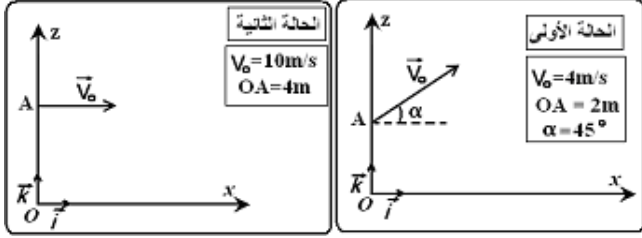


التمرين 1



نعتبر الحالات التالية :

حد بالنسبة لكل حالة ما يلي :

- (1) الشروط البدئية .
- (2) المعادلتين التفاضليتين اللتان تحققهما إحدائيتي متجهة السرعة .
- (3) معادلتا السرعة  $V_x(t)$  و  $V_z(t)$  .
- (4) المعادلتان الزميتان  $x(t)$  و  $z(t)$  .
- (5) معادلة المسار وطبيعة الحركة

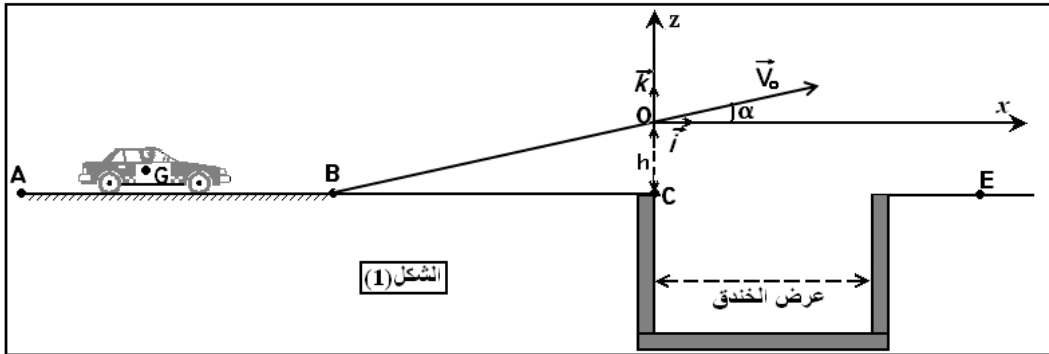
التمرين 2

يعتبر القفز على الخنادق أو الحواجز بواسطة السيارات أو الدراجات النارية أحد التحديات التي يواجهها المجازفون . يهدف هذا التمرين إلى التعرف على بعض الشروط التي يجب توفرها لتحقيق التحدي .

يكون مدار للمجازفة من قطعة  $AB$  مستقيمة ومن قطعة  $BO$  مائلة بزاوية  $\alpha$  بالنسبة للمستوى الأفقي  $AC$  وخندق عرضه  $D$  (الشكل (1)).

ننمذج (السيارة + السائق) بمجموعة  $(S)$  غير قابلة للتشويه كتلتها  $m$  ومركز قصورها  $G$ .

ندرس حركة مركز القصور  $G$  في معلم أرضي نعتبره غاليليا ، ونهمل تأثير الهواء على المجموعة  $(S)$  كما نهمل أبعادها بالنسبة للمسافات المقطوعة .



المعطيات :

✓ كتلة المجموعة  $(S)$  :  $m = 1200Kg$  .

✓ الزاوية  $\alpha = 10^\circ$  .

✓ شدة الثقالة :  $g = 9,80m s^{-2}$  .

