التمرين الأول:

يتوفر كوكب "المشتري" *Jupiter* على أربعة أقمار تدور حوله وهي: *Gallisto*، *Ganymène*، *Europe* و *Io*.

ندرس حركة القمر *Europe* الذي نعتبر مساره دائريا.

1. انجز شكلا توضيحيا يبين كوكب المشتري والقمر *Europe* على مداره ثم مثل القوة التي يؤثر بها المشتري على هذا القمر.
2. أعط العبارة الشعاعية لهذه القوة $\vec{F}_{j/E}$ بدلالة M_E كتلة القمر *Europe* ، M_J، G و r.
3. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على القمر *Europe*، بين أن حركته منتظمة.
4. اكتب عبارة السرعة v، ثم احسبها بالنسبة للقمر *Europe*.
5. استنتج الدور T لحركة القمر *Europe*.
6. بين أن القانون الثالث لكبلر يكتب كما يلي:

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G.M_J}$$

7. دور حركة القمر *Io* هو $T_{Io} = 1j\ 18h\ 18min$. حدد نصف قطر مدار القمر r.

المعطيات:

- ثابت الجذب العام: $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ SI$
- كتلة كوكب المشتري: $M_J = 1{,}9 \times 10^{27}\ Kg$
- نصف قطر مدار القمر *Europe*: $r = 6{,}7 \times 10^{5}\ km$

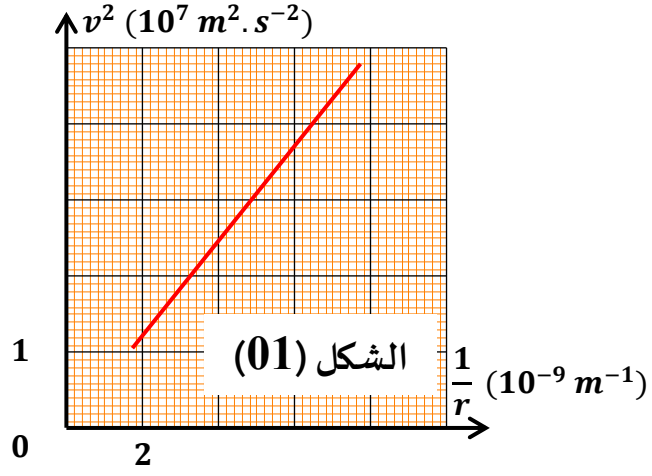
التمرين الثاني:

يستغرق أورانوس $84\ ans$ لكي ينجز دورة واحدة حول الشمس. هذا الكوكب له عدة أقمار، أهمها *Miranda*، *Ariel*، *Umbriel*، *Titania* و *Oberon*.

ندرس حركة قمر *Ariel* حول أورانوس في معلم مبدؤه منطبق مع مركز أورانوس ونعتبره غاليليا. نعتبر كذلك مدار القمر دائري.

1. عرف المرجع العطالي، وما هو شرط أن يكون المرجع السابق عطاليا؟
2. مثل بيانيا القوة التي يطبقها أورانوس على قمر *Ariel*.
3. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد عبارة التسارع a للقمر *Ariel*، ثم اثبت أن حركته منتظمة.
4. أثبت أن عبارة سرعة القمر ${v_A}^2$، تكتب على الشكل التالي:

$${v_A}^2 = G.\frac{M_U}{r_A}$$



الشكل (01)

بحيث r_A نصف قطر دوران القمر $Ariel$ قيمته $191{,}2 \times 10^6\ m$

5. دراسة الأقمار الخمسة لكوكب أورانوس مكنت من رسم المنحنى الممثل في الشكل (01). اعتمادا على البيان:

أ- أحسب كتلة كوكب أورانوس.

