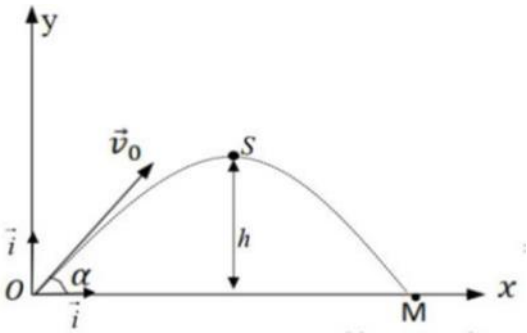
الشُّعب : العلمية والتِّقنية

بكالوريا 2025

السِّلسلة الشَّاملة (تَطَوُّرُ جُمْلَةٍ مِيكَانِيكِيَةٍ)

التِّمرينُ الأوَّلُ :

عند اللحظة $t = 0$، نقذف كرة نعتبرها نقطة مادية كتلتها $m = 200\ g$ من النقطة O بسرعة ابتدائية v_0 يصنع حاملها مع المحور الأفقي (Ox) زاوية α إذ ندرس حركة الكرة في معلم متعامد ومتجانس $(O,\vec{i},\vec{j})$ مرتبط بمرجع سطحي أرضي نعتبرها عطاليا – الشكل 1- (نُهمل تأثيرات الهواء).



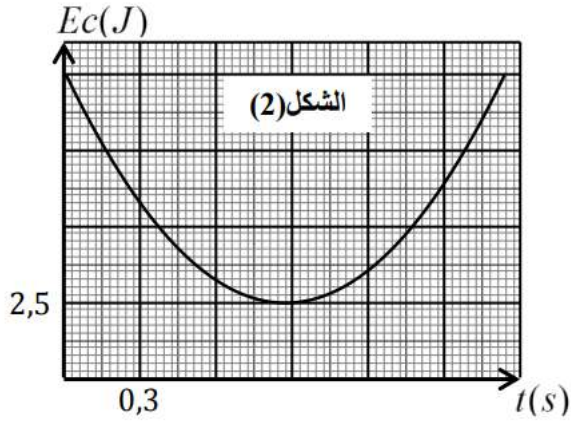
المعطيات : نعتبر المحور الأفقي (Ox) مرجعا لقياس الطاقة الكامنة الثقالية وشِدَّة تسارع الجاذبية الأرضية $g = 10\ m.s^{-2}$

1. أكتب في المعلم $(O,\vec{i},\vec{j})$ العبارة الشعاعية لشعاع السرعة الإبتدائية v_0 بدلالة زاوية القذف α.
2. ذكر بنص القانون الثاني لنيوتن، ثم عبر عنه بمعادلة رياضية.
3. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الكرة أوجد :
   أ- العبارة الشعاعية لشعاع تسارع مركز عطالة الكرة $\vec{a}$ في المعلم $(O,\vec{i},\vec{j})$.
   ب-المعادلتان الزمنيتان اللتان تحققهما السرعتين $v_x(t)$ و $v_y(t)$.
   ت-المعادلتان اللتان تحققهما الاحداثيتين $x(t)$ و $y(t)$، مستنتجا عبارة شعاع الموضع.
4. ذكر بعبارة الطاقة الحركية E_c لمركز عطالة الكرة، ثم بين أنها تكتب من الشكل :

$$E_c(t) = A.t^2 + B.t + C$$

حيث A و B و C ثوابت يطلب تحديد عبارتها.

5. حدد المدلول الفيزيائي للثابت C ثم جد وحدته باستعمال التحليل البعدي.
6. مكنتنا الدراسة التجريبية لحركة مركز عطالة الكرة من رسم المنحنى الممثل لتغيرات الطاقة الحركية لمركز عطالة الكرة بدلالة الزمن من موضع القذف إلى موضع الارتطام M بدلالة الزمن.



