تمارين الميكانيك الواردة في بكالوريا المغرب: 2008****2013 (الأستاذة نوري)

التمرين الأول:

يهدف هذا التمرين إلى نمذجة قوة الاحتكاك المائع المطبقة من طرف الغليسيرول على جسم صلب وذلك بدراسة حركة السقوط الرأسي لكلة فلزية كتلتها m و شعاعها r داخل الغليسيرول.

معطيات : - شعاع الكلة : $r = 1\,cm$ ؛ حجم الكلة : $V = \frac{4}{3}.\pi.r^3$

- الكتلة الحجمية:

* للفلز الذي تتكون منه الكلة : $\rho_1 = 2{,}7.10^3\,kg.m^{-3}$

*الغليسيرول : $\rho_2 = 1{,}26.10^3\,kg.m^{-3}$

- تسارع الثقالة : $g = 9{,}81\,m.s^{-2}$.

نذكر أن شدة دافعة أرخميدس المطبقة على الكلة المغمورة كليا في الغليسيرول هي $F = \rho_2.V.g$.

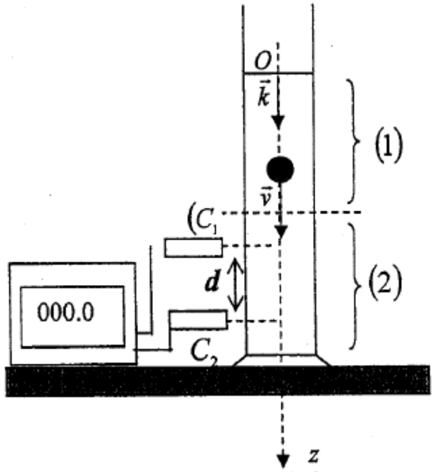
ننمذج قوة الاحتكاك التي تخضع لها الكلة أثناء السقوط داخل الغليسيرول بـ $\vec{f} = -9\pi.r.v^n.\vec{k}$

حيث n عدد صحيح و v سرعة مركز قصور الكلة.

عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ $(t_0 = 0)$، نحرر الكلة بدون سرعة بدئية من نقطة O أصل المحور الرأسي $(O,\vec{k})$ الموجه نحو الأسفل،فتتم حركتها داخل الغليسيرول الموجود في إناء زجاجي، على مرحلتين:

- (1): مرحلة النظام البدئي بين لحظتين t_0 وt_1 حيث تتزايد سرعة الكلة.
- (2): مرحلة النظام الدائم انطلاقا من اللحظة t_1 حيث تأخذ سرعة الكلة قيمة حدية ثابتة v_ℓ.

يمكن الجهاز المكون من ميقت وخليتين (C_1) و(C_2) من قياس المدة الزمنية Δt التي تستغرقها الكلة لقطع المسافة $d = 20\,cm$ خلال المرحلة (2) (انظر الشكل جانبه).



1. حدد قيمة السرعة الحدية v_ℓ علما أن $\Delta t = 956\,ms$.
2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة v لمركز قصور الكلة داخل السائل تكتب على الشكل :

$$\frac{dv}{dt} + A.v^n = B \quad \text{مع} \quad A = \frac{27}{4.\rho_1.r^2} \quad \text{و} \quad B = g\left(\frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1}\right)$$

3. أوجد،انطلاقا من المعادلة التفاضلية، تعبير v_ℓ^n بدلالة ρ_1 و ρ_2 وr وg .
4. استنتج العدد n.

التمرين الثاني:

الجزء (1) : مقارنة كتلة الشمس وكتلة الأرض

تمكن معرفة حركة الأقمار الاصطناعية حول الأرض و حركة الأرض حول الشمس من مقارنة كتلة الشمس m_S بكتلة الأرض m_T .

معطيات: نعتبر قمرا اصطناعيا ساكنا بالنسبة للأرض، كتلته m وشعاع مداره الدائري في المرجع المركزي الأرضي هو $r = 4{,}22.10^4\,km$.

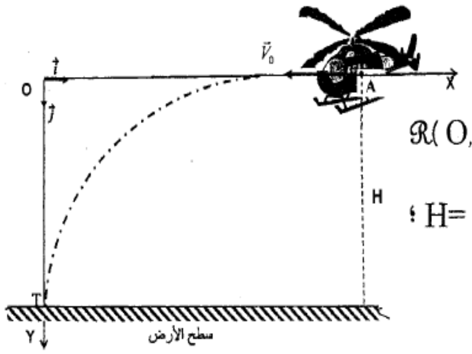
- الدور المداري لحركة القمر الاصطناعي حول الأرض هو T.
- الدور المداري لحركة الأرض حول الشمس في المرجع المركزي الشمسي هو $T_T = 365{,}25\,jours$.
- شعاع المدار الدائري لحركة مركز الأرض حول الشمس هو $r_T = 1{,}496.10^8\,km$.
- دور دوران الأرض حول محورها القطبي هو $T_0 = 24\,heures$.
- نرمز بـ G لثابتة التجاذب الكوني و نعتبر أن كلا من الأرض و الشمس لهما توزيع تماثلي للكتلة .

نهمل تأثير الكواكب الأخرى على كل من الأرض و القمر الاصطناعي.

التمرين الثالث:

تُستعمل 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 وتُسقِط صندوق مواد غذائية، مركز قصوره G_0 ، فيرتطم بسطح الأرض في النقطة T . (الشكل1)



الشكل 1

ندرس حركة G_0 في معلم متعامد وممنظم $\Re(O,\vec{i},\vec{j})$ مرتبط بالأرض والذي نعتبره غاليليا.

نعطي : $g = 10\,m.s^{-2}$ (شدة الثقالة) و $H = 405\,m$ ؛

نهمل أبعاد الصندوق.

1) الجزء I- دراسة السقوط الحر:

نهمل القوى المرتبطة بتأثير الهواء على الصندوق.

يسقط الصندوق ،عند اللحظة $t = 0$ ،انطلاقا من

النقطة $A(x_A=450\ m\ ;y_A=0)$ بالسرعة البدئية الأفقية $\vec{V}_0$ ذات القيمة $V_0 = 50\ m.s^{-1}$.

1.1- أوجد ، بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، المعادلتين الزمنيتين $x(t)$ و $y(t)$ لحركة G_0 في المعلم $\mathcal{R}(O,\vec{i},\vec{j})$. (1,5 ن)

1.2- حدد لحظة ارتطام الصندوق بسطح الأرض. (0,75 ن)

1.3- أوجد معادلة مسار حركة G_0. (0,5 ن)

2) الجزء II- دراسة السقوط باحتكاك:

لكي لا تُتلف المواد الغذائية عند الارتطام بسطح الأرض؛ تم ربط صندوق 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.
نعطي كتلة المجموعة {الصندوق والمظلة}: $m = 150\ kg$.

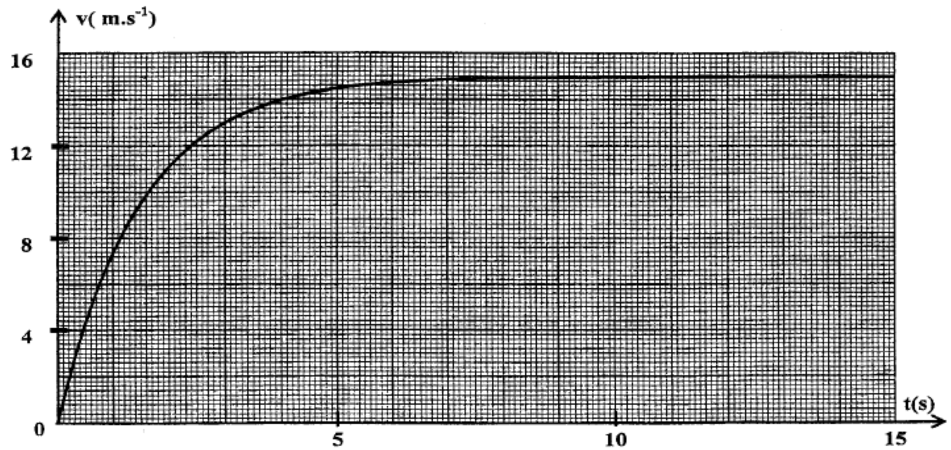
2.1- أوجد المعادلة التفاضلية في المعلم $\mathcal{R}(O,\vec{i},\vec{j})$ التي تحققها سرعة G_1 مركز قصور المجموعة. (1,25 ن)

2.2- يمثل منحنى الشكل2 تغير سرعة G_1 بدلالة الزمن؛ حدد السرعة الحدية V_{lim} وكذا الزمن المميز τ للسقوط. (0,5 ن)

2.3- أعط قيمة تقريبية لمدة النظام البدئي. (0,5 ن)

2.4- باعتماد طريقة أولير والجدول التالي، حدد قيمتي السرعة v_4 و التسارع a_4 . (1 ن)

$t_i(s)$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
$v_i(m.s^{-1})$	0	1,00	1,93	2,80	v_4	4,37	5,08
$a_i(m.s^{-2})$	10,00	9,33	8,71	8,12	a_4	7,07	6,60



الشكل 2

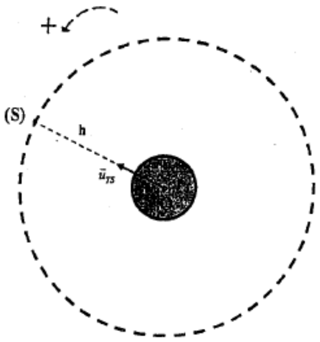
التمرين الرابع:

زرقاء اليمامة، قمر اصطناعي مغربي يقوم بمهام مراقبة الحدود الجغرافية للمملكة وبالتواصل والإستشعار عن بعد. وقد أنجز هذا القمر من طرف خبراء المركز الملكي للاستشعار البعدي الفضائي بتعاون مع خبراء دوليين.
تم وضع زرقاء اليمامة في مداره يوم 10 دجنبر 2001 على ارتفاع h من سطح الأرض.
ينجز هذا القمر الأصطناعي (S) حوالي 14 دورة حول الأرض في اليوم الواحد.

نفترض مسار (S) دائريا، وندرس حركته في المرجع المركزي الأرضي.
نعتبر الأرض ذات تماثل كروي لتوزيع الكتلة.
نهمل أبعاد (S) أمام المسافة الفاصلة بينه وبين مركز الأرض.

المعطيات:

ثابتة التجاذب الكوني: $G = 6,67.10^{-11}$ (SI) .
شعاع الأرض: $r_T = 6350\ km$.
شدة مجال الثقالة على سطح الأرض: $g_0 = 9,8\ m.s^{-2}$.
الدور T للأرض حول المحور القطبي: $T = 84164\ s$.
الارتفاع h : $h = 1000\ km$.
$\vec{u}_{TS}$: متجهة واحدية موجهة من O نحو S .



الشكل 1

1- انقل تبيانة الشكل 1 ومثل عليها متجهة السرعة $\vec{V}_S$ للقمر الاصطناعي (S) ومثل كذلك متجهة قوة التجاذب الكوني التي تطبقها الأرض على (S). (0,5 ن)

2- أعط التعبير المتجهي لقوة التجاذب الكوني التي تطبقها الأرض على (S) . (0,25 ن)

3- اكتب في أساس فريني، تعبير متجهة التسارع لحركة (S). (0,5 ن)

4- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز قصور القمر الاصطناعي (S) :

4.1- بين أن حركة (S) دائرية منتظمة. (0,75 ن)

4.2- اكتب تعبير V_S بدلالة g_0 و r_T و h ؛ واحسب قيمتها. (0,75 ن)

5- بين أن كتلة الأرض هي $M_T \approx 6.10^{24}\ kg$. (0,5 ن)

6- بين أن القمر الاصطناعي (S) لا يبدو ساكنا بالنسبة لملاحظ أرضي. (0,75 ن)

7- يقوم قمر اصطناعي (S') بالدوران حول الأرض بسرعة زاوية ω بحيث يبدو ساكنا بالنسبة لملاحظ أرضي ويرسل صورا إلى الأرض تُعتمد في التوقعات الجوية.