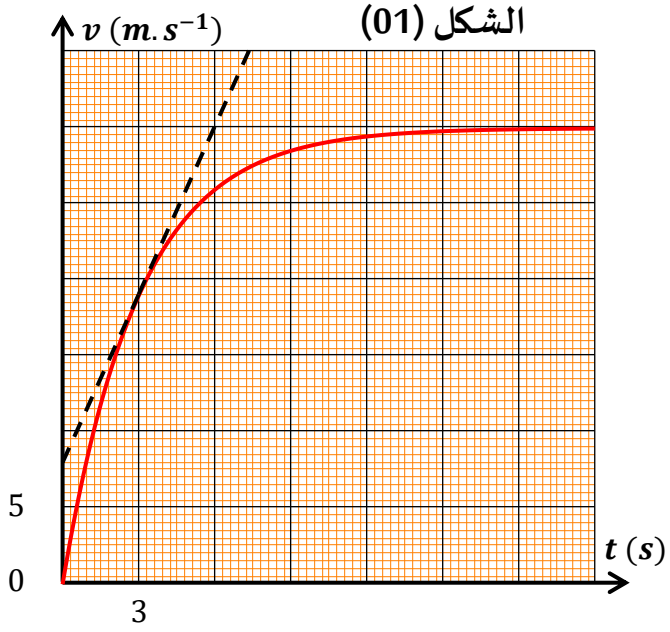
ب- استنتج دور القمر $Oberon$ علما أن نصف قطر الدوران له $r_O = 582{,}6 \times 10^6\ m$.

المعطيات: $1\ jour = 86400\ s \quad G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ SI$

التمرين الثالث:

قطرة ماء كروية الشكل ساكنة في البداية نصف قطرها $r = 0{,}5\ mm$، وكتلتها الحجمية $\rho_e = 10^3\ kg.m^{-3}$، تسقط في الهواء من نقطة O في اللحظة $t = 0$. (نعتبر أن مسارها شاقولي)

الشكل (01)



1. باعتبار احتكاك القطرة مع الهواء مهمل.

أ- أحسب النسبة بين ثقل القطرة P وشدة دافعة أرخميدس π.

ماذا تستنتج؟

ب- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، اوجد المعادلتين $v(t)$ و $y(t)$.

جـ- مثل مخطط السرعة $v(t)$ خلال المجال الزمني $[0; 12\ s]$ باستعمال سلم رسم مناسب.

جـ- أحسب المسافة التي تقطعها الكرة خلال $10\ s$.

2. نأخذ الآن في الاعتبار أن قوة الاحتكاك من الشكل $\vec{f} = -k.\vec{v}$، ودافعة أرخميدس مهملة.

أ- مثل القوة المؤثرة على القطرة عند اللحظة $t = 0$ والنظام الدائم.

ب- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أثبت أن المعادلة التفاضلية تكتب من الشكل التالي:

$$\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m}.v = \mathrm{g}$$

جـ- أكتب عبارة السرعة الحدية v_{lim}.

3. مثلنا في الشكل (01)، مخطط السرعة لحركة القطرة في وجود قوى الاحتكاك.

أ- اعتمادا على المنحنى البياني الممثل في الشكل (01)، أوجد قيمة السرعة الحدية v_{lim}.

ب- حدد قيمة الزمن المميز τ لحركة القطرة.

جـ- أحسب شدة المحصلة المطبقة على القطرة عند اللحظة $t = 3\ s$، ثم استنتج شدة قوة الاحتكاك عند نفس اللحظة.

د- انطلاقا من إجابة السؤال (3-جـ)، استنتج قيمة الثابت k محددا وحدته في نظام الوحدات الدولية.

المعطيات: $V_{\text{قطرة}} = \frac{4}{3}\pi r^3 \quad \mathrm{g} = 9{,}8\ m.s^{-2} \quad \rho_{\text{هواء}} = 1{,}29\ kg.m^{-3}$

التمرين الرابع:

يعطى حجم كرة نصف قطرها r بالعلاقة: $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

نترك كرة ساكنة في البداية، تسقط في الهواء. الموضع الابتدائي لمركز عطالتها G هو $y_0 = 0$، نوجه المحور $(\overrightarrow{Oy})$ نحو الأسفل.