اعتمادا على البيان جد قيمة كل من :

- قيمة السرعة الابتدائية $\overrightarrow{v_0}$ لمركز عطالة الكرة.
- زاوية القذف α.
- الزمن t_s الموافق لبلوغ الكرة أقصى ارتفاع وتحقق منه حسابيا.

www.dzexams.com

- زمن الارتطام t_M وتحقق منه حسابيا، وماهي العلاقة التي تربط بين الزمنين؟

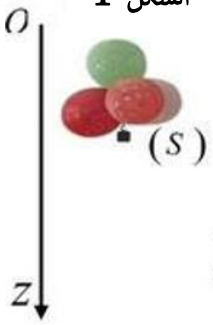
7. مثّل على نفس المعلم، مخططي السرعتين $V_x(t)$ و $V_y(t)$ لحركة الكرة بدلالة الزمن بين موضعي القذف والارتطام M.
8. أحسب أقصى ارتفاع h تبلغه الكرة.
9. ارسم كيفيا على بيان الشكل -2- منحنى تغيرات الطاقة الكامنة الثقالية بدلالة الزمن بين موضعي القذف والارتطام.
10. أنجز مخطط الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم+أرض) بين اللحظتين $t_1 = 0s$ و $t_2 = 0,86\ s$. ثم أكتب معادلة انحفاظ الطاقة الموافقة لذلك.

التّمرينُ الثّاني :

تعتبر دراسة حركة سقوط الأجسام من طرف غاليلي ثم من بعده نيوتن على أنها نقطة الإنطلاق نحو اكتشاف القوانين المفسرة للحركات، فحسب غاليلي "فإن الحركة يمكن أن تتغير حسب طبيعة الوسط الذي تتم فيه"

- يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة سقوط 4 بالونات معلق بها جسم في الهواء :

الشكل 1



من أجل هذا الغرض نقوم بتصوير حركة سقوط الجملة (S) المكونة من (4 بالونات+جسم) كتلتها m_S وحجمها V_S في الهواء بدون سرعة ابتدائية. ننسب حركة الجملة لمرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا مزود بمعلم (Oz) موجه نحو الأسفل. مبدؤه O منطبق على مركز عطالة الجملة لحظة تركها. (أنظر الشكل 1)، تمت معالجة الفيديو بواسطة برنامج $Avistep$ وتحصلنا على التصوير المتعاقب (الشكل 2) خلال مجالات زمنية متعاقبة $\Delta t = 0.2\ s$، بعد حساب السرعات دوننا النتائج في الجدول التّالي :

الموضع	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_9	M_{10}
$t(s)$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
$v(m.s^{-1})$	0	0,60	0,95	...	1,45	1,55	1,60	1,65	...	1,75	1,75

المعطيات:

- شدة حقل الجاذبية الأرضية: $g = 9,8 m.s^{-2}$ - الكتلة الحجمية للهواء: $\rho_{air} = 1,3 kg.m^{-3}$
- كتلة الجملة: $m_S = 22\,g$ - عبارة قوة الاحتكاك: $\vec{f} = -k.v.\vec{j}$ حيث k يمثل معامل الاحتكاك.

I- الدِّرَاسَةُ الحَرَكِيَّةُ :

1- أكمل الجدول وذلك بحساب قيم السرعة اللحظية في المواضع M_3 و M_8.

2- أرسم منحنى تغيرات السرعة v بدلالة الزمن t.

3- استنتج طبيعة حركة مركز عطالة الجملة خلال أطوار الحركة، مع التبرير.

قانون حساب السرعة اللحظية:

$$v_i = \frac{\overline{M_{i-1}M_{i+1}}}{2.\Delta t}$$

$1cm \rightarrow 0,2\,s$
$1cm \rightarrow 0,175\,m/s$

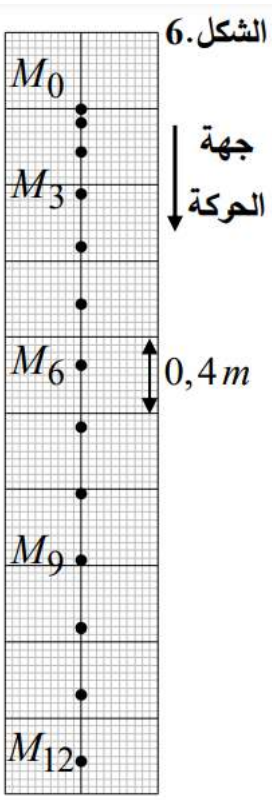
www.dzexams.com

4- حدد قيمة τ الزمن المميز للحركة (باستعمال طريقة المماس).