(1) دراسة الحركة المستقيمة للمجموعة  $(S)$

تمر المجموعة  $(S)$  عند اللحظة  $t = 0$  من النقطة  $A$

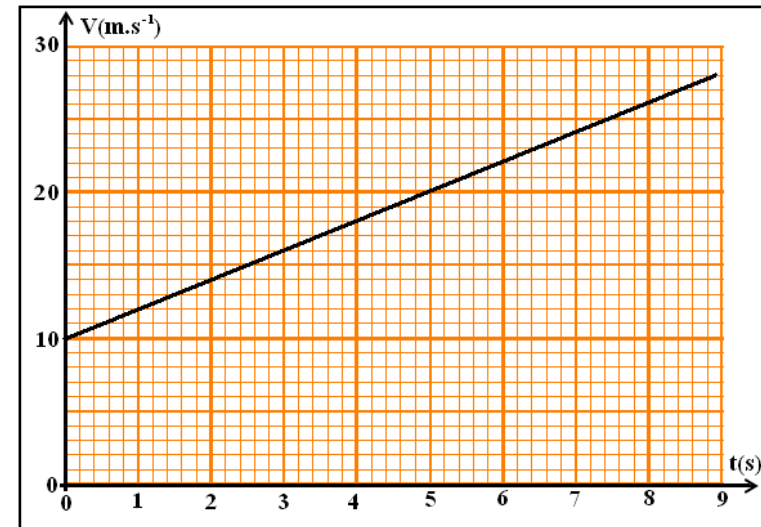
وعند اللحظة  $t_1 = 9,45s$  من النقطة  $B$  . يمثل

الشكل (2) تغيرات السرعة  $V$  لحركة  $G$  على القطعة  $AB$  بدلالة الزمن .

1.1 ما طبيعة حركة  $G$  على القطعة  $AB$  ؟ علل جوابك .

2.1 حدد مبيانيا قيمة التسارع  $a$  لحركة  $G$  .

3.1 أحسب المسافة  $AB$  .



4.1 تخضع المجموعة  $(S)$  على القطعة  $BO$  لقوة الدفع  $\vec{F}$  للمحرك وقوة احتكاك  $\vec{f}$  شدتها  $f = 500N$  . نعتبر القوتين ثابتتين

وموازيتين للقطعة  $BO$  . أوجد ، بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، الشدة  $F$  لقوة الدفع لكي تبقى للمجموعة  $(S)$  نفس قيمة التسارع  $a$  لحركتها على القطعة  $AB$  .

(2) دراسة حركة المجموعة (S) في مجال الثقالة المنتظم.

تصل المجموعة (S) إلى النقطة O بسرعة  $\vec{V}_0$  قيمتها  $V_0 = 30m s^{-1}$  وتتابع حركتها لتسقط في النقطة E التي تبعد عن النقطة C بالمسافة  $CE = 43m$ . نأخذ لحظة بداية تجاوز (S) للخندق أصلا جديدا لمعلم الزمن حيث يكون  $G$  منطبقا مع O أصل المعلم  $(\vec{Ox}, \vec{Oz})$ . أنظر الشكل (1).

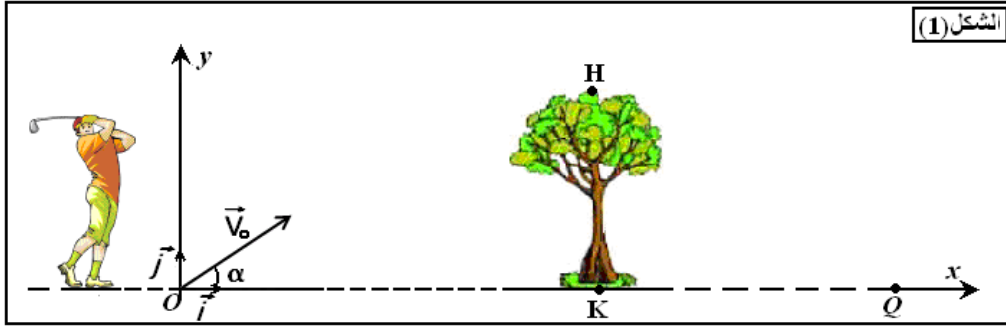
- (1.2) أكتب المعادلتين الزميتين  $x(t)$  و  $z(t)$  لحركة G في المعلم  $(\vec{Ox}, \vec{Oz})$ . (تطبيق عددي)  
 (2.2) استنتج معادلة المسار، وحدد إحداثيتي قمته.  
 (3.2) حدد الارتفاع h بين النقطتين C و O.

التمرين 3

تخضع كرة الغولف المستعملة في المسابقات الرسمية لمجموعة من المواصفات الدولية. ويتميز سطحها الخارجي بعدد كبير من الأسناخ (Alvéoles) تساعد على اختراق كرة الغولف للهواء بسهولة والتقليل من احتكاكاته.