7.1- أثبت العلاقة: $\omega^2.(r_T+z)^3 = Cte$ ؛ حيث z المسافة الفاصلة بين سطح الأرض والقمر الاصطناعي. (0,75 ن)

7.2- أوجد قيمة z . (0,75 ن)

التمرين الخامس:

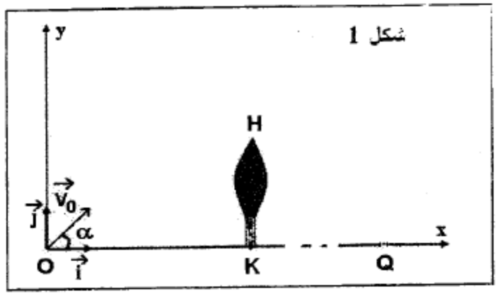
تخضع كرة الغولف المستعملة في المسابقات الرسمية لمجموعة من المواصفات الدولية. ويتميز سطحها الخارجي بعدد كبير من الأسناخ (Alvéoles) تساعد على اختراق كرة الغولف للهواء بسهولة، والتقليل من احتكاكاته.

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 (شكل 1 صفحة 5/5).

معطيات: كتلة كرة الغولف $m = 45\ g$ ، تسارع الثقالة $g = 10\ m.s^{-2}$.

$OQ = 120\ m$ ؛ $OK = 15\ m$ ؛ $KH = 5\ m$

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 $V_0 = 40\ m.s^{-1}$ تكون متجهتها $\vec{V_0}$ الزاوية $\alpha = 20^0$ 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.

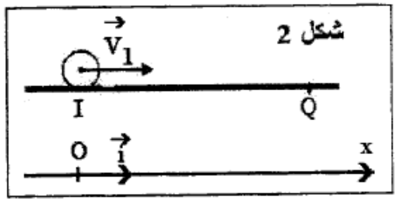
1.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أثبت المعادلتين التفاضليتين اللتين تحققهما v_x و v_y إحداثيتي متجهة سرعة G مركز قصور الكرة.

2.1. أوجد التعبير الحرفي للمعادلتين الزمنيتين $x(t)$ و $y(t)$ لحركة 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 $\alpha = 24°$ 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.

الكرة و الحفرة توجدان في مستوى أفقي. أرسل اللاعب من جديد كرة الغولف من النقطة I بسرعة بدئية أفقية $\vec{V_1}$ 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 (شكل 2).

نعتبر أن الكرة تخضع أثناء حركتها لاحتكاكات مكافئة لقوة وحيدة متجهتها $\vec{f}$ ثابتة ومعاكسة لمنحى الحركة وشدتها $f = 2{,}25.10^{-2}\ N$.

1.2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد المعادلة التفاضلية لحركة مركز قصور الكرة.

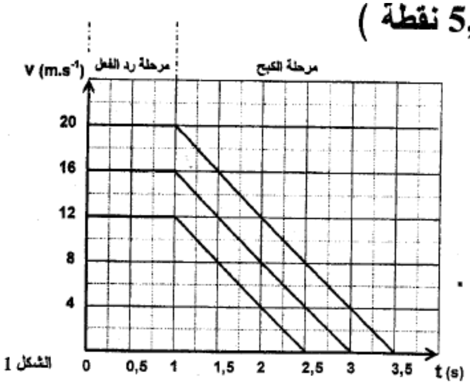
2.2. استنتج طبيعة حركة G .

3.2. حدد قيمة V_1 علما أن الكرة وصلت إلى الحفرة بسرعة منعدمة ، وأن الحركة استغرقت 4 s.

التمرين السادس:

فيزياء 3 : المخدمات والسلامة الطرقية (5,5 نقطة)

I / اختبار كبح سيارة



بينت الاختبارات التي أجريت في مصنع للسيارات أن :

- تسارع سيارة خلال الكبح على طريق أفقي، بواسطةالفرامل، يبقى ثابتا ؛
- قيمة هذا التسارع تكون نفسها أيا كانت قيمة سرعة السيارة قبل بداية مرحلة الكبح .

يعطي المبيان (الشكل 1) هذا النوع من الاختبارات، انطلاقا من اللحظة $t = 0$ التي يرى عندها السائق حاجزا أمامه.

تمر ثانية (1s) بين اللحظة التي يرى عندها السائق الحاجز و اللحظة التي يضغط عندها على دواسة الفرامل وهي المدة العادية لرد الفعل للسائق .

1– احسب ، انطلاقا من المبيان (الشكل 1) ، تسارع السيارة أثناء الكبح .

2– استنتج منظم مجموع متجهات القوى المطبقة على السيارة أثناء الكبح ، علما أن كتلتها هي : $M = 1353\ kg$.

3– إذا كانت سرعة السيارة عند بداية الكبح هي $72\ km.h^{-1}$ ، احسب باستغلال المبيان :

3.1– المسافة التي تقطعها السيارة خلال مرحلة رد الفعل للسائق .

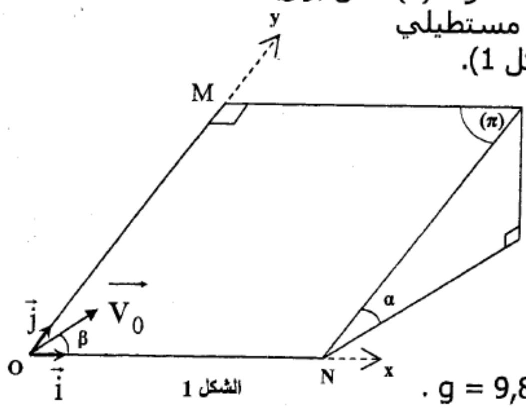
3.2– مدة مرحلة الكبح .

4– أثناء حركة السيارة بالسرعة $v = 16\ m.s^{-1}$ ، فوجئ السائق بحاجز أمامه على بعد 35 m من مقدمة السيارة .

بيّن ، باستغلال المبيان (الشكل 1) ، أن السائق يتمكن من إيقاف السيارة دون أن يصدم الحاجز .

التمرين السابع:

يتزحلق رياضي كتلته $m = 60\ kg$ على مستوى (π) مائل بزاوية $\alpha = 12°$ بالنسبة للمستوى الأفقي . للمستوى (π) شكل مستطيلي طوله OM وعرضه $ON = 20\ m$. (الشكل 1).



ننمذج الرياضي بجسم صلب (S) كتلته m و مركز قصوره G .

ندرس حركة مركز القصور G للجسم (S)في المعلم المتعامد الممنظم $(O,\vec{i},\vec{j})$ حيث المحور $(O,\vec{i})$ أفقي و المحور $(O,\vec{j})$ موازي للخط الأكبر ميلا للمستوى (π) .

نهمل جميع الاحتكاكات و نأخذ $g = 9{,}80\ m.s^{-2}$.

1- دراسة حركة مستوية على مستوى مائل

عند لحظة $t = 0$، يمر مركز القصور G للرياضي من النقطة O أصل المعلم $(O, \vec{i}, \vec{j})$ بسرعة بدئية $\vec{v}_0$ توجد في المستوى (π) و تكوّن زاوية β مع المحور $(O, \vec{i})$.

1.1- بيّن أن إحداثيي متجهة السرعة لمركز القصور G، عند لحظة t ، يحققان المعادلتين التفاضليتين $\frac{dv_x}{dt} = 0$ و $\frac{dv_y}{dt} = -g.\sin\alpha$.

1.2- أوجد معادلة مسار G في المعلم $(O, \vec{i}, \vec{j})$.

1.3- في حالة $\beta = 60°$:

أ- احسب قيمة v_0 ليمر مركز القصور G من النقطة N .

ب-أوجد تعبير الإحداثيين x_S و y_S للنقطة S ، قمة مسار G، بدلالة v_0 و α و β و g .

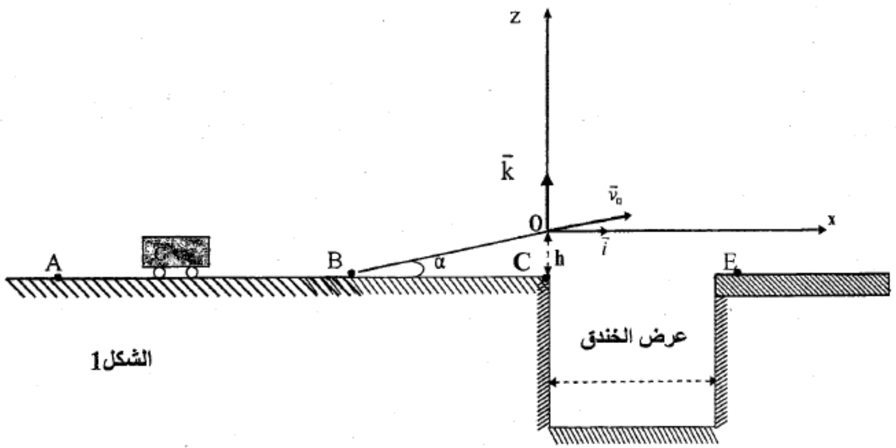
التمرين الثامن:

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 هذا التحدي.

يتكون مدار للمجازفة من قطعة AB مستقيمية ومن قطعة BO مائلة بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي AC وخندق عرضه D (الشكل1).

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) وأبعادها بالنسبة للمسافات المقطوعة.



الشكل1

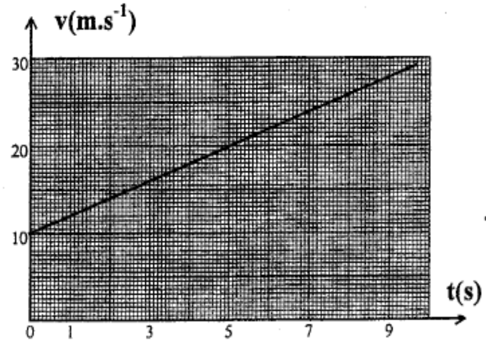
المعطيات:

- كتلة المجموعة (S) : $m = 1200\ kg$.
- الزاوية $\alpha = 10°$.
- شدة الثقالة $g = 9,80\ m.s^{-2}$.

1) دراسة الحركة المستقيمية للمجموعة (S)

تمر المجموعة (S) عند اللحظة $t_0 = 0$ 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.



الشكل2

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

1.2- حدد مبيانيا قيمة التسارع a لحركة G.

1.3- احسب المسافة AB .

1.4- 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 $v_0 = 30 m.s^{-1}$ 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 $(\vec{Ox}, \vec{Oz})$ (الشكل1) .

2.1- اكتب المعادلتين الزمنيتين $x(t)$ و $z(t)$ لحركة G في المعلم $(\vec{Ox}, \vec{Oz})$.

2.2- استنتج معادلة المسار، وحدد إحداثيتي قمته.

2.3- حدد الارتفاع h بين النقطتين C و O .

التمرين التاسع:

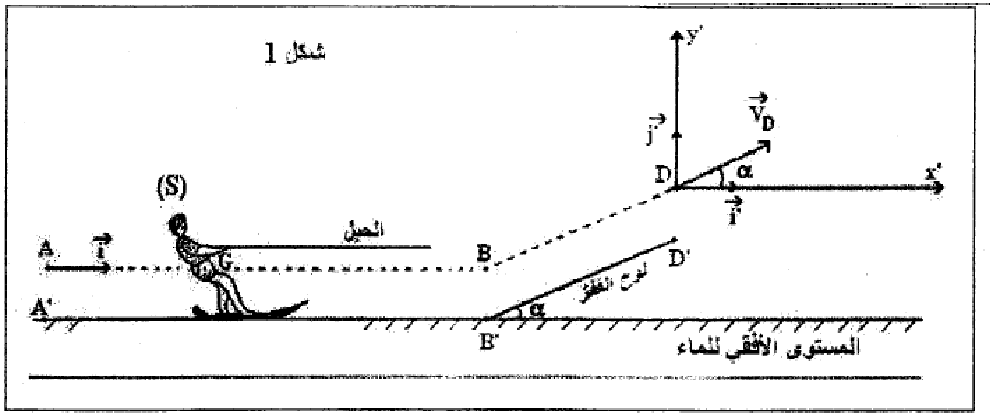
خلال مسابقة بحرية يجر قارب متزلجا (S) مركز قصوره G وكتلته m، على سطح الماء بواسطة حبل أفقي. عند انطلاق المتزلج يحتل G الموضع A، وبعد قطعه مسافة AB ينفصل (S) عن الحبل ويصعد فوق لوح B'D' مائل بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي للماء، ليقفز من النقطة D' ويسقط على سطح الماء (شكل 1– الصفحة 6/6). خلال الحركة يمر مركز قصور (S) من المواضع A و B و D.