5- بين أن دافعة أرخميدس غير مهملة.

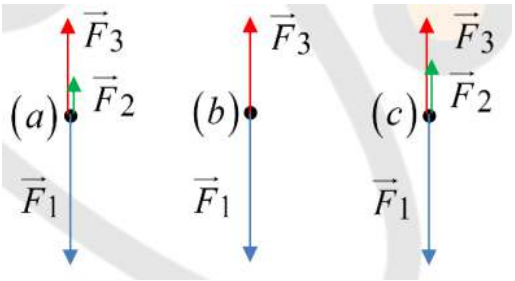
II- الدِّرَاسَةُ المِيكَانِيكِيَّةُ :

قدَّم الأستاذ لتلاميذ القسم وثيقة (الشكل 3) تحتوي على تمثيل القوى المؤثرة على الجملة في أزمنة مختلفة : $t_1 = 0s$ ، $t_2 = 0,6s$ ، $t_3 = 1,8s$.



1- تعرَّف على القوى $\overrightarrow{F_1}$ ، $\overrightarrow{F_2}$ ، $\overrightarrow{F_3}$.

2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الجملة، أثبت أن المعادلة التفاضلية لتطور سرعة مركز عطالة عطالتها تعطى من الشّكل : $\frac{dv}{dt} = A.v + B$ حيث A و B ثابتين يطلب تحديد عبارتيهما.



3- جد عبارة كل من التسارع الابتدائي a_0 و v_{lim} السرعة الحدية.

4- أحسب حجم الجملة V_s.

III- الدِّرَاسَةُ الطَّاقَوِيَّةُ :

1- ذكِّر بنص مبدأ إنحفاظ الطاقة.

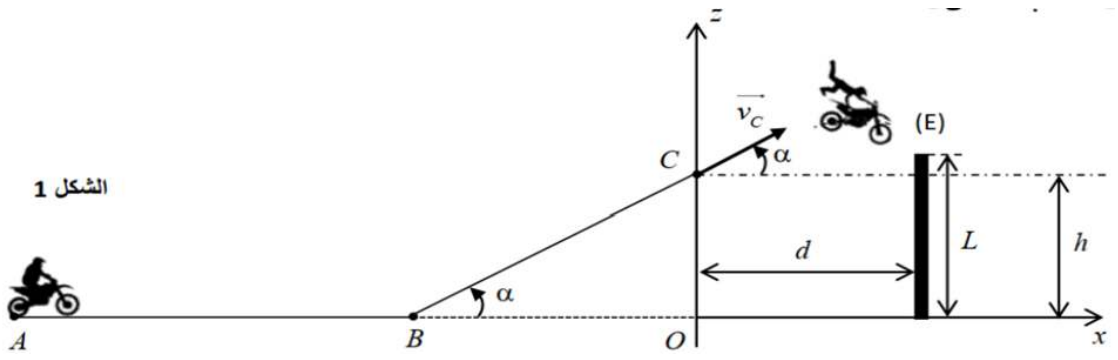
2- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين الموضعين M_8 و M_{12}، أحسب قيمة عمل قوة الاحتكاك.

3- استنتج f شدة قوة الاحتكاك بين الموضعين M_8 و M_{12}.

