التمرين 1:

1- دأبت وكالة الفضاء الجزائرية على تطوير مشاريع الأقمار الاصطناعية لخدمة الاتصالات، آخرها إطلاق القمر AlcomSat1 (**الشكل-1**) والذي يعتبر جزائري الصنع 100% بعلماء جزائريين في الداخل والخارج، وذلك يوم 10 ديسمبر 2017 على الساعة 17 و40 دقيقة من قاعدة شيشانغ Xichang بمقاطعة سيشوان بالصين. يسلك القمر AlcomSat1 مسارا اهليلجيا بعد مدة زمنية من اطلاقه، بعدها دخل في مداره الجيو مستقر Géostationnaire حيث أخذ الموضع الفلكي $24,8^\circ$.

الشكل-1

AlcomSat1 تم تركيبه على مستوى مركز تطوير الأقمار الاصطناعية ببئر الجير – ولاية وهران – من شأنه توفير خدمة الاتصالات والأنترنت، بث القنوات الاذاعية و التلفزيونية بدقة عالية..

أ- اشرح المصطلحات الواردة في النص: جيومستقر، إهليلجي.

ب- ذكر بنص القانون القانون الأول لكبلر.

ت- ارسم شكلا تخطيطيا للمسار الاهليلجي الذي اتخذه القمر موضحا عليه النقاط التالية: الأرض، نقطة الاوج، نقطة الحضيض، ومثل عليه كيفيا شعاع السرعة في النقطتين الأخيرتين.

2- نعتبر قمر صناعي (S) كتلته m يدور حول الأرض بحركة دائرية منتظمة ويرسم مسارا دائريا نصف قطره r حيث: $r=R_T+h$ ، h ارتفاعه عن سطح الأرض، R_T نصف قطر الأرض ومركزه O.

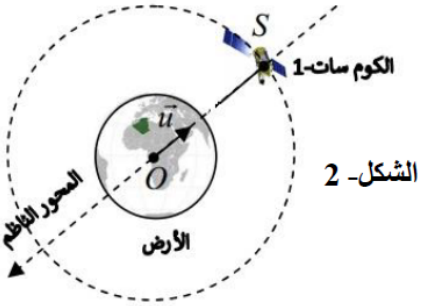
لدراسة هذا القمر الاصطناعي، نختار معلما مرتبطا بمعلم عطالي مناسب.

أ- اذكر المرجع المناسب لدراسة حركة القمر الاصطناعي، عرفه ولماذا نعتبره عطاليا؟

ب- مثل على (**الشكل-2**) كيفيا شعاع القوة $\vec{F}_{T/S}$ التي تطبقها الأرض (T) على القمر الصناعي (S).

ت- اكتب العبارة الشعاعية لشعاع القوة $\vec{F}_{T/S}$ بدلالة المقادير m ، G ، h ، R_T ، M_T وشعاع الوحدة $\vec{u}$.

حيث: M_T كتلة الأرض و G ثابت الجذب العام.



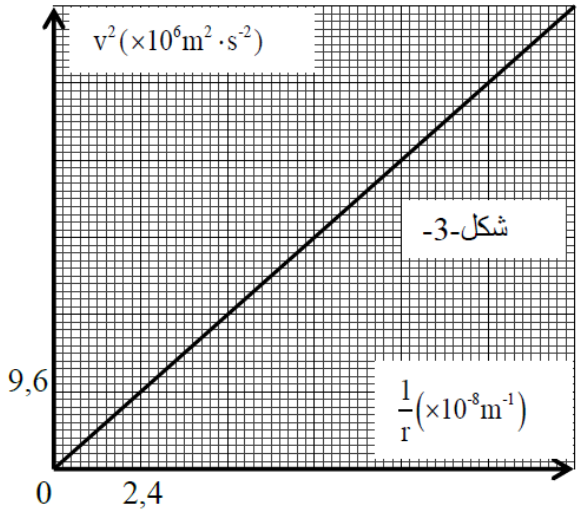
الشكل- 2

ث- باستخدام التحليل البعدي، حدد وحدة المقدار G.

ج- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في المرجع المختار، جد عبارة سرعة مركز عطالة القمر الاصطناعي v بدلالة G ، r و M_T.

3- يمثل المنحنى البياني (**الشكل- 3**) المقابل تطور مربع السرعة المدارية للقمر الاصطناعي (S) بدلالة مقلوب البعد $v^2=f(\frac{1}{r})$.

أ- اكتب معادلة المنحنى البياني واستنتج قيمة كتلة الأرض M_T.