خلال حصة تدريبية، وفي غياب الرياح، حاول لاعب الغولف البحث عن الشروط البدئية التي ينبغي أن يرسل بها كرة الغولف من نقطة O كي تسقط في حفرة Q دون أن تصطدم بشجرة علوها KH توجد بينهما.  
 معطيات:

- ✓ النقطة O والموضع K للشجرة والحفرة Q على نفس الاستقامة:  $OK = 15m$  ;  $KH = 5m$  ;  $OQ = 120m$   
 ✓ كتلة كرة الغولف:  $m = 45g$  ؛ تسارع الثقالة:  $g = 10m s^{-2}$   
 ✓ نهمل دافعة أرخميدس وجميع الاحتكاكات.



(1) دراسة حركة كرة الغولف في مجال الثقالة المنتظم.

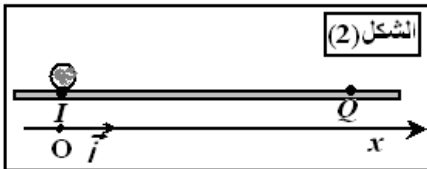
عند اللحظة  $t = 0$ ، أرسل اللاعب كرة الغولف من النقطة O بسرعة بدئية  $V_0 = 40m s^{-1}$  تكون متجهتها الزاوية  $\alpha = 20^\circ$  مع المستوى الأفقي. لدراسة حركة G مركز قصور الكرة في المستوى الرأسي، نختار معلما متعامدا مبنيا  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  أصله مطابق للنقطة O.

- (1.1) بتطبيق قانون الثاني لنيوتن، أثبت المعادلتين التفاضليتين اللتين تحققهما  $V_x$  و  $V_y$  إحداثيتي متجهة السرعة لمركز قصور الكرة.  
 (2.1) أوجد التعبير الحرفي للمعادلتين الزميتين  $x(t)$  و  $y(t)$  لحركة مركز القصور G. استنتج التعبير الحرفي لمعادلة مسار الحركة  
 (3.1) نعتبر نقطة B من مسار مركز قصور الكرة أفصولها  $x_B = x_K = 15m$  وأرتوبها  $y_B$ . أحسب  $y_B$ . هل تصطدم الكرة بالشجرة؟

(4.1) بالنسبة للزاوية  $\alpha' = 24^\circ$ ، لا تصطدم الكرة بالشجرة. حدد قيمة  $V_0'$  السرعة البدئية التي ينبغي أن يرسل بها اللاعب كرة الغولف كي تسقط في الحفرة Q.

(2) دراسة حركة كرة الغولف على مستوى أفقي.

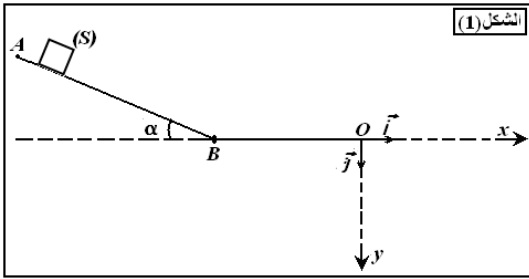
لم ينجح اللاعب في إسقاط الكرة في الحفرة Q، حيث استقرت بعد سقوطها في نقطة I. توجد الكرة والحفرة في مستوى أفقي، أرسل اللاعب من جديد كرة الغولف من النقطة I بسرعة بدئية  $\vec{V}_I$  تجعلها تصل إلى الحفرة Q دون فقدان تماسها مع المستوى الأفقي.  
 ندرس حركة G مركز قصور الكرة في المعلم  $(O, \vec{i}, \vec{j})$ ، ونختار لحظة إرسال الكرة من I أصلا للتواريخ أنظر الشكل (2). نعتبر أن



الكرة تخضع أثناء حركتها لاحتكاكات مكافئة لقوة وحيدة متجهتها  $\vec{f}$  ثابتة ومعاكسة لمنحى الحركة وشدتها ثابتة  $f = 2,25 \cdot 10^{-2} N$ .