معطيات:

– $m = 80kg$ ؛ $\alpha = 10°$ ؛

– شدة مجال الثقالة: $g = 10m.s^{-2}$.

– الاحتكاكات مهملة خلال مرحلة القفز.

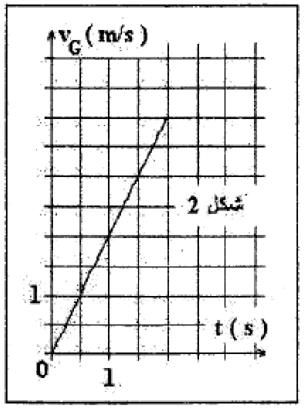


1. دراسة حركة المتزلج خلال المرحلة AB

يخضع المتزلج لاحتكاكات، مع الماء و الهواء، نكافئها بقوة وحيدة ثابتة أفقية $\vec{f}$ منحاها معاكس لمنحى الحركة، ويطبق الحبل على(S) قوة ثابتة شدتها $F = 276N$. لدراسة حركة G نختار معلما $(A,\vec{i})$مرتبطا بالأرض، ونعتبر لحظة انطلاق المتزلج من A بدون سرعة بدئية أصلا للتواريخ.

1.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة V_G لمركز قصور المتزلج.

2.1. مكّن تصوير المتزلج بواسطة كاميرا رقمية، ومعالجة الشريط المحصل عليه ببرنام مناسب، من الحصول على منحنى الشكل (2) الذي يمثل تطور السرعة V_G لمركز قصور المتزلج بدلالة الزمن.



1.2.1. أوجد مبيانيا معادلة السرعة $V_G(t)$. استنتج قيمة التسارع a_G.

2.2.1. أوجد قيمة f شدة القوة المكافئة للاحتكاكات.

3.1. يمر المتزلج من الموضع B عند اللحظة $t_B = 15s$.

إستنتج قيمة المسافة AB.

2. دراسة حركة المتزلج خلال مرحلة القفز

يواصل المتزلج حركته على اللوح B'D' ليقفز عند الموضع D' بالسرعة V_D (شكل 1). لدراسة القفز، نختار معلما متعامدا وممنظما $(D,\vec{i},\vec{j})$ مرتبطا بالأرض، ونعتبر لحظة انطلاقه من النقطة D أصلا للتواريخ.

1.2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد التعبير الحرفي للمعادلتين التفاضليتين اللتين تحققهما x و y إحداثيتي مركز قصور المتزلج.

2.2. أوجد التعبير الحرفي لمعادلة مسار حركة G.

3.2. في إطار تحسين إنجازه، قام المتزلج بمحاولة قفز حيث احتل مركز قصوره موضعا أفصوله $x_G = 35m$ عند اللحظة $t = 1,27s$.

1.3.2. أوجد قيمة السرعة V_D التي غادر بها المتزلج الموضع D.

2.3.2. حدد قيمة t_F لحظة مرور المتزلج من قمة المسار.

التمرين العاشر:

الجزء الأول (2,75 نقطة) : السقوط الرأسي لجسم صلب

يخضع كل جسم صلب مغمور في مائع إلى دافعة أرخميدس ، وإذا كان هذا الجسم في حركة إزاحة داخل المائع فإنه يخضع كذلك إلى قوة احتكاك مائع.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة تطور سرعة كريتين (a) و (b) من الزجاج متجانستين ليس لهما نفس الشعاع، توجدان في حركة إزاحة داخل زيت بسرعة نسبيا صغيرة .

معطيات : الكتلة الحجمية للزجاج : $\rho = 2600kg.m^{-3}$ ؛

الكتلة الحجمية للزيت : $\rho_0 = 970\ kg.m^{-3}$ ؛

لزوجة الزيت : $\eta = 8,00.10^{-2}\ N.m^{-2}.s$ ؛

تسارع الثقالة : $g = 9,81\ m.s^{-2}$ ؛

تعبير حجم كرية شعاعها r : $V = \frac{4}{3}\pi.r^3$.

نحرر، عند نفس اللحظة $t = 0$، الكريتين (a) و (b) عند سطح الزيت الموجود في أنبوب شفاف أسطواني رأسي .

ارتفاع الزيت في الأنبوب هو $H = 1,00\ m$ ، الشكل(1) .

1- دراسة حركة الكرية (a) .

ندرس حركة الكرية (a) في المعلم $(O,\vec{i})$ المرتبط بالأرض.

تخضع الكرية أثناء حركتها داخل الزيت إلى :

- دافعة أرخميدس $\vec{F}=-\rho_0.V.g.\vec{i}$ ؛
- قوة الاحتكاك المائع $\vec{f}=-6\pi.\eta.r.v.\vec{i}$ حيث v سرعة الكرية ؛
- وزنها $\vec{P}=m.\vec{g}$.

نرمز للزمن المميز لحركة الكرية (a) بـــ τ ؛ و نعتبر أن سرعة الكرية تبلغ القيمة الحدية v_ℓ بعد تمام المدة الزمنية 5τ .

1.1- أثبت المعادلة التفاضلية $\frac{dv}{dt}+\frac{v}{\tau}=C$ لحركة الكرية (a)

مع تحديد تعبير الثابتتين C و τ. احسب τ، علما أن $r=0{,}25\ cm$.

1.2- احسب قيمة السرعة الحدية v_ℓ للكرية (a) .

2- دراسة مقارنة لحركتي الكريتين (a) و (b)

شعاع الكرية (b) هو $r'=2r$.

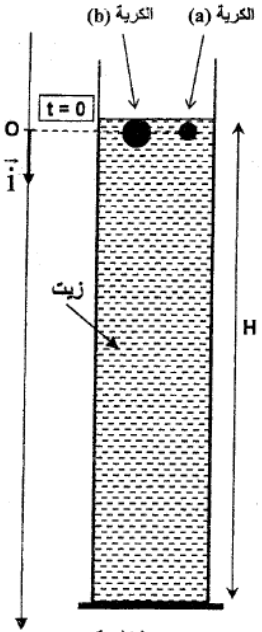
2.1- حدد ، معللا جوابك ، الكرية التي تستغرق أطول مدة زمنية لتبلغ سرعتها الحدية .

2.2- خلال النظام الانتقالي تقطع :

- الكرية (a) المسافة $d_1=5{,}00\ cm$ ؛
- الكرية (b) المسافة $d_2=80\ cm$.

نهمل شعاعي الكريتين r و 'r أمام ارتفاع الزيت H .

احسب المدة الزمنية الفاصلة بين وصول الكريتين (a) و (b) إلى قعر الأنبوب .



شكل 1

التمرين الحادى عشر:

توجد المزلقات في المسابح لتمكين السباحين من الانزلاق والغطس في الماء.
نمذج مزلقة مسبح بسكة ABC تتكون من جزء مستقيمي AB مائل بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي ومن جزء دائري BC ، ونمذج السباح بجسم صلب (S) مركز قصوره G وكتلته m (الشكل1).

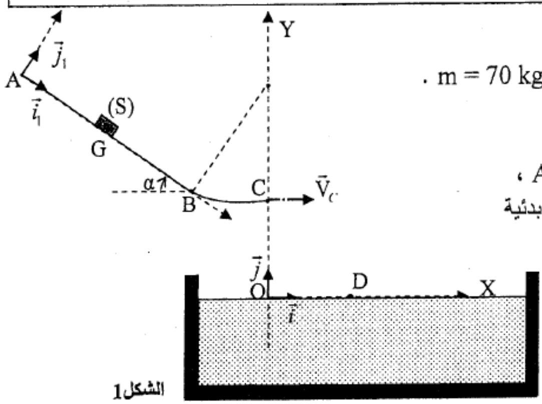
المعطيات:

$AB=2{,}4\ m$ ، $\alpha=20°$ ، $g=9{,}8\ m.s^{-2}$ ، $m=70\ kg$.

1- دراسة الحركة على السكة AB :

ينطلق ، عند اللحظة t = 0 ، الجسم (S) من الموضع A ، الذي نعتبره منطبقا مع مركز قصوره G ، بدون سرعة بدئية فينزلق بدون احتكاك على السكة AB . (الشكل 1)

ندرس حركة G في المعلم الأرضي $\mathcal{R}_1\ (A,\vec{i}_1,\vec{j}_1)$ الذي نعتبره غاليليا.



الشكل1

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن حدد :

1.1- إحداثيي التسارع $\vec{a}_G$ في المعلم $\mathcal{R}_1\ (A,\vec{i}_1,\vec{j}_1)$. (0,5 ن)

1.2- سرعة G في النقطة B V_B. (0,5 ن)

1.3- الشدة R للقوة التي يطبقها السطح AB على الجسم (S) . (0,5 ن)

ندرس في بقية التمرين حركة G في المعلم الأرضي $\mathcal{R}\ (O,\vec{i},\vec{j})$ الذي نعتبره غاليليا. (الشكل1)

2- دراسة حركة G في الهواء :

يصل الجسم (S) إلى النقطة C بسرعة أفقية منظمها $V_C=4{,}67\ m.s^{-1}$ ؛ فيغادرها عند لحظة نعتبرها أصلا جديدا للتواريخ.

يخضع الجسم (S) بالإضافة إلى وزنه إلى تأثير رياح اصطناعية ننمذجها بقوة أفقية ثابتة تعبيرها: $\vec{f}_1=-f_1.\vec{i}$

2.1- أوجد عند لحظة تاريخها t التعبير v_x للمُركبة الأفقية لمتجهة السرعة بدلالة : m و V_C و f_1 و t. (0,5 ن)

2.2- عند اللحظة $t_D=0{,}86\ s$ ، يصل G إلى النقطة D التي توجد على سطح الماء، حيث تنعدم المركبة الأفقية لسرعته .

أ- احسب f_1 . (0,5 ن)

ب - حدد الارتفاع h للنقطة C عن سطح الماء . (1 ن)

3- دراسة الحركة الرأسية للنقطة G في الماء:

يتابع الجسم (S) حركته في الماء بسرعة رأسية $\vec{V}$ حيث يخضع بالإضافة إلى وزنه إلى :

- قوة احتكاك مائع ننمذجها بمتجهة $\vec{f}$ تعبيرها في النظام العالمي للوحدات هو : $\vec{f}=140.V^2.\vec{j}$.
- دافعة أرخميدس $\vec{F}_A$ شدتها: $F_A=637N$.

نعتبر لحظة دخول الجسم (S) في الماء أصلا جديدا للتواريخ.

3.1- بيّن أن السرعة V(t) للنقطة G تحقق المعادلة التفاضلية التالية : $\frac{dV(t)}{dt}-2V^2+0{,}7=0$. (1 ن)

3.2- أوجد قيمة السرعة الحدية V_ℓ . (0,5 ن)

3.3- بالاعتماد على الجدول أسفله وباستعمال طريقة أولير ، حدد القيمتين a_{i+1} و V_{i+2} . (1 ن)

t (s)	$V(m.s^{-1})$	$a(m.s^{-2})$
$t_i=1{,}8.10^{-1}$	-1,90	6,52
$t_{i+1}=1{,}95.10^{-1}$	-1,80	a_{i+1}
$t_{i+2}=2{,}1.10^{-1}$	V_{i+2}	5,15

التمرين الثاني عشر:

المريخ هو أحد كواكب النظام الشمسي الذي يمكن رصده بسهولة في السماء بسبب إضاءته ولونه الأحمر، وله قمران طبيعيان هما فوبوس و ديموس.
اهتم العلماء بدراسته منذ زمن بعيد وأرسلت إليه في العقود الأخيرة عدة مركبات فضائية استكشافية مكنت من الحصول على معلومات هامة حوله.
يقترح هذا التمرين تحديد بعض المقادير الفيزيائية المتعلقة بهذا الكوكب.

المعطيات :

- كتلة الشمس: $M_S = 2.10^{30}$ kg
- شعاع المريخ: $R_M = 3400$ km
- ثابتة التجاذب الكوني: $G = 6,67.10^{-11}$ (SI)
- دور حركة المريخ حول الشمس: $T_M = 687$ jours ؛ 1jour = 86400 s
- شدة الثقالة على سطح الأرض: $g_0 = 9,8\ N.kg^{-1}$

نعتبر أن للشمس وللمريخ تماثلا كرويا لتوزيع الكتلة.