ب- جد عبارة الدور T للقمر الاصطناعي (S) بدلالة G ، r و M_T.

4- يدور القمر الاصطناعي AlcomSat1 في مسار دائري على ارتفاع $h= 36000\ km$ في مستوي خط الاستواء باتجاه دوران الأرض حول محورها.

أ- استنتج السرعة المدارية للقمر الاصطناعي AlcomSat1 اعتمادا على (**الشكل-3**).

ب- احسب دور القمر الاصطناعي AlcomSat1.

ت- هل يمكن اعتباره جيو مستقر؟ علل.

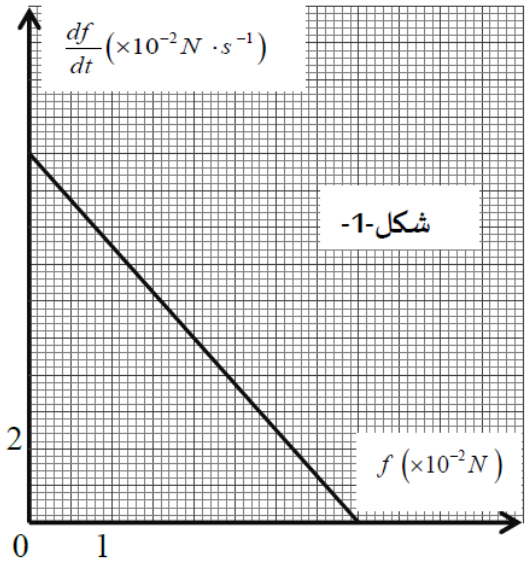
ت- بين أن القانون الثالث لكبلر محقق.

يعطى: $G=6,67\times10^{-11}SI$; $R_T=6400km$

التمرين 2:

نترك كريه كتلتها $m = 4g$ ونصف قطرها $r = 2cm$ ، تسقط شاقوليا في الهواء بدون سرعة ابتدائية $v_0 = 0$ ، تخضع الكريه إلى قوة احتكاك مع الهواء $f = kv$.

الدراسة التجريبية مكنت من رسم المنحنى البياني الموضح في **الشكل -1-** .



شكل-1-

1- قارن بين قوة دافعة ارخميدس π وقوة ثقل الكريه P .ماذا تستنتج؟

2- بين أن المعادلة التفاضلية لتطور شدة قوة الاحتكاك المؤثرة على الكريه تكتب على الشكل: $\frac{df}{dt} = A \cdot f + B$.

حيث: A و B ثابتين يطلب تعيين عبارتهما.

3- حدد قيم كلا من: الزمن المميز τ ، معامل الاحتكاك k والسرعة الحدية $v_{\lim}$.

4- جد المعادلة التفاضلية التفاضلية لتطور سرعة الكريه.

5- حل المعادلة التفاضلية من الشكل: $v(t) = A\left(1 - e^{B \cdot t}\right)$

حيث: A ،B ثوابت يطلب إيجاد عبارة كل منهما،وما هو المدلول الفيزيائي للثابت A .

6- تأكد من قيمة السرعة الحدية $v_{\lim}$ المحسوبة سابقا في السؤال 3 .

يعطى :الكتلة الحجمية للهواء $\rho_{air} = 1,3 kg/m^3$ ،الجاذبية الأرضية $g = 10 m \cdot s^{-2}$ ،حجم الكرة $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.

التمرين 3:

بواسطة برمجية خاصة تمت المتابعة الزمنية لتطور سرعة حركة سقوط مركز عطالة كرة مطاطية ، كتلتها $m = 2,5\ g$ و نصف قطرها $r = 1,9\ cm$ في الهواء فتم الحصول على المنحنى البياني الموضح في الشكل.

يعطى: حجم كرة $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ ؛ $\rho_{air} = 1,3\ kg \cdot m^{-3}$ ؛ $g = 10\ m \cdot s^{-2}$

1- بيّن أن شدة دافعة أرخميدس $\vec{\Pi}$ المطبقة على الكرة مهملة أمام ثقلها.

2- إذا علمت أن شدة محصلة قوى الاحتكاك المطبقة على الكرة من طرف الهواء هي: $f = k \cdot v^2$

أ- مثِّل القوى المطبقة على الكرة في لحظة t من بداية سقوطها.

ب- أوجد المعادلة التفاضلية لتطور سرعة حركة سقوط الكرة.

3- عيّن السرعة الحدية للسقوط v_L.

4- أ- أوجد عبارة الثابت k بدلالة: m ، g و v_L.