التَّمْرِينُ الثَّالِثُ :

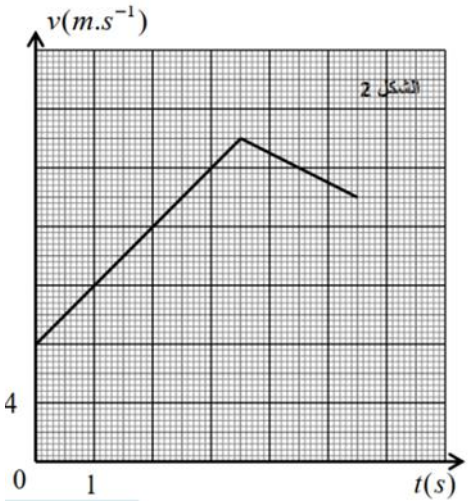
تعتبر رياضة القفز بواسطة الدراجات النارية من الرياضات المشوقة والخطيرة في نفس الوقت. سندرس في هذا التمرين حركة الجملة الميكانيكية (درّاج + دراجة) والتي نعتبرها جسما صلبا كتلته $m = 190Kg$، ونتوصل إلى ما إذا كانت القفزة ناجحة أم لا، لتخطي حاجز طوله $L = 13m$.

تسير الجملة على المسار الأملس الأفقي (AB) وتواصل حركتها على المستوي الخشن المائل (BC) لتغادره عند الموضع حسب الشكل التّالي :



www.dzexams.com

1. تمر الجملة في اللحظة $t = 0$ من الموضع A بسرعة ابتدائية $\overrightarrow{v_A}$ بفعل قوة دفع أفقية للمحرك $\vec{F}$ وموازية للمسار (ABC) شدتها ثابتة. قمنا بتصوير فيديو لحركة الجملة ثم عالجناه ببرمجية مناسبة فتحصلنا على مخطط السرعة بدلالة الزمن على الجزئين (AB) و (BC) على الترتيب كما يوضحه الشكل -2-.



- أولا : دراسة الحركة على المستوي (AB) :

1) ما هو المرجع المناسب لدراسة هذه الحركة؟ عرفه، وماهي الفرضية المتعلقة به والتي تسمح بتطبيق المبدأ الأساسي للتحريك؟

2) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد عبارة تسارع الحركة واستنتج طبيعتها.

3) استنتج بيانيا قيمة كل من : تسارع الحركة، شدة قوة دفع المحرك $\vec{F}$، المسافة المقطوعة AB.

- ثانيا دراسة الحركة على المستوي (BC) :

هي هذا في الجزء من المسار تخضع الجملة المدروسة إلى قوة احتكاك $\vec{f}$ ثابتة في الشدة وموازية للمسار ومعاكسة لجهة الحركة.

1) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بيّن أنّ : $\frac{dv}{dt} = -gsin(\alpha) + \frac{F-f}{m}$.

2) أكتب المعادلة الزمنية للسرعة $v(t)$.

3) اعتمادا على مخطط السرعة بدلالة الزمن، اوجد قيمة تسارع مركز عطالة الجملة.

4) أوجد بيانيا المسافة المقطوعة (BC)، ثم حدد سرعة الجملة لحظة بلوغها الموضع C.

- ثالثا : دراسة حركة الجملة بعد مغادرتها للموضع C :

تغادر الجملة الموضع C لتسقط في مجال الجاذبية الأرضية (نهمل تأثير الهواء ودافعة أرخميدس).

1) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الجملة أدرس طبيعة الحركة على المحورين (Ox) و (Oz).

2) أوجد المعادلتين الزمنيتين للسرعة $v_x(t)$ و $v_z(t)$ بدلالة α.

3) الدّراسة التجريبية التي قمنا بها على مركز عطالة الجملة أعطت المعادلتين الزمنيتين للموضع :

$$x(t) = 16,2t$$

$$z(t) = -5t^2 + 8t + 17,5$$

أ- أوجد معادلة المسار $z = f(x)$ لمركز عطالة الجملة.

ب-أحسب زاوية القذف α والارتفاع h.