- (1.2) بتطبيق قانون نيوتن الثاني، أوجد المعادلة التفاضلية لحركة مركز قصور الكرة  
 (2.2) استنتج طبيعة حركة G.  
 (3.2) حدد قيمة  $V_I$  علما أن الكرة وصلت إلى الحفرة بسرعة منعدمة، وأن الحركة استغرقت  $t_Q = 4s$ .

التمرين 1



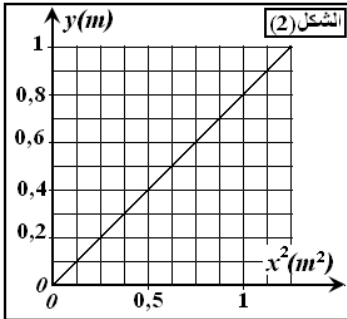
يمثل الشكل (1) سكة  $ABO$  تتكون من جزئين :

- ✓ جزء مستقيمي  $AB$  مائل بزاوية  $\alpha = 30^\circ$  بالنسبة للمستوى الأفقي
  - ✓ جزء مستقيمي  $BO$  أفقي .
- نطلق جسما صلبا  $(S)$  كتلته  $m$  بدون سرعة بدئية من النقطة  $A$  ، فينزل فوق الجزء  $AB$  ، بدون احتكاك ، ويمر من النقطة  $B$  بسرعة  $V_B = 2,5m s^{-1}$  نأخذ تسارع الثقالة :  $g = 10m s^{-2}$  .
- (1) أوجد تعبير التسارع  $a$  للجسم  $(S)$  على الجزء  $AB$  بدلالة  $\alpha$  و  $g$  .

استنتج طبيعة الحركة .

(2) أحسب المسافة  $AB$  .

- (3) يتابع الجسم  $(S)$  حركته فوق الجزء  $BO$  ويغادر السكة عند النقطة  $O$  بسرعة  $V_O$  متجهتها أفقية . نعتبر اللحظة التي يغادر فيها  $(S)$  النقطة  $O$  أصلا للتواريخ  $(t = 0)$  .



(1.3) أوجد في المعلم المنظم  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  ، تعبير المعادلتين الزمئيتين  $x(t)$  و  $y(t)$

لحركة مركز القصور  $G$  للجسم  $(S)$   $V_O$

(2.3) استنتج التعبير الحرفي لمعادلة مسار مركز القصور  $G$  .

(4) يعطي المبيان الممثل في الشكل (2) تغيرات الإحداثي  $y$  بدلالة مربع الإحداثي  $x$  :

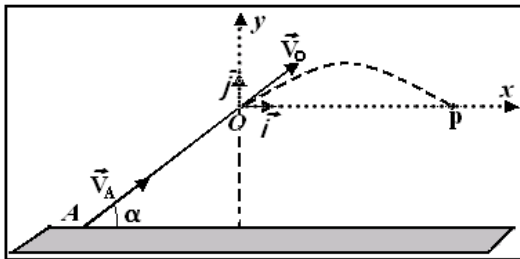
$$y = f(x^2)$$

(1.4) أوجد ، مستعينا بالمبيان ، قيمة السرعة .

(2.4) بين أن الاحتكاكات بين الجسم  $(S)$  والسكة مهملة طول الجزء  $BO$  .

التمرين 2

تنتقل نحو الأعلى بدون احتكاك ، من موضع  $A$  على سكة  $AO$  مائلة بزاوية  $\alpha = 60^\circ$  بالنسبة للمستوى الأفقي ، كرية  $(B)$  نعتبرها نقطية ، بسرعة بدئية  $V_A = 6m s^{-1}$  . تغادر الكرية السكة عند وصولها إلى النقطة  $O$  بسرعة  $V_O$  ، لتواصل حركتها في



مجال الثقالة المنتظم تحت تأثير وزنها  $\vec{P}$  (أنظر الشكل)

(1) أعط نص مبرهنة الطاقة الحركية .

(2) أكتب تعبير الطاقة الحركية  $E_C$  للكرية بدلالة كتلة الكرية  $m$  وسرعتها  $V$  .