1 – تحديد شعاع مسار حركة المريخ وسرعته:

نعتبر أن حركة المريخ في المرجع المركزي الشمسي دائرية ، سرعتها V وشعاع مسارها r (نهمل أبعاد المريخ أمام المسافة الفاصلة بينه وبين مركز الشمس، كما نهمل القوى الأخرى المطبقة عليه أمام قوة التجاذب الكوني التي تطبقها الشمس).

1.1– مثّل على تبيانة القوة التي تطبقها الشمس على المريخ . (0,5 ن)

1.2– اكتب بدلالة G و M_S و M_M و r تعبير الشدة $F_{S/M}$ لقوة التجاذب الكوني التي تطبقها الشمس على المريخ . (M_M تمثل كتلة المريخ) (0,5 ن)

1.3– بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بيّن أن :

1.3.1– حركة المريخ حركة دائرية منتظمة. (0,5 ن)

1.3.2– العلاقة بين الدور و الشعاع هي : $\frac{T_M^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G.M_S}$ ؛ و أن قيمة r هي : $r \approx 2,3.10^{11}$m . (1 ن)

1.4– أوجد السرعة V . (0,5 ن)

2– تحديد كتلة المريخ وشدة الثقالة على سطحه :

نعتبر أن القمر فوبوس يوجد في حركة دائرية منتظمة حول المريخ على المسافة z = 6000 km من سطحه . دور هذه الحركة هو T_P = 460 min (نهمل أبعاد فوبوس أمام باقي الأبعاد).
بدراسة حركة فوبوس في مرجع أصله منطبق مع مركز المريخ ، والذي نعتبره غاليليا، أوجد :

2.1– الكتلة M_M للمريخ . (1 ن)

2.2– شدة الثقالة g_{0M} على سطح المريخ وقارنها بالقيمة $g_{Mes} = 3,8\ N.kg^{-1}$ التي تم قياسها على سطحه باعتماد أجهزة متطورة . (1,5 ن)

التمرين الثالث عشر:

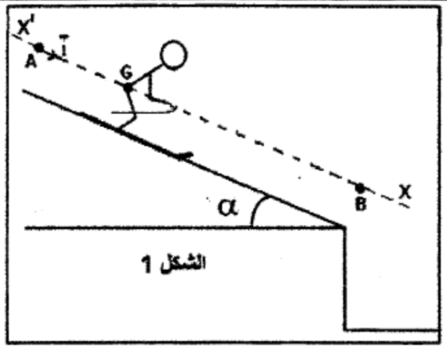
يعتبر سباق السرعة على الجليد من بين أعرق وأهم مسابقات الألعاب الأولمبية الشتوية؛ حيث يطمح كل متسابق إلى قطع مسافة النزول خلال أقل مدة زمنية ممكنة.
يهدف هذا التمرين إلى تحديد بعض المقادير الحركية والتحريكية المميزة لحركة متسابق.
ينزلق متسابق كتلته m ومركز قصوره G، فوق منحدر نعتبره مستقيميا ويكون زاوية α مع المستوى الأفقي.

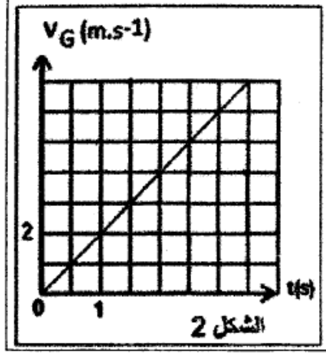
لدراسة حركة G نختار معلما $(A,\vec{i})$ (الشكل 1).

معطيات: $g = 10 m.s^{-2}$ ؛ $m = 80kg$ ؛ $\alpha = 30°$

1. دراسة حركة المتسابق على المنحدر

ينطلق المتسابق عند اللحظة t=0، حيث يحتل مركز قصوره G الموضع A، ويتابع حركته وفق مسار مستقيمي AB يخضع خلاله لاحتكاكات ننمذجها بقوة $\vec{f}$ ثابتة، اتجاهها موازي للمسار ومنحاها معاكس لمنحى الحركة.





1.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أثبت المعادلة التفاضلية التي يُحققها v_x إحداثي $\vec{v}_G$ متجهة سرعة G.

2.1. يمثل الشكل 2 مخطط سرعة مركز قصور المتسابق. حدد قيمة التسارع a_G للحركة.

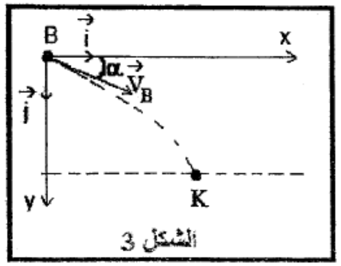
3.1. استنتج شدة القوة $\vec{f}$.

4.1. أكتب المعادلة الزمنية x(t) لحركة G.

5.1. يمر G مركز قصور المتسابق من الموضع B بالسرعة $v_B = 28 m.s^{-1}$. حدد قيمة المسافة AB .

2. دراسة حركة المتسابق في مجال الثقالة المنتظم

صادف المتسابق عند نهاية المرحلة AB حافة، فغادر مركز قصوره G الموضع B بالسرعة $\vec{v}_B$ ، عند لحظة نعتبرها أصلا جديدا للتواريخ t=0، وأصبح المتسابق في سقوط نعتبره حرا. لدراسة حركة G، نختار معلما متعامدا وممنظما $(B,\vec{i},\vec{j})$ (الشكل 3).



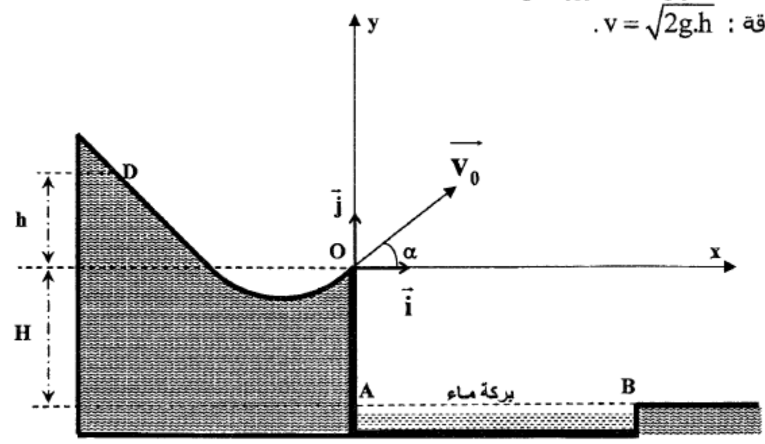
1.2. أثبت أن معادلة مسار حركة G في المعلم $(B,\vec{i},\vec{j})$، تكتب :

$$y = \frac{g}{2.v_B^2.\cos^2\alpha}.x^2 + x.\tan\alpha$$

2.2. يمر G من الموضع K عند اللحظة t=0,2s بالسرعة v_K. حدد قيمة v_K.

التمرين الرابع عشر:

ينزلق متزلج على سطح جبل مكسو بطبقة من الجليد توجد في سفحه بركة ماء .
يبين الشكل التالي مكان بركة الماء بالنسبة للنقطة O التي يكون عندها المتزلج مضطرا لمغادرة سطح الجبل بسرعة تكون متجهتها $\vec{v}$ زاوية α مع المستقيم الأفقي. انطلق المتزلج من نقطة D توجد على ارتفاع h بالنسبة للمستوى الأفقي المار من النقطة O (انظر الشكل) .
يعبر عن السرعة عند مروره من النقطة O بالعلاقة : $v = \sqrt{2g.h}$.



في إحدى المحاولات ، مر المتزلج من النقطة O أصل المعلم $(O,\vec{i},\vec{j})$ بسرعة معينة فسقط في بركة الماء .

نريد تحديد القيمة الدنيا h_m للارتفاع h للنقطة D التي يجب أن ينطلق منها المتزلج ،بدون سرعة بدئية، لكي لا يسقط في بركة الماء .

معطيات :

- كتلة المتزلج و لوازمه : $m = 60\ kg$ ؛
- تسارع الثقالة : $g = 10\ m.s^{-2}$ ؛
- الارتفاع : $H = 0,50\ m$ ؛
- الزاوية : $\alpha = 30°$ (انظر الشكل)؛
- طول بركة الماء : $d = AB = 10\ m$.

بالنسبة لهذا التمرين ، نماثل المتزلج و لوازمه بنقطة مادية G و نهمل جميع الاحتكاكات و كذلك جميع التأثيرات الناتجة عن الهواء .

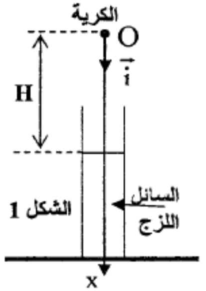
-1 يغادر المتزلج النقطة O عند اللحظة $t = 0$ بسرعة متجهتها $\vec{v_0}$ تكوّن الزاوية α مع المستقيم الأفقي .
-1.1 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها كل من إحداثيي متجهة سرعة المتزلج في المعلم $(O,\vec{i},\vec{j})$.
-1.2 بيّن أن معادلة مسار المتزلج في المعلم الديكارتي تكتب على الشكل :

$$y(x) = -\frac{1}{2}g\cdot\frac{x^2}{v_0^2.\cos^2\alpha} + x.\tan\alpha .$$

-2 حدد القيمة الدنيا h_m للارتفاع h لكي لا يسقط المتزلج في بركة الماء .

الجزء الثاني (3,5 نقط): السقوط الرأسي لكرية فلزية .

يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة السقوط الرأسي لكرية فلزية في الهواء و في سائل لز ج .



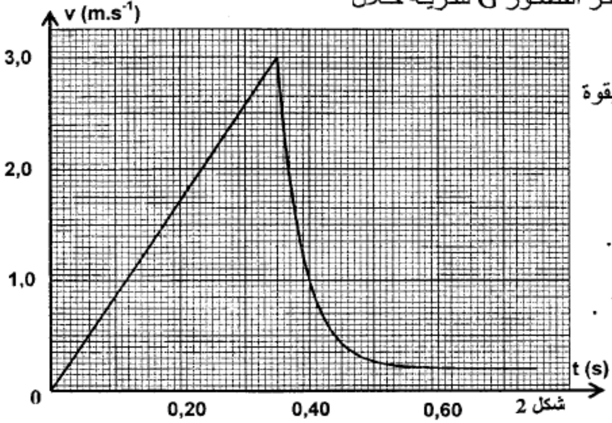
الشكل 1

معطيات :

- الكتلة الحجمية للكرية : $\rho_1 = 2,70.10^3\ kg.m^{-3}$ ؛
- الكتلة الحجمية للسائل اللزج : $\rho_2 = 1,26.10^3\ kg.m^{-3}$ ؛
- حجم الكرية : $V = 4,20.10^{-6}\ m^3$ ؛
- تسارع الثقالة : $g = 9,80\ m.s^{-2}$.

عند لحظة $t = 0$ نحرر الكرية من نقطة O منطبقة مع مركز قصورها G . توجد النقطة O على ارتفاع H من السطح الحر للسائل اللزج الذي يوجد في أنبوب رأسي شفاف . (شكل 1) .

يمثل منحنى الشكل (2) تطور السرعة v لمركز القصور G للكرية خلال سقوطها في الهواء و داخل السائل اللزج .



شكل 2

-1 دراسة حركة الكرية في الهواء .
ننمذج تأثير الهواء على الكرية أثناء سقوطها بقوة رأسية $\vec{R}$ شدتها R ثابتة .
نهمل شعاع الكرية أمام الارتفاع H .
يصل مركز القصور G للكرية إلى السطح الحر للسائل اللزج عند اللحظة t_1 بسرعة v_1 .
-1.1 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، عبّر عن R بدلالة V و g و ρ_1 و v_1 و t_1 .
-1.2 باستثمار المنحنى $v = f(t)$ ، احسب قيمة الشدة R .

-2 دراسة حركة الكرية داخل السائل اللزج .

