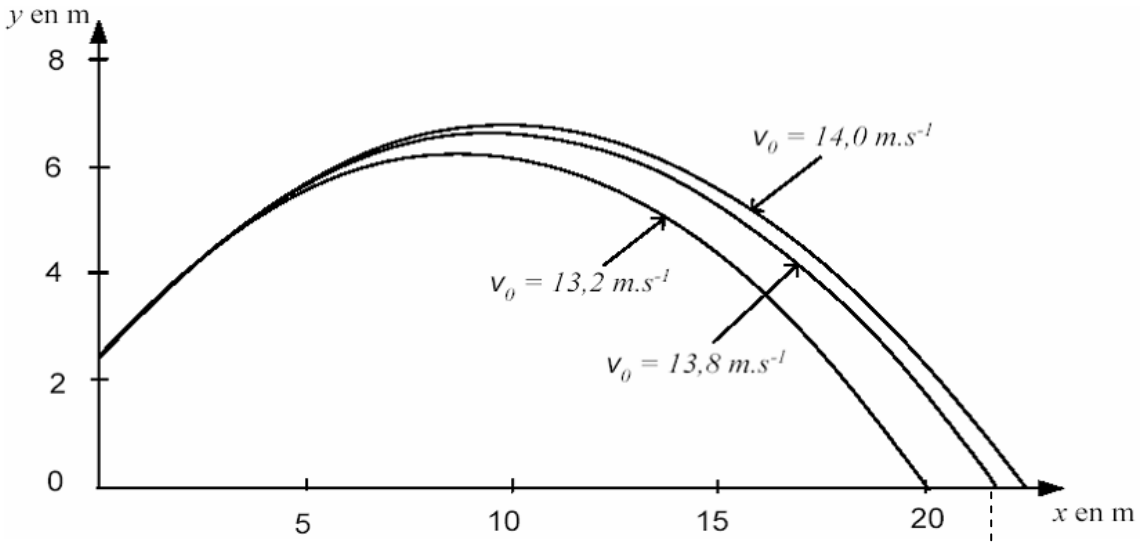
يهدف المدرب من خلال استثمار المحاكاة المعلوماتية، تحديد الجوانب التي يتوجب الاشتغال عليها أثناء حصص التدريب لتحسين إنجاز لاعبه. لذا قرر دراسة تأثير قيمة السرعة البدئية V_0 وزاوية الإرسال α، آخذا بعين الاعتبار قصر قامة لاعبه مقارنة مع اللاعب الفائز بالميدالية الذهبية، حيث أن العلو الأقصى الذي يمكن أن تبلغه يده لحظة إرسال الجلة هو h'=2,45m. أنجز بواسطة الحاسوب سلسلة من المحاكاة، فحصل على شبكة من المنحنيات الممثلة في الشكلين 2 و3 . يجسد كل منحنى مسار مركز قصور الجلة في شروط محددة لزاوية الإرسال α، و قيمة السرعة البدئية V_0. يبرز الشكل-2 تأثير قيمة السرعة البدئية V_0 على المسافة D المسجلة بالنسبة لزاوية إرسال ثابتة $\alpha=41°$.أما الشكل-3 فهو يوضح تأثير زاوية الإرسالα بالنسبة لسرعة بدئية ثابتة.

1-2- بالاستعانة بمنحنيات الشكلين 2 و3 اختر ما يناسب من التوصيفات الآتية: المسافة D المسجلة ترتفع- أم تنخفض- أم لا تتغير- أم ترتفع إلى أن تبلغ قيمة قصوى ثم تنخفض من جديد- أم تنخفض إلى أن تبلغ قيمة دنيا ثم ترتفع من جديد، في كل من الحالتين التاليتين:

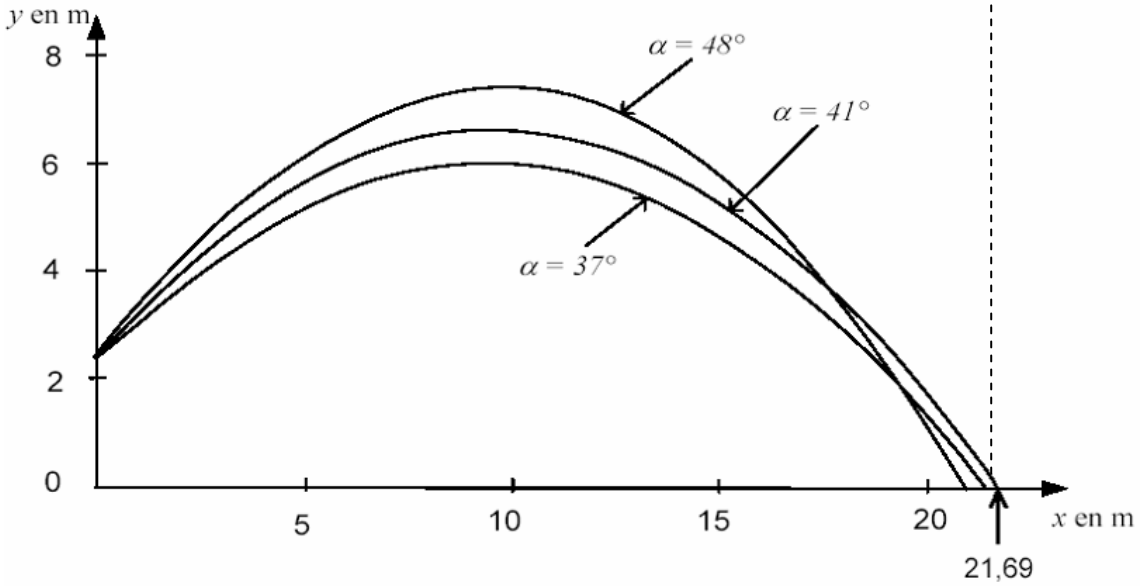
1-1-2- عندما ترتفع قيمة السرعة البدئية V_0 بالنسبة لزاوية إرسالα ثابتة.

2-1-2- عندما ترتفع قيمة زاوية الإرسال α بالنسبة لسرعة بدئية V_0 ثابتة.

2-2- من خلال الشكلين 2 و3 بين أن هناك إمكانية وحيدة لإرسال الجلة بسرعة بدئية V_0 وزاوية إرسالα محددتين لتحطيم المسافةD المسجلة في البطولة العالمية للألعاب القوى.



الشكل-2 ($\alpha=41°$)



الشكل-3 (V_0=13,8m/s)