شدة حقل الجاذبية الأرضية هي $g = 9{,}81\ N.kg^{-1}$، الكتلة الحجمية للهواء $\rho_{air} = 1{,}29\ kg.m^{-3}$.

نرمز لكتلة الكرة بالرمز m ولنصف قطرها $r_b = 10\ mm$.

الكتلة الحجمية لمعدن الكرة (الحديد): $\rho_{fer} = 7{,}80 \times 10^3\ kg.m^{-3}$.

تعطى عبارة قوة الاحتكاك بالعلاقة: $\vec{f} = -k.v_y^2.\vec{j}$ حيث v_y هو احداثي شعاع سرعة مركز عطالة الكرة على المحور $(\overrightarrow{Oy})$.

1. نهمل في المرحلة الأولى قوة الاحتكاك.

أ- أحسب النسبة بين طويلة ثقل الكرة P وطويلة دافعة أرخميدس π التي تخضع لها الكرة في الهواء. ماذا تستنتج؟

ب- أحص مختلف القوى الخارجية المطبقة على الكرة.

جـ- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد القانون الذي يسمح بتعيين تسارع مركز عطالة الكرة a_y على المحور $(\overrightarrow{Oy})$.

د- استنتج المعادلات الزمنية $a_y(t)$، $v_y(t)$ و $y(t)$.

2. نأخذ الآن في الحسبان قوة الاحتكاك ونهمل دافعة أرخميدس.

أ- أوجد المعادلة التفاضلية في v_y إحداثي شعاع سرعة مركز عطالة الكرة على المحور $(\overrightarrow{Oy})$ وضعها على الشكل التالي:

$$\frac{dv_y}{dt} + k_1.v_y^2 = g$$

يطلب تحديد عبارة ووحدة k_1.

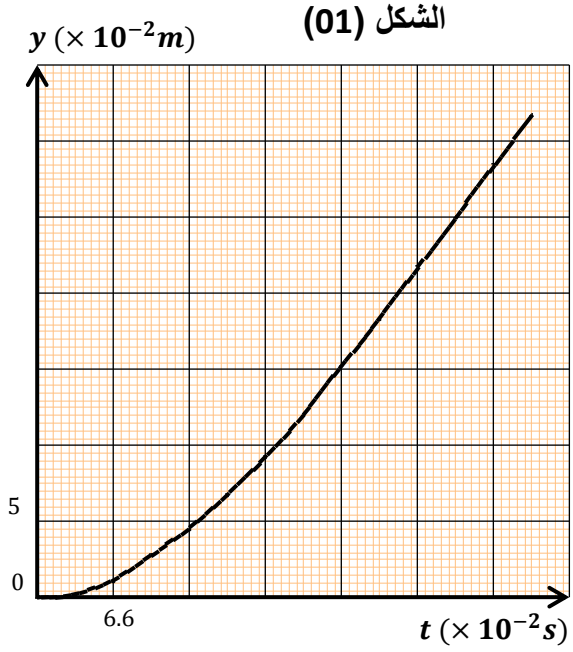
ب- بالاستعانة بالمعادلة التفاضلية، عين العبارة الحرفية للسرعة الحدية $v_{y(\lim)}$.

3. تم تسجيل حركة سقوط الكرة ومعالجتها ببرنامج Avistep، فتحصلنا على المنحنى البياني $y(t)$ الممثل في الشكل (01):

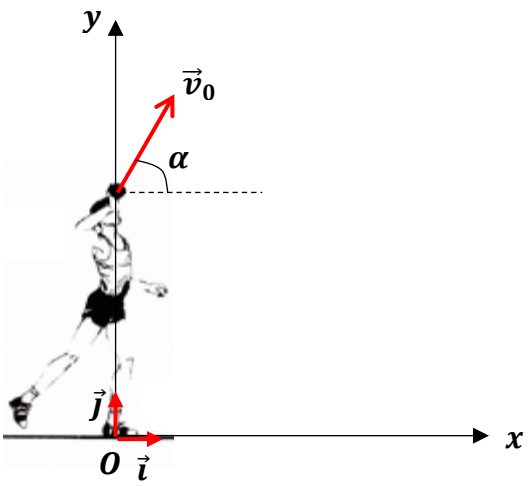
- اعتمادا على المنحنى البياني $y(t)$، استنتج قيمة السرعة الحدية $v_{y(\lim)}$.