تخضع الكرية أثناء سقوطها داخل السائل اللزج بالإضافة لوزنها إلى :
- دافعة أرخميدس $\vec{F} = -\rho_2.V.g.\vec{i}$ ؛
- قوة احتكاك مائع $\vec{f} = -k.v.\vec{i}$ حيث k ثابتة موجبة .
ننمذج تطور السرعة v لمركز قصور الكرية في النظام العالمي للوحدات بالمعادلة التفاضلية :

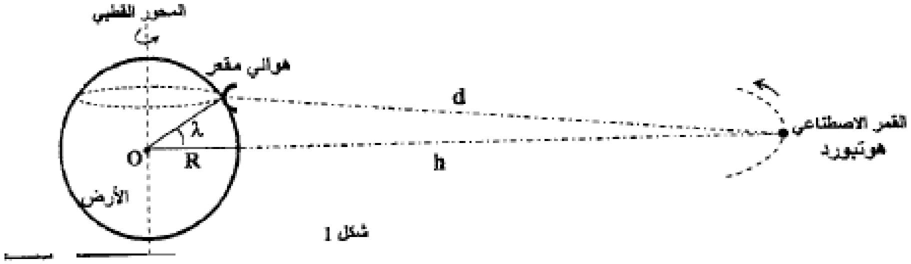
$$\frac{dv}{dt} = 5,2 - 26.v \qquad (1)$$

2.1 – أوجد المعادلة التفاضلية الحرفية التي تحققها السرعة v لمركز قصور الكرية بدلالة معطيات النص .
-2.2 باستعمال هذه المعادلة التفاضلية الحرفية و مبيان الشكل 2 ، تحقق من صحة المعادلة التفاضلية (1) .
-2.3 باستعمال معادلة الأبعاد، حدد بعد الثابتة k . احسب قيمة k .
-2.4 علما أن سرعة مركز قصور الكرية داخل السائل اللزج عند لحظة t_i هي $v_i = 2,38\ ms^{-1}$، أثبت باستعمال طريقة أولير أن تعبير سرعة G عند اللحظة $t_{i+1} = t_i + \Delta t$ هو : $v_{i+1} = (1 - 26.\Delta t).v_i + 5,20.\Delta t$ مع Δt خطوة الحساب . احسب v_{i+1} في حالة $\Delta t = 5,00\ ms$.

التمرين الخامس عشر:

يظهر القمر الاصطناعي هوتبورد « HOTBIRD » ساكنا بالنسبة لملاحظ على سطح الأرض ، و هو يستعمل للاتصالات و الإرسال الإذاعي و التلفزي .

تلتقط الهوائيات المقعرة المثبتة على سطح الأرض و الموجهة نحو القمر هوتبورد الإشارات الواردة منه دون أن تكون هذه الهوائيات مزودة بنظام لتتبع حركة القمر هوتبورد .



شكل 1

معطيات :

- كتلة الأرض : $M = 5{,}98.10^{24}\ kg$ ؛
- شعاع الأرض : $R = 6400\ km$ ؛
- ثابتة التجاذب الكوني : $G = 6{,}67.10^{-11}\ (S.I)$ ؛
- نعتبر أن الأرض كروية الشكل و ذات توزيع كتلي تماثلي ؛
- تنجز الأرض دورة كاملة حول محورها القطبي خلال مدة $T = 23h\ 56min\ 4s$ ؛
- ارتفاع مدار القمر الاصطناعي هوتبورد بالنسبة لسطح الأرض : $h = 36000\ km$.

1- الهوائي المقعر و استقبال الموجات الكهرمغنطيسية

هوائي مقعر مثبت على سطح منزل يوجد على خط العرض $\lambda = 33{,}5°$.

1.1- احسب بالنسبة للمعلم المركزي الأرضي السرعة v_P للهوائي المقعر الذي تعتبره نقطيا .

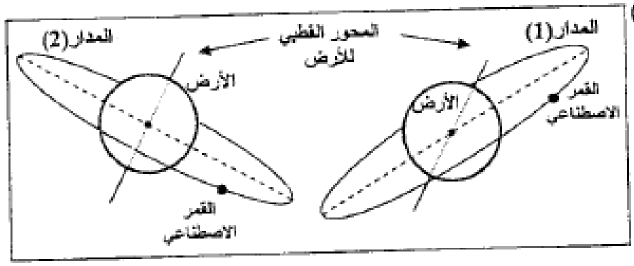
1.2- علل لماذا لا يكون الهوائي المقعر في حاجة إلى نظام لتتبع حركة القمر الاصطناعي هوتبورد ؟

2- دراسة حركة القمر الاصطناعي هوتبورد

نماثل القمر الاصطناعي هوتبورد بنقطة مادية كتلتها m_S .

2.1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، أثبت تعبير السرعة v_s للقمر هوتبورد على مداره بدلالة G و M و R و h .
احسب v_s.

2.2- نعتبر مدارين افتراضيين (1) و (2) لقمر اصطناعي في حركة دائرية منتظمة كما يبين الشكل (2).
اختر الجواب الصحيح معللا الجواب .
المدار الذي يوافق القمر الاصطناعي هوتبورد هو :
أ- المدار (1) .
ب- المدار (2) .



التمرين السادس عشر:

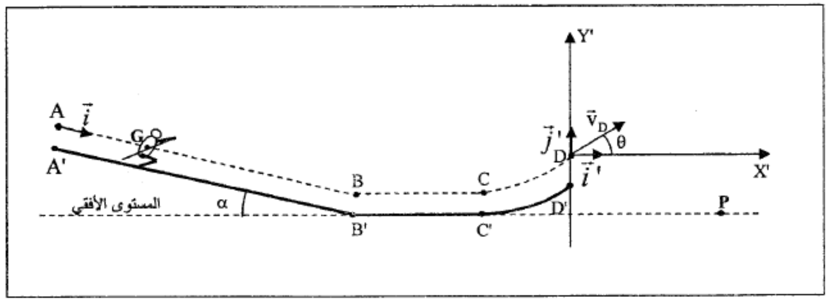
دراسة حركة رياضي في مجال الثقالة المنتظم

تعتبر رياضة التزحلق على الجليد من الرياضات الشتوية الأكثر انتشارا في المناطق الجبلية، حيث يسعى ممارسوا هذه الرياضة إلى تحقيق نتائج إيجابية وتحطيم أرقام قياسية.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة رياضي يمارس التزحلق على الجليد على مسارات مختلفة .

تتكون حلبة التزحلق الممثلة في الشكل أسفله من ثلاثة أجزاء :

- جزء A'B' مستقيمي طوله $A'B' = 82{,}7\ m$ مائل بالزاوية $\alpha = 14°$ بالنسبة للمستوى الأفقي.
- جزء B'C' مستقيمي أفقي طوله $L= 100\ m$.
- جزء C'D' دائري .



ننمذج الرياضي ولوازمه بجسم صلب (S) كتلته $m = 65\ kg$ ومركزقصوره G، ونأخذ $g = 10\ m.s^{-2}$.

يمر G أثناء حركته من المواضع A و B وC و D المبينة في الشكل، حيث A'B'=AB و B'C'=BC .

1. دراسة الحركة على الجزء A'B'

عند اللحظة t=0 ، ينطلق G من الموضع A بدون سرعة بدئية ، فينزلق الجسم (S) بدون احتكاك على الجزء A'B' .

نمعلم موضع G عند لحظة t بالأفصول x في المعلم $(A,\vec{i})$ ونعتبر أن $x_G = 0$ عند t=0 .

1.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، أوجد تعبير التسارع a_G لحركة G بدلالة g و α. **(0,75 ن)**

1.2. حدد معللا جوابك طبيعة حركة G على هذا الجزء . **(0,25 ن)**

1.3. اعتمادا على المعادلات الزمنية للحركة ، أوجد القيمة v_B لسرعة G عند مروره من الموضع B . **(0,75 ن)**

2. دراسة الحركة على الجزء B'C'

يواصل الجسم (S) حركته على الجزء B'C' حيث يخضع لاحتكاك ننمذجه بقوة $\vec{f}$ ثابتة و مماسة للمسار ومعاكسة لمنحى الحركة.

نعتبر أن قيمة سرعة G في الموضع B لا تتغير عند انتقال الجسم (S) من المستوى المائل إلى المستوى الأفقي.

لدراسة حركة G على هذ الجزء ، نختار معلما أفقيا أصله منطبق مع النقطة B واللحظة التي يمر فيها G بهذه النقطة أصلا جديدا للتواريخ .

2.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، حدد طبيعة حركة G على المسار BC . **(0,5 ن)**

2.2. أوجد تعبير الشدة f لقوة الاحتكاك بدلالة m و L و v_B و v_C سرعة G عند مروره من الموضع C ثم أحسب f . نعطي : $v_C = 12\ m.s^{-1}$. (1 ن)

3. دراسة الحركة في مجال الثقالة المنتظم

عند مغادرة الجسم (S) الحلبة ، يمر G من الموضع D عند لحظة نعتبرها أصلا جديدا للتواريخ، بسرعة $\vec{v}_D$ تكوّن الزاوية $\theta = 45°$ مع المستوى الأفقي ، فيسقط الجسم (S) في موضع P .

ندرس حركة G في المعلم الغاليلي $(D,\vec{i}',\vec{j}')$ ونهمل تأثير الهواء أثناء الحركة.

3.1. أوجد التعبير الحرفي للمعادلتين الزمنيتين x(t) وy(t) لحركة G واستنتج التعبير الحرفي لمعادلة المسار. **(1,25 ن)**

3.2. حدد v_D سرعة G عند مغادرته الموضع D، علما أن إحداثيتي G لما يكون الجسم (S) في الموضع P هما $x_G = 15m$ و $y_G = -5m$. **(1 ن)**

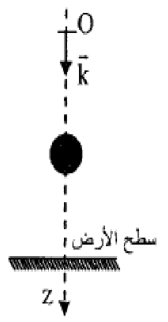
التمرين السابع عشر:

يعتبر إسحاق نيوتن أول من ربط علاقات بين القوى المطبقة على جسم متحرك وطبيعة حركة مركز قصوره.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة السقوط الرأسي الحر لكرية وحركة المجموعة المتذبذبة {كرية ــ نابض}.

معطيات: جميع الاحتكاكات مهملة ؛ كتلة الكرية $m = 0,05kg$ ؛ $g = 10\,m.s^{-2}$.

1. السقوط الرأسي الحر لكرية حديدية



الشكل 1

عند اللحظة (t=0) ، نحرر بدون سرعة بدئية من موضع O يوجد على ارتفاع من سطح الأرض، كرية حديدية متجانسة كتلتها m. ندرس حركة الكرية في معلم $(O,\vec{k})$ مرتبط بالأرض (الشكل 1).

1.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها z_G أنسوب G مركز قصور الكرية في المعلم $(O,\vec{k})$.

2.1. استنتج طبيعة حركة G.

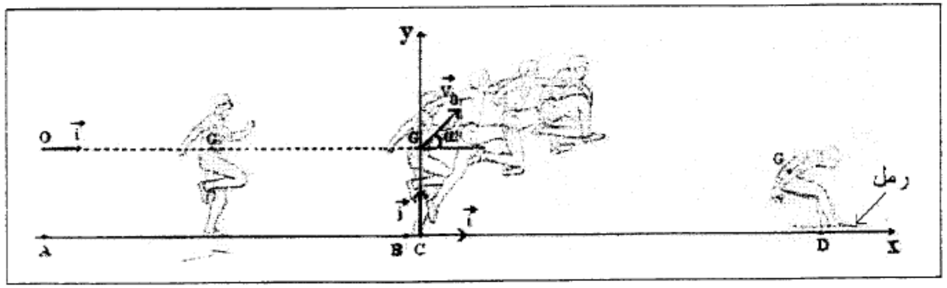
3.1. أكتب المعادلة الزمنية $z_G(t)$ لحركة G.

4.1. أحسب قيمة v_G سرعة G عند اللحظة $t = 2\ s$.

التمرين الثامن عشر:

اعتبر القفز الطولي رياضة من رياضات الألعاب الأولمبية ابتداء من سنة 1896، وهو يعتمد على القفز لأطول مسافة انطلاقا من منطقة مُعلمة. الرقم القياسي الحالي هو 8,95m وحطم سنة 1991 بطوكيو من طرف الأمريكي ميك بويل. لتحقيق قفزة جيدة، يجب على المتسابق أن يجري في مسار مستقيمي AB حتى يصل إلى المنطقة المُعلمة BC ليقفز بأكبر سرعة ممكنة في الهواء. يُحتسب طول القفزة بين الموضع C ونقطة تماس المتسابق بالرمل.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة مرحلتي القفز الطولي لمتسابق (الشكل أسفله).



معطيات:

– جميع الاحتكاكات مهملة خلال المرحلتين؛

– $AB = 40\ m$.