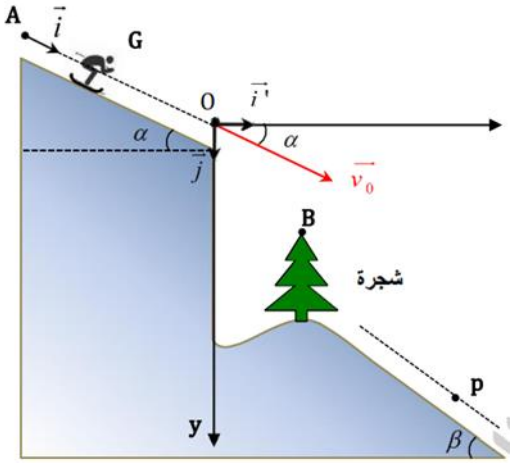
ت-هل ينجح الدراج بالقفز أم لا؟ علما أنّ $d = 11m$.

www.dzexams.com

التّمْرِينُ الرَّابِعُ :

- يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة متزحلق على مسارين مختلفين.

I- دراسة الحركة على المستوي المائل (AO):



نمذج المتزحلق ولوازمه بجملة (S) كتلتها $m = 70Kg$ ندرس حركة مركز عطالة G للمتزحلق في المعلم $(A, \vec{i})$ حيث عند اللحظة $t = 0$ ينطلق ابتداءا من الموضع A بدون سرعة ابتدائية فيتحرك وفق مسار مائل AO طوله $87m$ زاوية ميله بالنسبة للأفق هي $\alpha = 34°$، علما أنّ المتزحلق يخضع لقوة احتكاك ثابتة الشدة ومعاكسة لجهة الحركة $f = 21N$. (نهمل تأثير الهواء خلال الدراسة).

1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن : $\frac{d^2x}{dt^2} = -gsin(\alpha) - \frac{f}{m}$.

2- حل المعادلة التفاضلية السابقة يعطى من الشكل : $x(t) = A.t + B$، حدد قيمة كل من A و B.

3- حدد اللحظة t الموافقة لمرور المتزحلق من النقطة O.

4- تحقق أن سرعة المتزحلق عند النقطة O هي : $v_O = 30m/s$.

5- أوجد شدة القوة $\overrightarrow{R_N}$ التي يطبقها المستوي المائل على المتزحلق ولوازمه.

II- دراسة الحركة في مجال الجاذبية الأرضية :

عندما يصل المتزحلق إلى النقطة O المزودة بمعلم $(O, \vec{i}, \vec{j})$، يغادر بسرعة $v_O = 30m/s$ حيث يصنع حاملها زاوية $\alpha = 34°$ مع المحور (Ox) حيث توجد شجرة قمتها النقطة B التي يمكن أن تشكل عائقا بالنسبة للمتزحلق لدى وصوله للموضع P.

1) أوجد المعادلتين الزمنيتين $x(t)$ و $y(t)$ لحركة المتزحلق.

2) بيّن أنّ معادلة المسار تكتب من الشكل : $y = \frac{g}{2v_0^2 cos^2(\alpha)} x^2 + tan(\alpha).x$.

3) تحقق أن المتزحلق لا يصطدم بالشجرة. (علما أنّ إحداثيات النقطة B قمة الشجرة : $x_B = 7m$ و $y_B = 8m$)

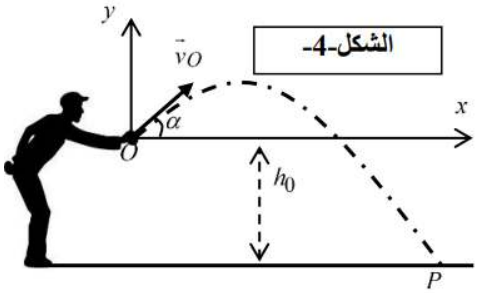
4) أحسب v_P سرعة المتزحلق عند وصوله للموضع P، علما أنّ مدة السقوط هي : $t_p = 3s$.