1. حدد اللحظة الزمنية t_S اللازم لبلوغ الكرة أقصى ارتفاع.
2. اعتمادا على الشكلين (03) و(04)، أوجد: قيمة المركبة الأفقية للسرعة الابتدائية v_{0x}، أقصى مسافة أفقية OP تبلغها الكرة (الموضع P ينتمي للمحور (Ox))، كتلة الكرة m، السرعة الابتدائية v_0 وقيمة زاوية القذف α.

الشكل (01)



التمرين الخامس:



في رياضة رمي الكرات الحديدية، يرمي لاعب الكرة الحديدية ذات الكتلة m من النقطة A الواقعة على الارتفاع $OA = 1{,}5\ m$ فوق سطح الأرض، وبحيث يصنع شعاع السرعة الابتدائية $\vec{v}_0$ للكرة زاوية $\alpha = 60\ °$ مع المستوي الأفقي.

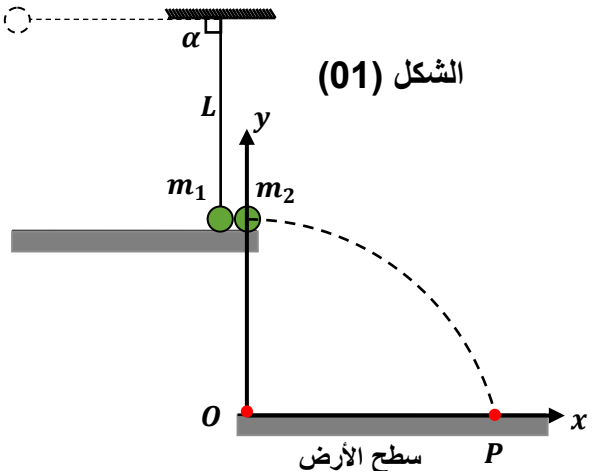
1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، جد معادلة مسار مركز العطالة G للكرة في المعلم $(O,\vec{i},\vec{j})$ الممثل على الشكل المقابل.
2. جد الزمن الذي تبلغه الكرة أقصى ارتفاع، ثم استنتج أقصى ارتفاع تبلغه.
3. أحسب قيمة السرعة الابتدائية v_0 علما أن الكرة تبلغ سطح الأرض في النقطة P بحيث $OP = 7{,}2\ m$.

يعطى: $g = 9{,}8\ m.s^{-2}$

التمرين السادس:

نواس بسيط طوله $l = 1\ m$ وكتلته $m_1 = 10\ g$، يلامس فيوضع توازنه كرية نعتبرها نقطية كتلتها $m_2 = 20\ g$ ساكنة موجودة على حافة طاولة أفقية وعلى ارتفاع h_0 عن سطح الأرض (الشكل (01)).

نزيح النواس عن وضع توازنه بزاوية $\alpha = 90\ °$ ثم نتركه دون سرعة ابتدائية، عند مرور النواس بوضع توازنه يصدم الكرية النقطية الساكنة m_2. (تأثير الهواء مهمل)



الشكل (01)

1. أ- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (كرية m_1).

   ب- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة للجملة المدروسة، حدد سرعة الكرية m_1 عند بلوغها وضع التوازن.
2. باعتبار أنه عند لحظة الصدم، الكرية m_2 تكتسب كل الطاقة الحركية من الكرية m_1. عين طويلة واتجاه شعاع السرعة بعد الصدم مباشرة.
3. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن:

   أ- أوجد معادلات الزمنية للسرعة والحركة.