(3) أحسب شغل الوزن  $\vec{P}$  للكرية بين النقطتين  $A$  و  $O$  . هل هذا الشغل محرك أم مقاوم

(4) بين أن سرعة الكرية عند النقطة  $O$  هي  $V_O = 4m s^{-1}$  .

(5) تكتب معادلة المسار لحركة الكرية في المستوى  $(\vec{Ox}, \vec{Oy})$  كما يلي :  $y = -\frac{g}{2V_O^2 \cos^2 \alpha} x^2 + x \cdot \tan \alpha$

(1.5) ما طبيعة حركة الكرية في مجال الثقالة ؟ علل جوابك .

(2.5) أوجد تعبير  $x_p$  أقصى المدى  $P$  بدلالة  $V_O$  و  $g$  و  $\alpha$  وأحسبه (النقطة  $P$  توجد على استقامة واحدة مع النقطة  $O$ ) .

نعطي :  $g = 10m s^{-2}$  و كتلة الكرية  $m = 0,3Kg$  والمسافة  $AO = 1,16m$  .

التمرين 3

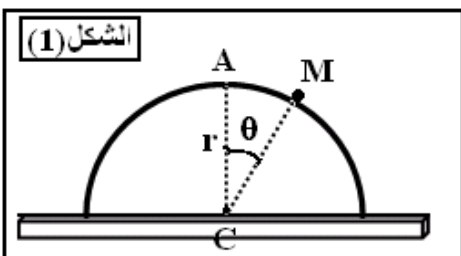
نترك جسما  $(S)$  ، يمكن اعتباره نقطيا ، ينزل فوق سطح كروي الشكل شعاعه  $r$  ،

بدون سرعة بدئية ، انطلاقا من النقطة  $A$  (الشكل (1)) .

(1) الانزلاق فوق سكة دائرية

يتم تعيين موضع الجسم  $(S)$  بالزاوية  $\theta = (\vec{CA}, \vec{CM})$

(1.1) أوجد بدلالة  $\theta$  و  $r$  و  $g$  تعبير السرعة  $v$  للجسم  $(S)$  .



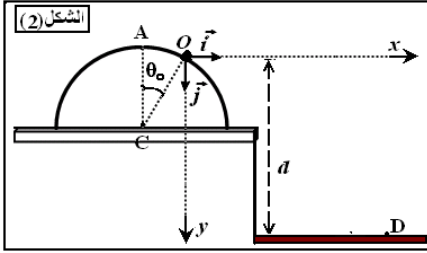
2.1 أوجد تعبير  $R$  شدة تأثير السطح على الجسم ( $S$ ) بدلالة  $\theta$  و  $m$  و  $g$  .

3.1 يغادر الجسم ( $S$ ) السطح عند النقطة  $O$  حيث  $\theta = \theta_0$  .

أ) ما هي القيمة  $\theta_0 = (\overrightarrow{CA}, \overrightarrow{CO})$  للزاوية  $\theta$  ؟

ب) حدد منظم السرعة  $\vec{v}_0$  للجسم ( $S$ ) عند النقطة  $O$  في المعلم المنظم  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  .

نعطي :  $r = 15cm$  و  $g = 10m s^{-2}$  .



2) حركة قذيفة في مجال الثقالة

نقوم بدراسة حركة الجسم ( $S$ ) بعد مغادرته السطح الكروي ، وذلك بالنسبة للمعلم

$(O, \vec{i}, \vec{j})$  المرتبط بالأرض حيث أصل التواريخ  $t = 0$  هي اللحظة التي يغادر عندها

الجسم ( $S$ ) السطح الكروي (أنظر الشكل(2))

1.2 أوجد المعادلتين الزميتين لحركة الجسم ( $S$ ) في المعلم  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  . استنتج

معادلة المسار .

2.2 يصل الجسم ( $S$ ) إلى السطح الأفقي ( $\pi$ ) عند النقطة  $D$  التي تبعد عن المحور ( $Ox$ ) بالمسافة  $d = 0,4m$  . بتطبيق

مبرهنة الطاقة الحركية ، أوجد قيمة السرعة  $v_D$  عند النقطة  $D$  .