www.dzexams.com

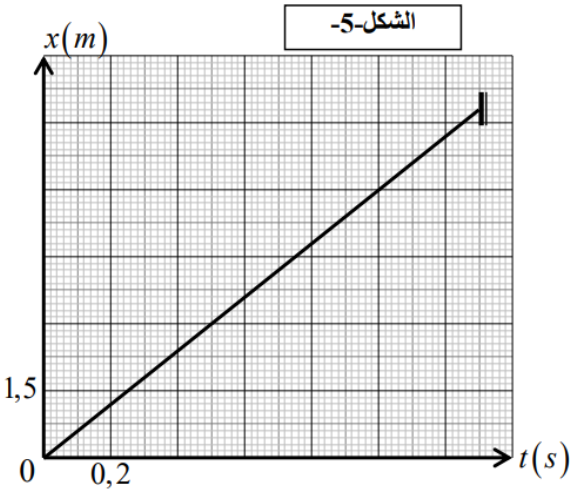
التّمْرِينُ الخَامِسُ :

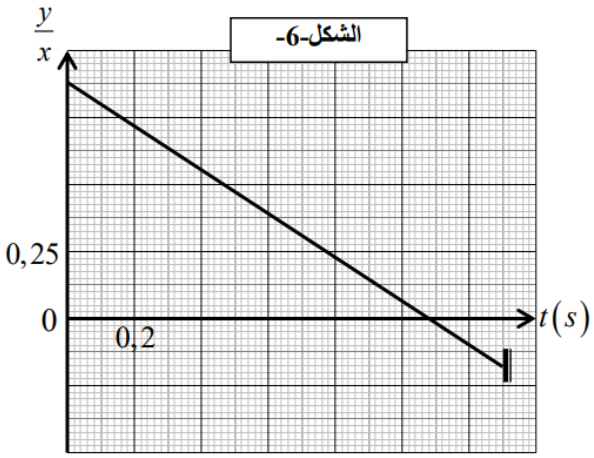
استضافت الجزائر سنة 2023 ألعاب البحر الأبيض المتوسط، والتي كانت الجزائر من بين الفرق المشاركة فيها للعبة الكرة الحديدية.

- يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة كرة حديدية خلال حركتها في الهواء:



يرمي اللاعب الكرة الحديدية (s) من النقطة O الواقعة على ارتفاع h_0 من سطح الأرض، بحيث يصنع شعاع السرعة الابتدائية $\overrightarrow{v_0}$ للكرة زاوية α مع المستوي الآفقي (يُهمل تأثير الهواء). بواسطة برمجية مناسبة تمكننا من الحصول على تغيرات x فاصلة الكرة بدلالة الزمن، وكذلك تغيرات النسبة $\frac{y}{x}$ بدلالة الزمن.





1- ذكِّر بنص المبدأ الأساسي للتحريك.

2- مالمقصود بالجملة (يُهْمَلُ تأثير الهواء)

3- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الكرة في المعلم $(Ox; Oy)$:

أ- جد المعادلات الزمنية للسرعة $v_x(t)$ و $v_y(t)$، ثم المعادلات الزمنية للموضع $x(t)$ و $y(t)$.

ب-بين أن النسبة $\frac{y}{x}$ تكتب من الشّكل : $\frac{y}{x}(t) = -\frac{g}{2v_0.\cos(\alpha)}.t + tan(\alpha)$.

4- بالاعتماد على البيانين السابقين جد قيمة كل من :

أ- زاوية القذف α، المركبة الأفقية للسرعة v_{0x}، ثم قيمة السرعة الابتدائية v_0.

ب-الجاذبية g في مكان التجربة، والارتفاع h_0 عن سطح الأرض.