1. مرحلة السباق الحماسي

عند اللحظة t=0، ينطلق متسابق بدون سرعة بدئية من الموضع A نحو الموضع B. نعتبر حركة G مركز قصور المتسابق مستقيمية متسارعة بانتظام بين A و B. لدراسة حركة G في هذه المرحلة نختار معلما $(O,\vec{i})$ مرتبط بالأرض، حيث $x_G = x_A = 0$ عند $t = 0$.

1.1. أكتب المعادلة الزمنية لحركة G علما أن قيمة التسارع هي $a_G = 0,2m.s^{-2}$.

2.1. أحسب قيمة t_1 لحظة وصول المتسابق إلى B.

3.1. استنتج قيمة v_G سرعة G عند اللحظة t_1 .

2. مرحلة القفز

عند وصول المتسابق إلى المنطقة المُعلمة، يقفز من الموضع C، في لحظة نعتبرها أصلا جديدا للتواريخ (t=0)، بسرعة بدئية $\vec{v}_0$ تكون الزاوية α مع الخط الأفقي المار من G، وذلك لتحقيق أحسن قفز طولي ممكن.

ندرس الحركة المستوية لمركز القصور G في المعلم المتعامد الممنّظم $(C,\vec{i},\vec{j})$ (انظر الشكل السابق).

معطيات: $\alpha = 30°$ ؛ $v_0 = 7m.s^{-1}$ ؛ h= CG

1.2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أثبت المعادلتين التفاضليتين اللتين تحققهما v_x و v_y إحداثيتي متجهة السرعة $\vec{v}_G$ في المعلم $(C,\vec{i},\vec{j})$.

2.2. أوجد التعبير الحرفي للمعادلتين الزمنيتين x(t) وy(t) لحركة مركز القصور G.

3.2. حدد، معللا جوابك، طبيعة مسار حركة G.

4.2. أحسب قيمة سرعة G عند قمة المسار.

5.2. تلمس رجل المتسابق الرمل عند الموضع D في اللحظة $t_D = 1s$ حيث يكون أفصول G هو x_G. أوجد قيمة x_D طول القفزة المنجزة من طرف المتسابق علما أن $x_D - x_G = 0,70m$.

التمرين التاسع عشر:

بعد مدة وجيزة من قفزه من طائرة يفتح المظلي مظلته لكبح حركته ، الشيء الذي يمكنه من الوصول إلى سطح الأرض بسلام.
يهدف هذا الجزء إلى دراسة الحركة الرأسية لمظلي بعد فتح مظلته .

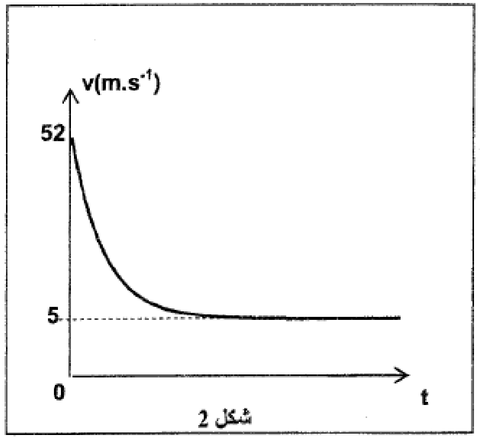
معطيات : - كتلة المظلي و لوازمه : $m=100kg$؛
- نعتبر تسارع الثقالة ثابت : $g = 9,8\ m.s^{-2}$.

يقفز مظلي مصحوبا بلوازمه بسرعة بدئية مهملة من طائرة مروحية متوقفة على ارتفاع h من سطح الأرض.
يفتح المظلي مظلته عندما تبلغ سرعته $52\ m.s^{-1}$ عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ، فتأخذ المجموعة (S) المكوّنة من المظلي و لوازمه حركة إزاحة رأسية .

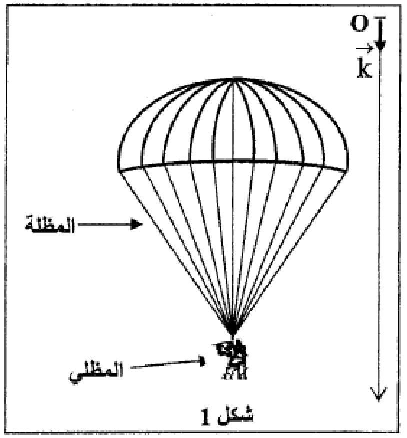
ندرس حركة المجموعة (S) في معلم $(O,\vec{k})$ ، نعتبره غاليليا، مرتبط بالأرض، رأسي وموجه نحو الأسفل (الشكل 1).

يطبق الهواء على المجموعة (S) قوة نمذجها بقوة احتكاك شدتها $f = k.v^2$ حيث k ثابتة و v سرعة المظلي . نهمل دافعة أرخميدس المطبقة من طرف الهواء .

يمثل منحنى الشكل 2 تغيرات السرعة v بدلالة الزمن بعد فتح المظلة.



شكل 2



شكل 1

1- بيّن أن المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة v تكتب على شكل $\frac{dv}{dt} = g.(1-\frac{v^2}{\alpha^2})$ محددا تعبير الثابتة α بدلالة m و g و k .

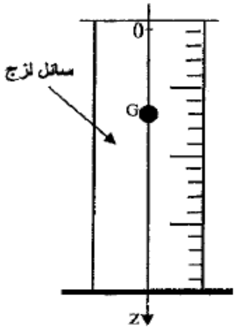
2- اختر الجواب الصحيح مع التعليل :
يمثل المقدار α:
(أ) سرعة المجموعة (S) عند اللحظة t=0.
(ب) تسارع حركة المجموعة (S) عند اللحظة t=0.
(ج) السرعة الحدية للمجموعة (S) .
(د) تسارع حركة المجموعة (S) في النظام الدائم.

3- حدد قيمة α . استنتج قيمة k محددا وحدتها في النظام العالمي للوحدات .

4- لخط المنحنى v=f(t) الممثل في الشكل 2 ، يمكن استعمال طريقة أولير بخطوة حساب Δt .
لتكن v_n سرعة المظلي عند اللحظة t_n و v_{n+1} سرعته عند اللحظة $t_{n+1} = t_n + \Delta t$ حيث :
$v_{n+1} = -7,84.10^{-2}.v_n^2 + v_n + 1,96$ مع v_n و v_{n+1} بـ $(m.s^{-1})$.
حدد خطوة الحساب Δt .

التمرين العشرون:

تُمكّن دراسة سقوط جسم صلب متجانس في سائل لزج من تحديد بعض المقادير الحركية ولزوجة السائل المستعمل.



الشكل 1

نملأ أنبوبا مدرجا بسائل لزج وشفاف كتلته الحجمية ρ ثم نُسقط فيه كرية متجانسة كتلتها m ومركز قصورها G بدون سرعة بدئية عند اللحظة t=0.
ندرس حركة G بالنسبة لمعلم أرضي نعتبره غاليليا

نعلم موضع G عند لحظة t بالأنسوب z على محور $\overrightarrow{Oz}$ رأسي موجّه نحو الأسفل (الشكل1).

نعتبر أن موضع G منطبق مع أصل المحور $\overrightarrow{Oz}$ عند أصل التواريخ وأن دافعة أرخميدس $\vec{F}$ غير مهملة بالنسبة لباقي القوى المطبقة على الكرية.

ننمذج تأثير السائل على الكرية أثناء الحركة بقوة احتكاك $\vec{f} = -k\vec{v}_G$ ، حيث $\vec{v}_G$ متجهة سرعة G عند لحظة t و k معامل ثابت موجب .

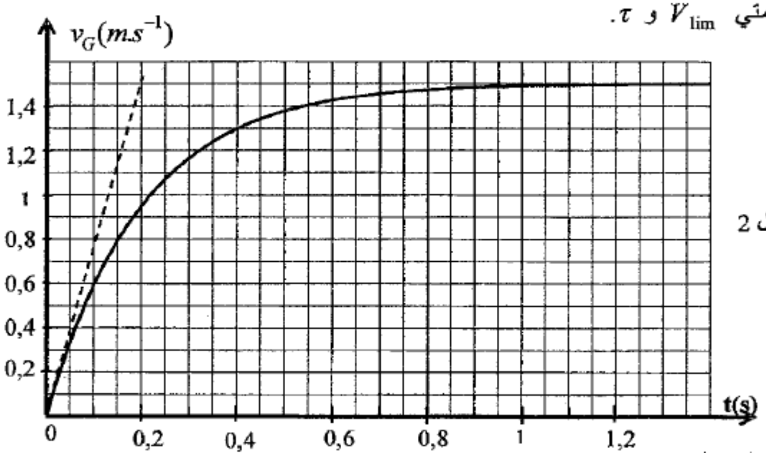
المعطيات :
- شعاع الكرية : $r = 6,00.10^{-3} m$ ؛
- كتلة الكرية : $m = 4,10.10^{-3}\ kg$.
نذكر أن شدة دافعة أرخميدس تساوي شدة وزن الحجم المزاح للسائل.

1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بيّن أن المعادلة التفاضلية لحركة G تكتب على الشكل $\frac{dv_G}{dt} + A.v_G = B$ محدّدا تعبير A بدلالة k و m وتعبير B بدلالة شدة الثقالة g و m و ρ و V حجم الكرية.

2- تحقق أن التعبير $v_G(t) = \frac{B}{A}(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ حل للمعادلة التفاضلية ، حيث $\tau = \frac{1}{A}$ الزمن المميز للحركة .

3- اكتب تعبير السرعة الحدية $V_{\lim}$ لمركز قصور الكرية بدلالة A و B .

4- نحصل بواسطة عدة معلوماتية ملائمة على منحنى الشكل 2 ، الذي يمثل تغير السرعة v_G بدلالة الزمن ؛ حدد مبيانيا قيمتي $V_{\lim}$ و τ.



الشكل 2

5- أوجد قيمة المعامل k .

6- يتغير المعامل k مع شعاع الكرية و معامل اللزوجة η للسائل وفق العلاقة التالية : $k = 6\pi\eta r$.
حدد قيمة η للسائل المستعمل في هذه التجربة .

7- تكتب المعادلة التفاضلية لحركة G كالتالي : $\frac{dv_G}{dt} = 7{,}57 - 5\ v_G$ ؛ باعتماد طريقة أولير ومعطيات الجدول أوجد قيمتي a_1 و v_2 .

t (s)	v ($m.s^{-1}$)	a ($m.s^{-2}$)
0	0	7,57
0,033	0,25	a_1
0,066	v_2	5,27

التمرين الحادي والعشرين:

يعتبر كوكب المشتري (Jupiter) أكبر كواكب المجموعة الشمسية ، ويمثل لوحده عالما مصغرا داخل هذه المجموعة، حيث يدور في فلكه حوالي ستة و ستون قمرا طبيعيا.
يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة المشتري حول الشمس وتحديد بعض المقادير الفيزيائية المميزة له.

المعطيات :

- كتلة الشمس : $M_S = 2.10^{30} kg$ ؛
- ثابتة التجاذب الكوني : $G = 6{,}67.10^{-11}$ (SI) ؛
- دور حركة المشتري حول الشمس : $T_J = 3{,}74.10^{8}\ s$.

نعتبر أن للشمس وللمشتري تماثلا كرويا لتوزيع الكتلة ونرمز لكتلة المشتري بالرمز M_J.
نهمل أبعاد كوكب المشتري أمام المسافة الفاصلة بينه وبين مركز الشمس ، كما نهمل جميع القوى الأخرى المطبقة عليه أمام قوة التجاذب الكوني بينه وبين الشمس .

1- تحديد شعاع مسار حركة المشتري وسرعته

نعتبر أن حركة كوكب المشتري في المرجع المركزي الشمسي دائرية شعاع مسارها r .

1.1- اكتب تعبير شدة قوة التجاذب الكوني بين الشمس والمشتري بدلالة M_J و M_S و G و r .

1.2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن:

1.2.1- اكتب إحداثيتي متجهة التسارع في أساس فريني ، واستنتج أن حركة المشتري حركة دائرية منتظمة .

1.2.2- بيّن أن القانون الثالث لكيبلر يكتب كما يلي $\frac{T_J^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G.M_S}$.

1.3- تحقق أن $r \approx 7{,}8.10^{11}\ m$.

1.4- أوجد قيمة السرعة v للمشتري خلال دورانه حول الشمس .