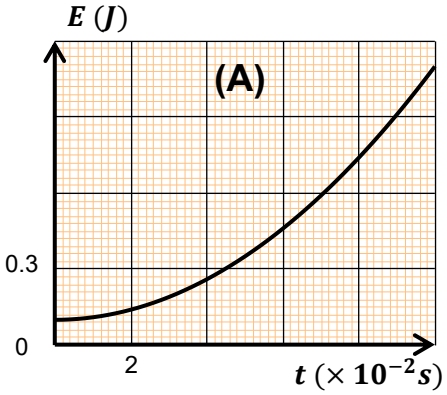
   ب- استنتج معادلة مسار الكرية m_2 في المعلم (Ox,Oy).
4. دراسة حركة الكرية m_2، مكنتنا من الحصول على المنحنيات البيانية الممثلة في الشكل (02).

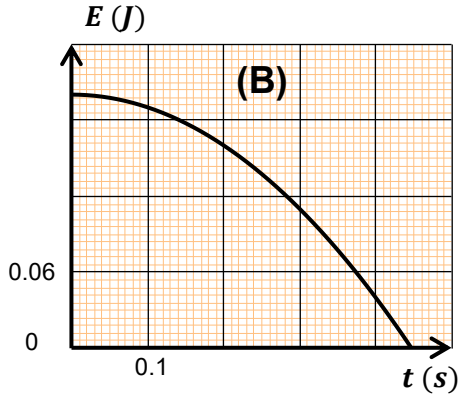
أ- أكتب عبارة الطاقة الحركية $E_C(t)$ والطاقة الكامنة الثقالية $E_{PP}(t)$، باعتبار سطح الأرض مرجعا لدراسة الطاقة الكامنة الثقالية.

ب- أنسب من بين المنحنيات التالية (A)، (B) الخاصة بالطاقة الحركية E_C، الطاقة الكامنة الثقالية E_{PP}.

جـ- اعتمادا على الشكل (02)، احسب الارتفاع h_0، واستنتج زمن بلوغ الكرية m_2 سطح الأرض.

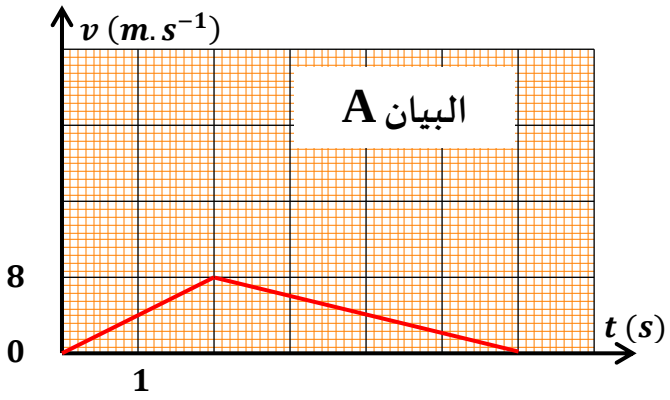
الشكل (02)

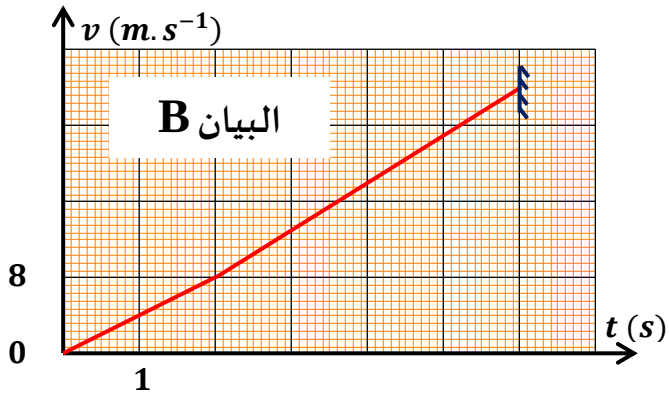


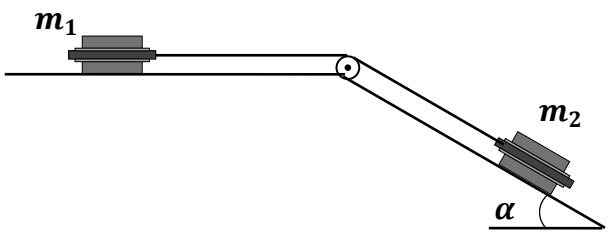


التمرين السابع:

لدينا الجملة الميكانيكية الموضحة في الشكل، m_1 معرضة إلى قوة احتكاك f. الحبل والبكرة مهملا الكتلة، نترك الجملة لحالها لدون سرعة ابتدائية v_0 وبعد $2\ s$ ينقطع الحبل فجأة ثم نتابع تطور السرعة لكل جسم فنتحصل على البيانين:







1. أرفق لكل جسم الشكل المناسب.
2. احسب تسارع كل جسم في كل مرحلة. طبيعة حركته.
3. احسب المسافة الكلية التي يقطعها كل جسم.
4. أوجد العبارة الحرفية لتسارع كل جسم في كل مرحلة.
5. أحسب كل من f و m_2 .

يعطى: $m_1 = 200\ \text{g}$ $\quad \alpha = 30°$ $\quad \text{g} = 10\ m.s^{-2}$

التمرين الثامن:

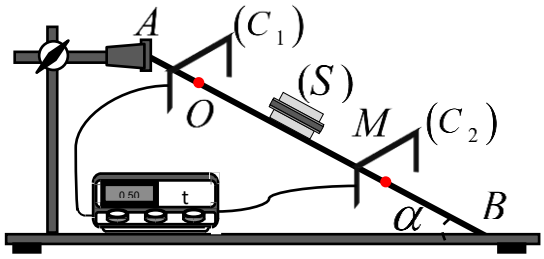
تعتبر الحركة المستقيمة نوعا من أنواع الحركات، تتعلق بالتأثيرات الميكانيكية التي تخضع لها وبالشروط الابتدائية.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة جسم صلب على مستوي مائل وأفقي.

تطور جملة ميكانيكية

- **المعطيات:** $g = 9,8 m.s^{-2}$

التجربة 01:



الشكل. 9 حركة جسم صلب فوق مستوي مائل

ينزلق جسم صلب (S) كتلته m بدون سرعة ابتدائية على مستوي مائل AB زاوية ميله $\alpha = 14°$.

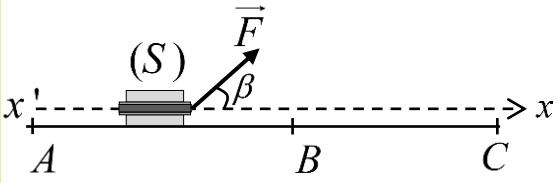
نثبّت الخليتين الضوئيتين (C_1) و (C_2) لقياس الزمن بين موضع الانطلاق O وموضع الوصول M، ومن أجل مسافات x بين الخليتين نقيس الزمن t الذي تستغرقه العربة لقطع هذه المسافة.

نكرّر هذه التجربة من أجل مسافات مختلفة (الشكل.9)، تمّ تسجيل النتائج في الجدول التالي:

$x\,(m)$	0,30	0,50	0,70	0,90	1,10
$t\,(s)$	0,50	0,65	0,77	0,87	0,96
$t^2\,(s^2)$					

1. بفرض أن قوى الاحتكاك مهملة.
   1.1. مثّل القوى الخارجية المؤثرة على مركز عطالة الجسم (S) أثناء حركته.
   2.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن جد عبارة التسارع $a_{thé}$ لمركز عطالة الجسم (S)، ثمّ أحسب قيمته.
   3.1. اكتب المعادلتين الزمنيتين للسرعة $v(t)$ والموضع $x(t)$.
2. أكمل الجدول، ثم أرسم البيان $x = f\left(t^2\right)$، باستعمال سلم رسم مناسب.
3. اعتمادا على البيان $x = f\left(t^2\right)$، جد قيمة التسارع التجريبي a_{exp}.
4. قارن بين القيمتين $a_{thé}$ و a_{exp}، ضع استنتاجك فيما يخص الفرضية المعتمدة "**قوى الاحتكاك مهملة**".

