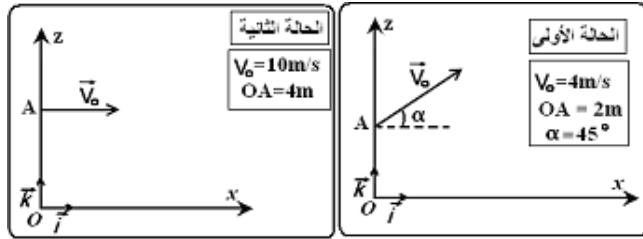


2 ^{ème} Bac (PC)	حركة قذيفة في مجال الثقالة	
------------------------------	----------------------------	--

التمرين 1



نعتبر الحالات التالية :

حد بالنسبة لكل حالة ما يلي :

- (1) الشروط البدئية .
- (2) المعادلتين التفاضليتين اللتان تحققهما إحداثيتي 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

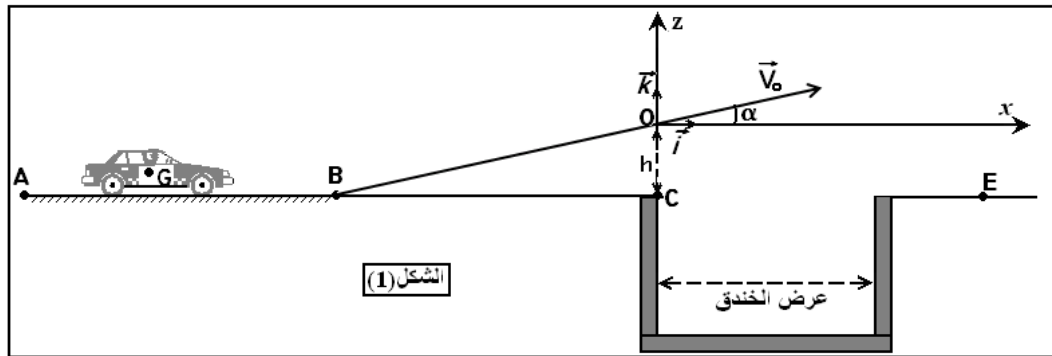
التمرين 2

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 .

يتكون مدار للمجازفة من قطعة AB مستقيمة ومن قطعة BO مائلة بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي AC وخندق عرضه D (الشكل (1)).

ننمذج (السائق + السيارة) 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 .

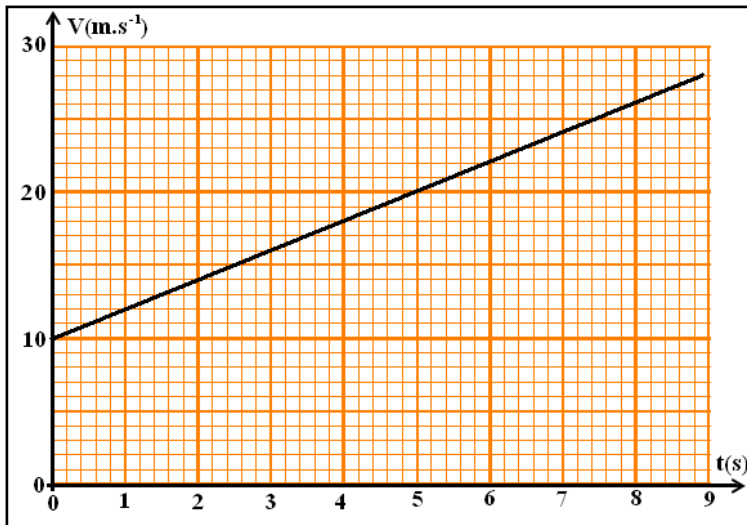
1.1 ما طبيعة حركة G على القطعة AB ؟ علل جوابك .

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 المجموعة (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) للخنق أصلا جديدا لمعلم الزمن حيث يكون G منطبقا مع O أصل المعلم $(\vec{Ox}, \vec{Oz})$. أنظر الشكل (1).

(1.2) أكتب المعادلتين الزمنيتين $x(t)$ 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

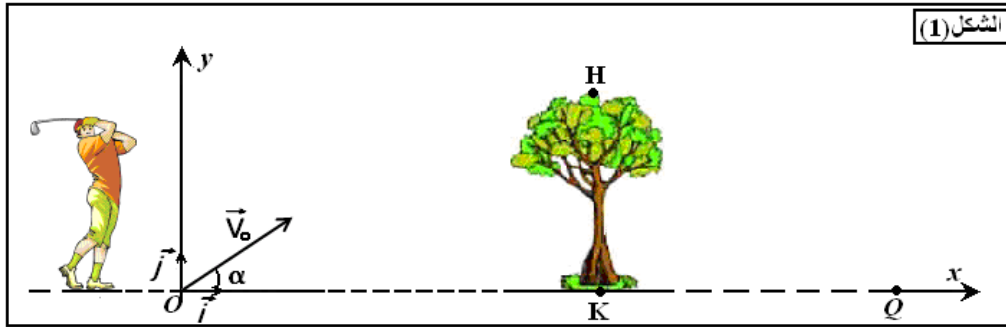
تخضع كرة الغولف المستعملة في المسابقات الرسمية لمجموعة من المواصفات الدولية. ويتميز سطحها الخارجي بعدد كبير من الأسناخ (Alvéoles) تساعد على اختراق كرة الغولف للهواء بسهولة والتقليل من احتكاكاته .