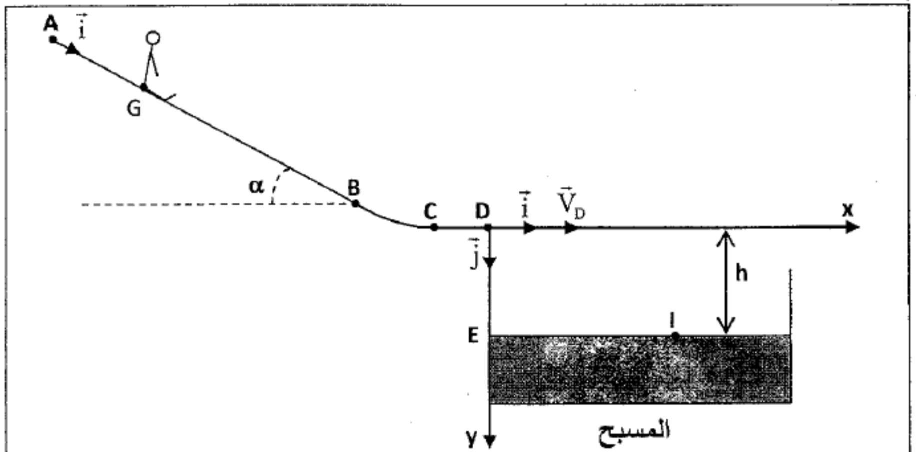
2- تحديد كتلة المشتري

نعتبر أن القمر "إيو" Io ، أحد أقمار كوكب المشتري التي اكتشفها العالم غاليلي ، يوجد في حركة دائرية منتظمة حول مركز المشتري شعاعها $r' = 4{,}2.10^{8}\ m$ و دورها $T_{Io} = 1{,}77\ jours$.
نهمل أبعاد "إيو" أمام باقي الأبعاد كما نهمل جميع القوى الأخرى المطبقة عليه أمام قوة التجاذب الكوني بينه وبين المشتري .
بدراسة حركة القمر "إيو" في مرجع أصله منطبق مع مركز المشتري الذي نعتبره غاليليا ، حدد الكتلة M_J للمشتري .

التمرين الثاني والعشرين:

من بين الألعاب التي تجلب اهتمام الصغار والكبار التزحلق فوق مزلقة مسبح (Toboggan) لتحقيق أفضل سقوط في ماء المسبح بعد مغادرة المزلقة.
يهدف هذا التمرين إلى تحديد بعض المقادير الحركية والتحريكية المميزة لحركة G مركز قصور طفل فوق جزء من مزلقة مسبح وبعد مغادرته لها.

ينزلق طفل مركز قصوره G وكتلته m فوق مزلقة مسبح مكونة من جزء AB مستقيمي مائل بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي وجزء BC دائري وجزء CD مستقيمي وأفقي يوجد على الارتفاع h من سطح ماء المسبح (الشكل 1).



الشكل 1

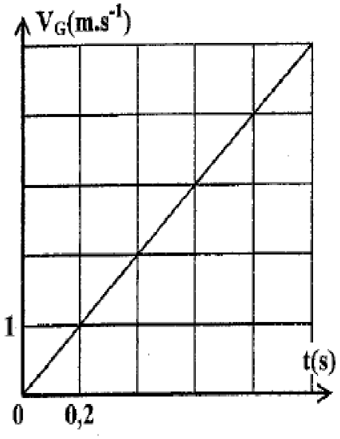
المعطيات:

جميع الاحتكاكات مهملة ؛ $g = 10\ m.s^{-2}$ ؛ $AB = 10\ m$ ؛ $DE = h = 1{,}8\ m$

1. دراسة حركة مركز قصور الطفل على الجزء AB من المزلقة

ينطلق الطفل عند اللحظة $t=0$ بدون سرعة بدئية من الموضع A، فينزلق على الجزء AB. لدراسة حركة G، نختار معلما $(A,\vec{i})$ مرتبطا بالأرض حيث $x_G = x_A = 0$ عند $(t=0)$.

1.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أثبت أن المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول x_G لمركز قصور الطفل تكتب كما يلي: $\frac{d^2x_G}{dt^2} = g.\sin\alpha$. استنتج طبيعة حركة G.



الشكل 2

2.1. بعد تصوير حركة الطفل بواسطة كاميرا رقمية ومعالجة المعطيات بواسطة برنام مناسب تم الحصول على مخطط السرعة لمركز القصور G والممثل في الشكل2.

أ. أوجد مبيانيا قيمة التسارع a_G.

ب. حدد قيمة المدة الزمنية التي قطع فيها الطفل الجزء AB.

2. دراسة حركة مركز قصور الطفل في مجال الثقالة المنتظم

يغادر مركز قصور الطفل المزلقة في الموضع D بسرعة أفقية $\vec{V}_D$ منظمها $V_D = 11\,m.s^{-1}$ عند لحظة نعتبرها أصلا جديدا للتواريخ $(t=0)$ ليسقط في ماء المسبح. لدراسة حركة G نختار معلما متعامدا ممنظما $(D,\vec{i},\vec{j})$ (الشكل 1).

1.2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد التعبير الحرفي للمعادلتين الزمنيتين $x(t)$ و $y(t)$ لحركة مركز القصور G. استنتج التعبير الحرفي لمعادلة مسار حركة G.

2.2. يصل G إلى سطح الماء في الموضع I بالسرعة $\vec{V}_I$.

أ. تحقق أن قيمة لحظة وصول G إلى I هي $t_I = 0{,}6\,s$.

ب. أحسب قيمة V_I.

ج. حدد قيمة x_I أفصول النقطة I.

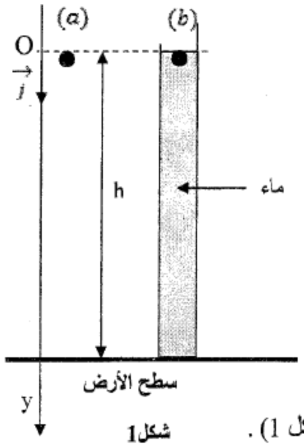
3.2. يصل طفل آخر كتلته m' حيث m')m$ إلى الموضع D بنفس السرعة $\vec{V}_D$ التي وصل بها الطفل الأول.

هل تتغير قيمة x_I؟ علل جوابك.

التمرين الثالث والعشرين:

الجزء الأول (3,25 نقطة) : من السقوط الحر إلى السقوط باحتكاك

افترض نيوتن (Newton) أن لجميع الأجسام نفس حركة السقوط أيا كانت كتلتها. للتحقق من هذه الفرضية أنجز تجربة في أنبوب فارغ باستعمال أجسام لها كتل وأشكال مختلفة، واستنتج أن القوى الناتجة عن الموائع هي سبب اختلاف سرعات سقوط الأجسام نحو الأرض.



شكل1

أراد أحمد ومريم أن ينجزا تجربة للتحقق من استنتاج نيوتن ، ولهذا استعملا كريتين من الزجاج (a) و (b) لهما نفس الحجم V ونفس الكتلة m .

حررا الكريتين عند نفس اللحظة $t = 0$ بدون سرعة بدئية من نفس الارتفاع h عن سطح الأرض (شكل1).

- حرر أحمد الكرية (a) في الهواء ؛
- حررت مريم الكرية (b) في أنبوب شفاف رأسي به ماء ارتفاعه h (شكل 1) .

بواسطة جهاز ملائم حصل أحمد ومريم على النتائج التالية:

- تصل الكرية (a) إلى سطح الأرض عند اللحظة $t_a = 0{,}41\,s$ ؛
- تصل الكرية (b) إلى سطح الأرض عند اللحظة $t_b = 1{,}1\,s$.

معطيات:

تسارع الثقالة : $g = 9{,}80\,m.s^{-2}$ ؛ الكتلة الحجمية للماء $\rho = 1000\,kg.m^{-3}$ ؛ $V = 2{,}57.10^{-6}\,m^3$ ؛ $m = 6{,}0.10^{-3}\,kg$

نعتبر أن الكرية (a) تخضع أثناء سقوطها في الهواء إلى وزنها فقط .

تخضع الكرية (b) أثناء سقوطها في الماء إلى :

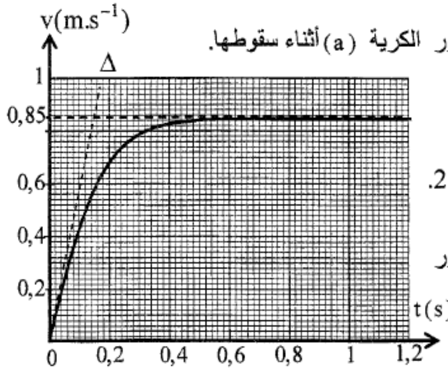
- وزنها شدته : $P = m.g$ ؛
- دافعة أرخميدس شدتها : $F_A = \rho.g.V$.
- قوة الاحتكاك المائع شدتها : $f = K.v^2$ ، حيث K ثابتة موجبة و v سرعة مركز قصور الكرية .

1- دراسة حركة الكرية (a) في الهواء

0,25 **1.1-** أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها سرعة مركز قصور الكرية (a) أثناء سقوطها.

0,5 **1.2-** احسب قيمة الارتفاع h .

2. دراسة حركة الكرية (b) في الماء .



شكل 2

بواسطة جهاز ملائم سجلت مريم تطور سرعة الكرية (b) خلال الزمن ؛ فحصلت على المبيان الممثل في الشكل 2.

يمثل (Δ) المماس للمنحنى $v = f(t)$ عند اللحظة $t = 0$.

0,5 **2.1-** أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها سرعة مركز قصور الكرية (b) أثناء السقوط في الماء بدلالة معطيات النص.

0,75 **2.2-** اعتمادا على مبيان شكل 2 حدد قيمة الثابتة K .

0,5 **2.3-** احسب القيمة النظرية a_{th} لتسارع مركز قصور الكرية (b) عند اللحظة $t = 0$.

تحقق أن قيمة a_{th} تتوافق مع القيمة التجريبية a_{exp} لتسارع مركز قصور الكرية (b) عند اللحظة $t = 0$.

3- الفرق بين مدتي السقوط .

أعاد أحمد ومريم تجربتيها في نفس الظروف السابقة، لكن في هذه الحالة كان ارتفاع الماء في الأنبوب هو $H=2h$.

حرر أحمد ومريم الكريتين (a) و (b) بدون سرعة بدئية عند نفس اللحظة $t=0$ من نفس الارتفاع $H=2h$.

3.1- عبر عن المدة الزمنية Δt الفاصلة بين لحظتي وصول الكريتين إلى سطح الأرض بدلالة t_a و t_b و h و v_ℓ السرعة الحدية لحركة الكرية (b). 0,5

3.2- احسب Δt. 0,25

الجزء الثاني (2,5 نقطة) : من المدار الدائري المنخفض إلى المدار الدائري المرتفع

وضع جوهانس كيبلر (1571م – 1630 م) القوانين الثلاثة التي تمكن من وصف حركة الكواكب والأقمار الطبيعية . تخضع كذلك حركة الأقمار الاصطناعية حول الأرض خارج الغلاف الجوي إلى قوانين كيبلر .

يتم إنجاز انتقال قمر اصطناعي أرضي (S) على مدار دائري منخفض شعاعه r_1 نحو مدار دائري مرتفع شعاعه r_2 مرورا بمدار إهليلجي مماس للمدارين الدائريين كما يبين الشكل 3 . يكون المركز O للأرض إحدى بؤرتي المدار الإهليلجي .

معطيات :

$r_1=6700km$ ؛ $r_2=42200km$ ؛ ثابتة التجاذب الكوني: $G=6,67.10^{-11}S.I$

كتلة الأرض : $M_T=6,0.10^{24}kg$ ؛ نذكر بخاصية إهليلج بؤرتاه O و O' و نصف محوره الكبير a :

$OM+O'M=2a$ مع M نقطة من الإهليلج .

نعتبر القمر الاصطناعي (S) نقطيا ويخضع فقط لجاذبية الأرض و أن الأرض تنجز دورة كاملة حول محور دورانها خلال 24 ساعة . ندرس حركة (S) في المرجع المركزي الأرضي .