التجربة 02:



الشكل. 10 حركة جسم صلب فوق مستوي أفقي

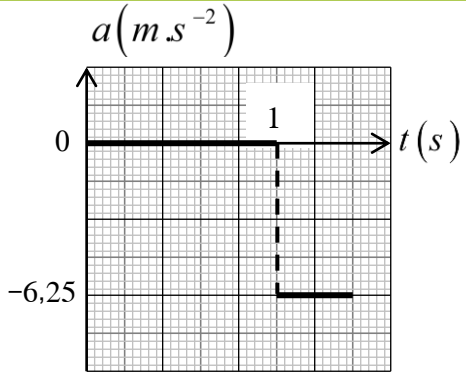
يتحرك جسم صلب (S) كتلته $m = 200\,g$ على مستوي AC خشن الموضّح في الشكل.10، ويخضع لقوة جر ثابتة $\vec{F}$ على المسار AB فقط، يصنع حاملها مع المستوي الأفقي زاوية $\beta = 30°$.

1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الجسم (S) بيّن أنّ عبارة التسارع a_1 خلال المسار AB تكتب بالعبارة التالية: $a_1 = \dfrac{F.\cos(\beta) - f}{m}$
2. استنتج عبارة التسارع a_2 للجسم (S) خلال المسار BC.
3. الدراسة التجريبية لحركة مركز عطالة الجسم (S) على المسار AC، مكّنتنا من الحصول على البيان الممثّل لتغيّرات التسارع a بدلالة الزمن t الموضّح في الشكل.11.

من إعداد الأستاذ بوزيان زكرياء
www.dzphysique.com
07-80-51-60-75
Bouzianedz48 Bouzianezaki Prof.zakidz48 Zakidz48

1.3. حدّد طبيعة حركة مركز عطالة الجسم (S) على المسار AB ثم BC.

2.3. استنتج قيمة كل من: f و F.



الشكل. 11 تغيرات التسارع a بدلالة الزمن

التمرين التاسع:

شكلت حركة سقوط الأجسام لمدة طويلة من الزمن موضوع تساؤل واهتمام لدى الكثير من المفكرين والعلماء المتميزين من أمثال أرسطو، غاليلي ونيوتن.

السؤال الذي حير عقول هؤلاء العلماء هو التالي: "**هل كل الأجسام تسقط بنفس السرعة؟**"

يهدف التمرين إلى دراسة حركة سقوط الأجسام الصلبة في الهواء.

من أجل هذا الغرض نترك من على ارتفاع كرة حديدية نصف قطرها $r=2cm$ وكتلتها الحجمية $\rho=7,2\times10^{3}\,kg.m^{-3}$، تسقط في الهواء بدون سرعة ابتدائية.

ننسب حركة الكرة لمرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا مزود بمحور (Oz) موجه نحو الأسفل، ومبدؤه O (الشكل.1).

المعطيات:

- الجاذبية الأرضية: $g=9,8m.s^{-2}$. - الكتلة الحجمية للهواء: $\rho_{air}=1,3kg.m^{-3}$.
- قوة احتكاك الهواء: $\vec{f}=-6\cdot\pi\cdot\eta\cdot r\cdot\vec{v}$. - حجم الكرة: $V=\frac{4}{3}\pi r^{3}$