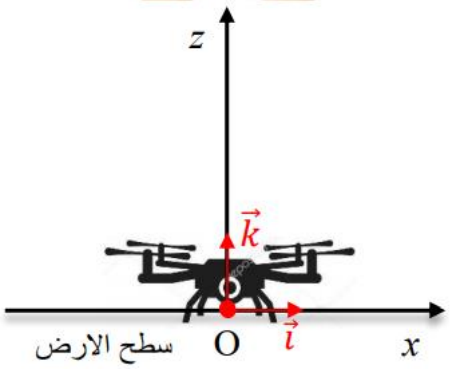
ت-زمن بلوغ الجسم الموضع P، وسرعته آنذاك.

www.dzexams.com

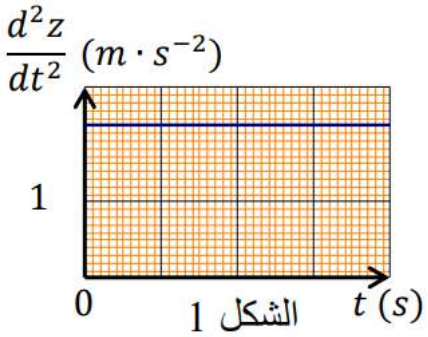
التّمرِينُ السَّادِسُ :

الطّائرات بدون طيار (الدرون) الترفيهية هي مسيرات جوية صغيرة يتم التحكم فيها بواسطة هاتف نقال باستخدام اتصال الـ $Wi-Fi$.

- ندرس حركة G مركز عطالة الدرون التي كتلتها $m=110g$ في معلم $(O;\vec{i};\vec{k})$ مرتبط بمرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا (عطالي) إذ نعتبر حقل الجاذبية الأرضية منتظم قيمة شدته $g=9.8\frac{m}{s^2}$.



I- بهدف تعيين قوة الدفع المطبقة من طرف المحرك على الدرون قمنا بتصوير فيديو للإقلاع الشاقولي لها. بعد معالجة الفيديو ببرنامج مناسب تحصلنا على المنحنى البياني الموضح في الشكل التّالي :



الشكل 1

1- اقترح برنامجا للإعلام الآلي يمكننا من الحصول على بيان الشكل -1-، موضحا البروتوكول المُتّبع من طرف المُجرِّب للحصول عليه.

2- انطلاقا من المنحنى أكتب عبارة $v_z(t)$ إحداثية شعاع سرعة الدرون وفق المحور الشاقولي (Oz).

3- نعتبر أن الدرون أثناء إقلاعها الشّاقولي تخضع لـ قُوّة ثقلها $\vec{P}$ وقوة دفع المحرك $\vec{F}$ عليها.

أ- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن قارن كميا بين شدتي القوتين $\vec{P}$ و $\vec{F}$ أثناء الإقلاع، برر جوابك.

ب-احسب قيمة قوة الدّفع خلال الإقلاع.

4- نريد تثبيت كاميرا كتلتها m' على الدرون، ماهي القيمة الأعظمية لكتلة الكاميرا حتى يكون الإقلاع ممكن؟

5- يتم الآن تشغيل الدرون (الغير مزودة بكاميرا)، بحركة مستقيمة منتظمة على ارتفاع $h=7m$ وسرعة ثابتة $\overrightarrow{v_0}=4\vec{i}\,(m/s)$، بينما الدرون تحلق باتجاه مسبح، ينقطع الاتصال بينها وبين الهاتف النقال عند لحظة $t=0$ فتتوقف المحركات وتنعدم قيمة قوة الدفع. نعتبر أن الدرون في سقوط حر انطلاقا من الشاقولي المار من نقطة توجد على مسافة $d=20m$ من المسبح الذي عرضه $L=5m$.

أ- اقترح رسم تخطيطي للوضعية المدروسة.

ب-بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، جد المعادلات الزمنية لحركة الدرون $x(t)$ و $z(t)$.

ت-عين الزمن t_S الذي يتطلب على المشغل استعادة الاتصال بالدرون قبل ملامستها الأرض.

ث-إذا لم يتم إعادة الاتصال، هل تسقط الدرون في المسبح؟ برر جوابك.

ج- باستعمال مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (درون) بين لحظة توقف المحركات ولحظة الاصطدام بالأرض، عين عبارة سرعة الاصطدام بسطح الأرض v_S بدلالة : g، v_0 و h ثم احسب قيمتها.

www.dzexams.com