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.

✓ 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 $\vec{V}_0$ الزاوية

$\alpha = 20^\circ$ مع المستوى الأفقي . لدراسة حركة G مركز قصور الكرة في المستوى الرأسي ، نختار معلما متعامدا ممنظما

$(O, \vec{i}, \vec{j})$ 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 الزمنيتين $x(t)$ 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 ؟

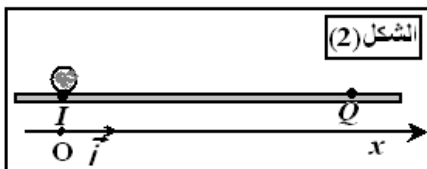
(4.1) بالنسبة للزاوية $\alpha' = 24^\circ$ ، لا تصطدم الكرة بالشجرة . حدد قيمة V_0' السرعة البدئية التي ينبغي أن يرسل بها اللاعب كرة الغولف كي تسقط في الحفرة Q .

(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 $(O, \vec{i})$ ، 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 $f = 2,25.10^{-2}N$.

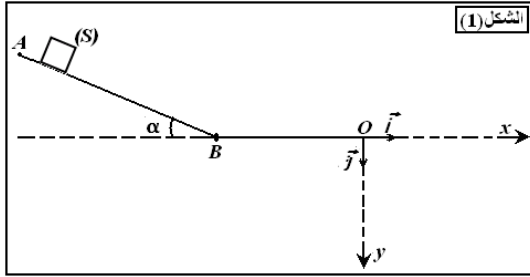
(1.2) بتطبيق قانون نيوتن الثاني ، أوجد المعادلة التفاضلية لحركة مركز قصور الكرة

(2.2) استنتج طبيعة حركة G .

(3.2) حدد قيمة V_I علما أن الكرة وصلت إلى الحفرة بسرعة منعومة ، وأن الحركة استغرقت $t_Q = 4s$.

2 ^{ème} Bac (PC)	حركة قذيفة في مجال الثقالة	
------------------------------	----------------------------	--

التمرين 1



يمثل الشكل (1) سكة ABO تتكون من جزئين :

✓ جزء مستقيمي AB مائل بزاوية $\alpha = 30^\circ$ بالنسبة للمستوى الأفقي

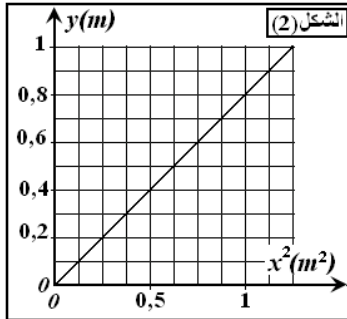
✓ جزء مستقيمي BO أفقي .

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 α 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 النقطة O أصلا للتواريخ $(t = 0)$.



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

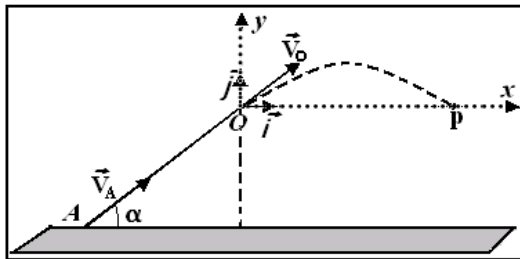
$$y = f(x^2)$$

(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 g و V_O و α 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

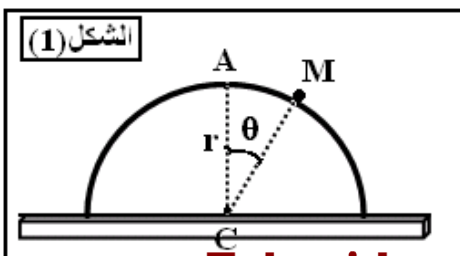
نترك جسما (S) ، يمكن اعتباره نقطيا ، ينزل فوق سطح كروي الشكل شعاعه r ،

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 θ و r و g تعبير السرعة v للجسم (S) .



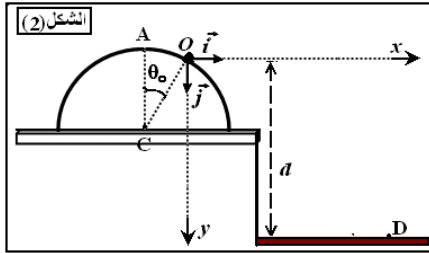
(2.1) أوجد تعبير R شدة تأثير السطح على الجسم (S) بدلالة θ و m و g .

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

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

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

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 الزمنيتين لحركة الجسم (S) في المعلم $(O, \vec{i}, \vec{j})$. استنتج معادلة المسار .

(2.2) يصل الجسم (S) إلى السطح الأفقي (π) 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 وممنظم $(O, \vec{i}, \vec{j})$ 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 الزمنيتين $x(t)$ 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 و رياضية)

لكي لا تتلف المواد الغذائية عند الارتطام بسطح الأرض؛ تم ربط الصندوق بمظلة تُمكنه 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 τ الزمن المميز للسقوط

(3.2) أعط قيمة تقريبية لمدة النظام البدئي .

(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	$a_i (m.s^{-2})$