1- باستعمال معادلة الأبعاد حدد بعد الثابتة G. 0,5

2- نرمز بـ T_1 لدور حركة القمر (S) على المدار المنخفض و بـ T_2 لدور حركة (S) على المدار المرتفع . 1

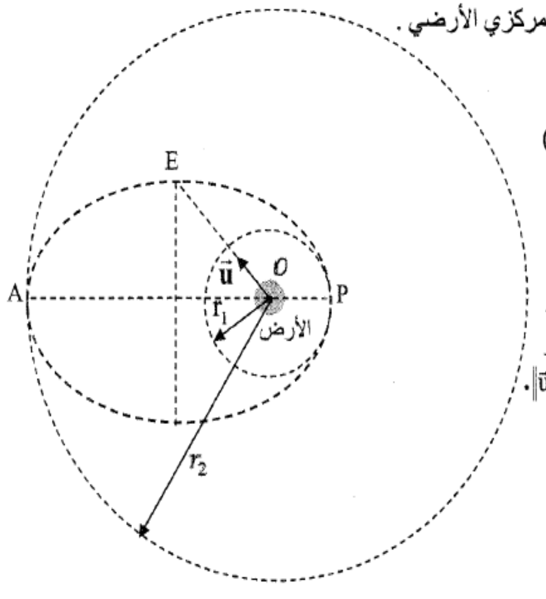
عبر عن T_1 بدلالة r_1 و r_2 و T_2 .

احسب قيمة T_1 بالساعة (h) علما أن (S) ساكن بالنسبة للأرض على المدار المرتفع .

3- نعتبر النقطة E التي تنتمي إلى المحور الصغير للإهليلج و المعرفة بـ $\vec{OE}=OE.\vec{u}$ حيث $\|\vec{u}\|=1$. 1

أعط تعبير متجهة التسارع $\vec{a}_S$ للقمر (S) عند E بدلالة G و M_T و OE .

احسب قيمة $\|\vec{a}_S\|$ عند النقطة E .



شكل 3

التمرين الرابع والعشرين:

الجزء الأول : دراسة حركة مركز قصور كرة (3,75 نقط)

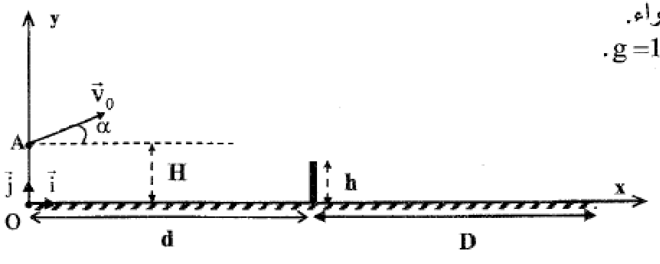
قام أحد التلاميذ ، خلال مباراة في الكرة الطائرة ، بتصوير شريط فيديولحركة الكرة ابتداء من لحظة إنجاز إرسال (service) من موضع A على ارتفاع H من سطح الأرض . يوجد اللاعب الذي أنجز الإرسال على مسافة d من الشبكة . (أنظر الشكل 1)

ليكون الإرسال مقبولا ، يجب على الكرة تحقيق الشرطين التاليين معا :

- أن تمر من فوق الشبكة التي يوجد طرفها العلوي على ارتفاع h من سطح الأرض .
- أن تسقط في مجال الخصم الذي طوله D .

معطيات:

- نهمل أبعاد الكرة وتأثير الهواء.
- نأخذ شدة الثقالة : $g=10\,m.s^{-2}$.
- $H=2,60\,m$.
- $d=D=9\,m$.
- $h=2,50\,m$.



الشكل 1

ندرس حركة الكرة في معلم متعامد وممنظم $(O;\vec{i},\vec{j})$ مرتبط بالأرض والذي نعتبره غاليليا .

تكون الكرة ، عند أصل التواريخ ، منطبقة مع النقطة A .

تُكوّن متجهة السرعة البدئية $\vec{V}_0$ زاوية α مع الخط الأفقي (الشكل 1).

بعد معالجة الشريط المصوّر بواسطة برنم مناسب ، تم الحصول على المنحنيين الممثلين في الشكل 2.

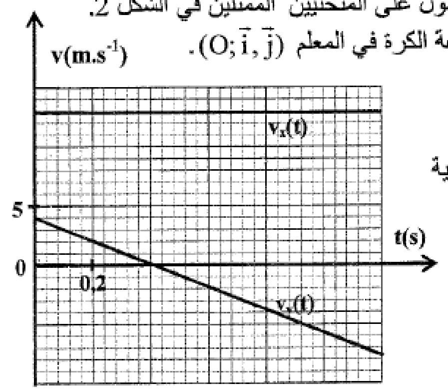
يمثل المنحنيان $v_x(t)$ و $v_y(t)$ تغيرات إحداثيتي متجهة سرعة الكرة في المعلم $(O;\vec{i},\vec{j})$.

1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، أثبت تعبير $v_x(t)$ بدلالة V_0 و α وتعبير $v_y(t)$ بدلالة V_0 و α و g و t .

2- باستغلال المنحنيين (الشكل 2) ، بيّن أن قيمة السرعة البدئية هي $V_0\approx13,6\,m.s^{-1}$ وأن الزاوية α هي $\alpha\approx17°$.

3- أوجد معادلة مسار G في المعلم $(O;\vec{i},\vec{j})$.

4- علما أنه لم يعترض الكرة أي لاعب ، هل حققت الكرة الشرطين اللازمين لقبول الإرسال ؟ علل الجواب .



التمرين الخامس والعشرين:

نصادف في حياتنا اليومية حركات مستقيمية تختلف طبيعتها حسب نوعية التأثيرات الميكانيكية، ويسمح تطبيق قوانين نيوتن بتحديد طبيعة هذه الحركات ومميزات بعض المقادير المرتبطة بها.

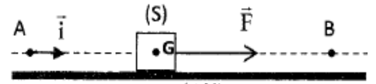
يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة جسم صلب في حالتين، حيث يخضع في الحالة الأولى إلى قوة ثابتة ويخضع في الحالة الثانية إلى قوة ارتداد.

1. الحالة الأولى: دراسة حركة إزاحة جسم صلب فوق مستوى أفقي

نضع جسما صلبا (S) مركز قصوره G وكتلته m فوق مستوى أفقي، ونطبق عليه بواسطة خيط قوة $\vec{F}$ ثابتة أفقية منحاها هو منحى الحركة. لدراسة حركة G نختار معلما $(A,\vec{i})$ مرتبطا بالأرض، ونعتبر لحظة انطلاق G من A بدون سرعة بدئية أصلا للتواريخ $(t=0)$. يمر G من الموضع B في اللحظة t_B بالسرعة $\vec{v}_B$ (الشكل 1).

المعطيات:

- نهمل جميع الاحتكاكات؛
- $v_B = 2\,m.s^{-1}$ ؛ $t_B = 2\,s$ ؛ $m = 0{,}25\,kg$



الشكل 1

1.1 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أثبت أن المعادلة التفاضلية التي يحققها x_G أفصول G في المعلم $(A,\vec{i})$ هي: $\frac{d^2x_G}{dt^2} = \frac{F}{m}$.

استنتج طبيعة حركة G.

2.1 أوجد التعبير العددي لمتجهة التسارع $\vec{a}_1$ لحركة G.

3.1 أحسب شدة القوة $\vec{F}$.

التمرين السادس والعشرين:

تستأثر عدد من الرياضات الجماعية ككرة القدم والكرة المستطيلة وكرة السلة... بتتبع الملايين من المتفرجين عبر العالم، وتشكل ضربات الجزاء فرصا حقيقية لتسجيل الأهداف حيث تلعب الشروط البدئية دورا أساسيا في ذلك.

يتكون مرمى ملعب الكرة المستطيلة من عارضتين رأسيتين متوازيتين وعارضة أفقية توجد على علو h من سطح الأرض (الشكل 1 - الصفحة 6/6).

يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة G مركز قصور كرة مستطيلة في مجال الثقالة المنتظم، وتعرف تأثير الشروط البدئية على تسجيل ضربة الجزاء.

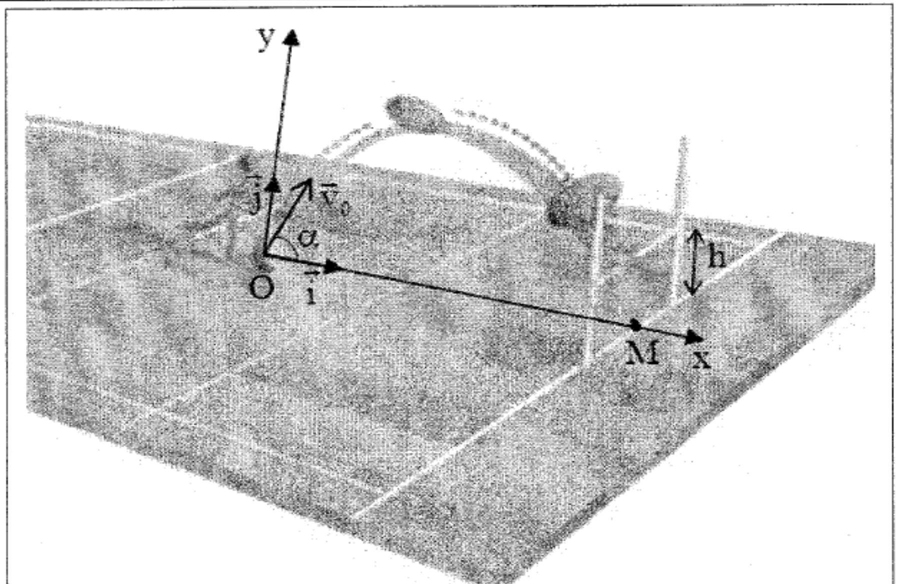
خلال حصة تدريبية لفريق على تسديد ضربات الجزاء، نفذ لاعب ضربة جزاء من موضع O يوجد على المسافة OM من خط المرمى في لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ $(t=0)$ بسرعة بدئية $\vec{v}_0$ تكون زاوية α مع المستوى الأفقي.

M هو وسط خط المرمى المحصور بين العارضتين الرأسيتين.

لدراسة حركة مركز القصور G لكرة مستطيلة كتلتها m، نختار معلما متعامدا ممنظما $(O,\vec{i},\vec{j})$ مرتبطا بالأرض (الشكل 1).

المعطيات:

- نهمل تأثير الهواء وجميع الاحتكاكات؛
- $h = 3\,m$ ؛ $OM = 22\,m$ ؛ $g = 10\,m.s^{-2}$.



الشكل 1

1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أثبت المعادلتين التفاضليتين اللتين تحققهما v_x و v_y إحداثيتي متجهة السرعة $\vec{v}_G$ في المعلم $(O,\vec{i},\vec{j})$.

2. أوجد التعبير الحرفي للمعادلتين الزمنيتين $x(t)$ و $y(t)$ لحركة G.

3. استنتج التعبير الحرفي لمعادلة مسار حركة G.

4. بين أن تعبير المدى هو $x_P = \frac{v_0^2.\sin 2\alpha}{g}$.

5. يعتبر الهدف مسجلا عند مرور الكرة فوق العارضة الأفقية وبين العارضتين الرأسيتين.

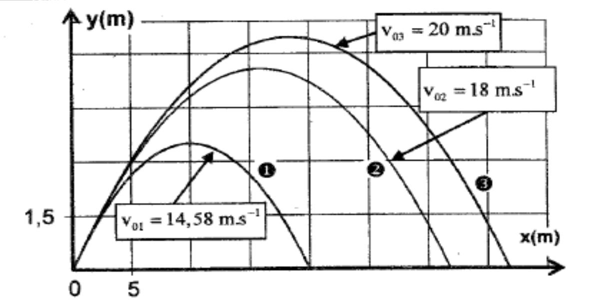
خلال محاولات قذف ضربة الجزاء بنفس الزاوية α_0 وبسرعات بدئية مختلفة لثلاثة لاعبين ❶ و❷ و❸ تم تصوير حركة الكرة. وباستعمال وسائل معلوماتية تم الحصول على وثيقة الشكل (2) الممثلة لمسارات حركة G.

باستغلال معطيات وثيقة الشكل (2):

1.5 حدد من بين اللاعبين من سيتمكن من تسجيل الهدف. علل جوابك.

2.5 ما هو تأثير قيمة السرعة البدئية على مدى وقمة المسار؟

3.5 أوجد قيمة الزاوية α_0.



الشكل 2

ملاحظة: في بعض التمارين نزعت بعض الأجزاء غير المقررة في بكالوريا الجزائر

حظ موفق للجميع BAC 2014