#### التمرين 4

تستعمل الطائرات المروحية في بعض الحالات لإيصال مساعدات إنسانية إلى مناطق منكوبة يتعذر الوصول إليها عبر البر .

تتحرك طائرة مروحية على ارتفاع ثابت  $H$  من سطح الأرض بسرعة أفقية  $\vec{v}_0$  ثابتة وتُسقط صندوق مواد غذائية ، مركز قصوره  $G_0$

، فيرتطم بسطح الأرض في النقطة  $T$  . الشكل(1) . ندرس حركة  $G_0$  في معلم متعامد ومنظم  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  مرتبط بالأرض والذي

نعتبره غاليليا . نهمل أبعاد الصندوق، و نأخذ  $g = 10m s^{-2}$

1) دراسة السقوط الحر

نهمل القوى المرتبطة بتأثير الهواء على الصندوق .

يسقط الصندوق عند اللحظة  $t = 0$  ، انطلاقا من النقطة  $A(x_A = 450m, y_A = 0)$

بالسرعة البدئية الأفقية  $\vec{v}_0$  ذات القيمة  $v_0 = 50m s^{-1}$  .

1.1 أوجد بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، المعادلتين الزميتين  $x(t)$  و  $y(t)$  لحركة مركز

القصور  $G_0$  في المعلم  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  .

2.1 حدد لحظة ارتطام الصندوق بسطح الأرض .

3.1 أوجد معادلة مسار حركة  $G_0$  .

4.1 حدد مميزات متجهة سرعة  $G_0$  عند ارتطام الصندوق بسطح الأرض .

2) دراسة السقوط باحتكاك (علوم فيزيائية ورياضية)

لكي لا تتلف المواد الغذائية عند الارتطام بسطح الأرض؛ تم ربط الصندوق بمظلة ثمكته من

النزول ببطء ، تبقى المروحية ساكنة على نفس الارتفاع  $H$  السابق في النقطة  $O$  . يسقط

الصندوق ومظلته رأسيا بدون سرعة بدئية عند اللحظة  $t_0 = 0$  . يطبق الهواء قوى الاحتكاك

المعبر عنها بالعلاقة  $\vec{f} = -100\vec{v}$  ، حيث  $\vec{v}$  تمثل متجهة سرعة الصندوق عند اللحظة  $t$  .

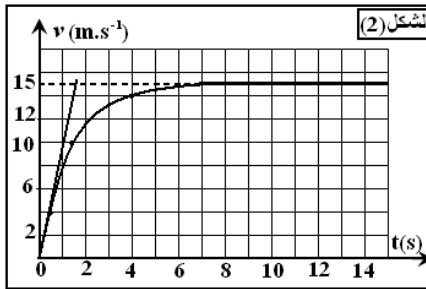
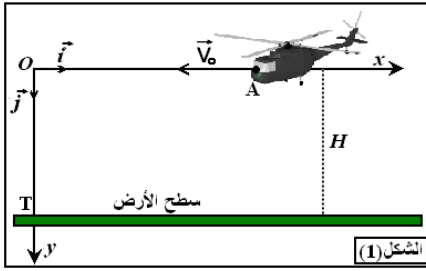
نهمل دافعة أرخميدس خلال السقوط ونعطي كتلة المجموعة (الصندوق والمظلة) :  $m = 150Kg$  .

1.2 أوجد المعادلة التفاضلية في المعلم  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  التي تحققها سرعة  $G_1$  مركز قصور المجموعة .

2.2 يمثل منحنى الشكل(2) تغير سرعة  $G_1$  بدلالة الزمن ؛ حدد السرعة الحدية  $v_L$  وكذا الزمن المميز للسقوط

3.2 أعط قيمة تقريبية لمدة النظام البديني .

4.2 باعتماد طريقة أولير والجدول التالي ، حدد قيمتي السرعة  $v_4$  والتسارع  $a_4$  .



0.6	0.5	0.3	0.3	0.2	0.1	0	$t_i (s)$
5.08	4.37	$v_4$	2.80	1.93	1.00	0	$v_i (m s^{-1})$
6.60	7.07	$a_4$	8.12	8.71	9.33	10.00	$a_i (m s^{-2})$