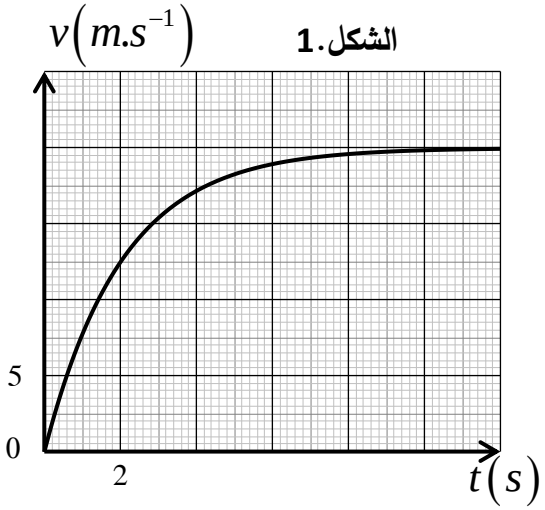
1. بين أن دافعة أرخميدس مهملة أمام ثقل الكرة.
2. باستعمال التحليل البعدي، حدد بعد المقدار η في نظام الوحدات الدولية.
3. مثل القوى المؤثرة على مركز عطالة الكرة خلال الحركة.
4. 1.4. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، استخرج المعادلة التفاضلية التي تحققها سرعة الكرة بدلالة: m كتلة الكرة، k معامل الاحتكاك، g الجاذبية الأرضية.

2.4. بين أن عبارة السرعة الحدية $v_{\lim}$ في النظام الدائم، تكتب على الشكل التالي: $v_{\lim}=\frac{2\cdot\rho\cdot\pi\cdot r^{2}\cdot g}{9\cdot\eta}$

5. بواسطة برمجية مناسبة تمكننا من رسم المنحنى $v=f\left(t\right)$ الموضح في الشكل.1.

1.5. حدد قيمة السرعة الحدية $v_{\lim}$، ثم استنتج معامل لزوجة الهواء η.

2.5. أحسب قيمة الزمن المميز للحركة τ، ثم معامل الاحتكاك k.



الشكل.1

6. نعيد نفس التجربة السابقة، باستعمال كرات أخرى، تحصلنا على الجدول التالي:

	كرة حديدية	كرة حديدية	كرة مطاطية
الكتلة الحجمية $\rho\left(kg.m^{-3}\right)$	7200	7200	88,5
نصف القطر $r(cm)$	2	3	3
معامل الاحتكاك $k\,(SI)$	.....	0,177	.....
الزمن المميز للحركة $\tau\,(s)$	.....	.....	.....
السرعة الحدية $v_{\lim}\left(m.s^{-1}\right)$	.....	.....	.....

1.6. بعد القيام بالحسابات المناسبة، أكمل الجدول.

2.6. من خلال النتائج السابقة، قدم إجابة للسؤال: "**هل كل الأجسام تسقط بنفس السرعة؟**".

التمرين العاشر:

أول قمر اصطناعي ألكوم سات – 1 جزائري الصنع مخصص للاتصالات، أطلقته الوكالة الفضائية الجزائرية من الصين في 10 ديسمبر 2017، لتوفير خدمة الاتصالات والأنترنت بدقة عالية.

نعتبر القمر الاصطناعي ألكوم سات – 1، كتلته m يدور حول الأرض بحركة دائرية منتظمة، ويرسم مسارا دائريا نصف قطره $r = R_T + h$ ومركزه O في المعلم الجيومركزي.

1. عرف المرجع الجيومركزي، وأذكر شروط الحصول على الحركة الدائرية المنتظمة.
2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، جد عبارة كل من السرعة المدارية v والدور T لحركة القمر الاصطناعي بدلالة: G، M_T، h و R_T.
3. استنتج القانون الثالث لكبلر.
4. الجدول التالي يوضح بعض القيم العددية للدور T والارتفاع h لبعض الأقمار الاصطناعية لها مسارات دائرية نصف قطرها r، مركزها مركز الأرض.

القمر الاصطناعي	ألسات – 1	كوسموس	ألسات (قمر جيو مستقر)
$T\ (\times 10^3 s)$		40,440	
$r\ (\times 10^7 m)$	0,708		
$h\ (\times 10^7 m)$			3,565
$\frac{T^2}{r^3}\ (s^2.m^{-3})$			

أ- أعد نقل الجدول على ورقة الإجابة، مع إكماله.

ب- استنتج القيمة العددية لكتلة الأرض M_T.

يعطى: $1\ jour = 23h\ 56min$; $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ (SI)$; $R_T = 6380\ Km$