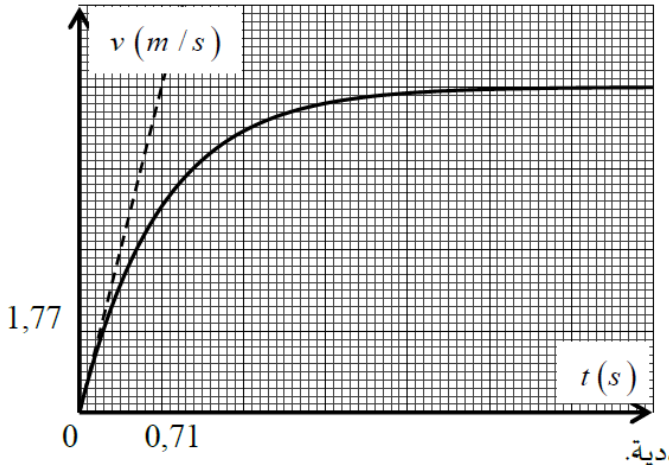
ب- باستعمال التحليل البعدي، حدّد وحدة k

ثم أحسب قيمته العددية.

ليكن τ هو الزمن المميز للحركة:

أ- ما هي قيمة ميل المماس للمنحني $v = f(t)$ عند المبدأ $(t = 0)$. ماذا يمثل هذا الميل؟

ب- أوجد عبارة الزمن المميز τ بدلالة v_L و g ثم أحسب قيمته العددية.



5- بيّن تسجيل الحركة أنه في اللحظة $t_1 = 0,500\ s$ ، تكون سرعة الكرة $v_1 = 4,25\ m \cdot s^{-1}$ أحسب التسارع a_1 للكرة في اللحظة t_1.

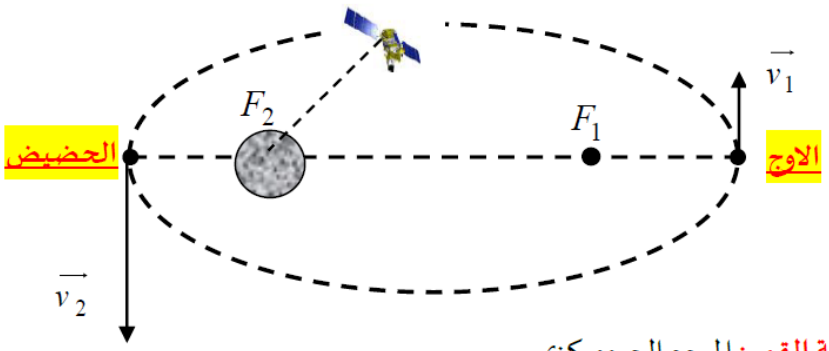
التمرين 1:

1-أ-شرح المصطلحات الواردة في النص:

جيومستقر: خاصية قمر اصطناعي يدور حول الارض في مستوي خط الاستواء في نفس جهة دورانها وله نفس دور الارض حول نفسها.

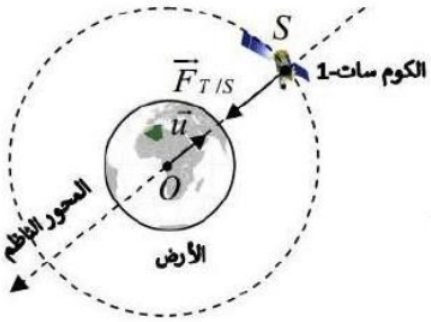
اهليجي: هو مدار بيضوي متناظر يحتوي أحد محرقيه الكوكب المركزي (الارض)

ب- القانون الاول لكبلر: تدور الكواكب حول الشمس في مدارات اهليجية حيث تكون الشمس في أحد محارق هذه المدارات.



2- أ- المرجع المناسب لدراسة حركة القمر: المرجع الجيومركزي

تعريفه: هو مرجع مركزه الارض وله ثلاث محاور متجهة نحو ثلاث نجوم نعتبرها ثابتة .نعتبره عطاليا إذاكانت مدة دراسة حركة القمر الصناعي لا تسمح لمركز الارض أن يرسم قوسا حول مركز الشمس(يرسم مستقيما)



ب- تمثيل قوة جذب الارض للقمر $\overrightarrow{F_{T/S}}$:

ت- العبارة الشعاعية لشعاع القوة $\overrightarrow{F_{T/S}}$: $\overrightarrow{F_{T/S}} = -G \times \frac{M_T . m}{(R_T + h)^2} \vec{u}$

ث- التحليل البعدي: ايجاد وحدة قياس ثابت الجذب العام G:

$[G] = \left[\frac{F.r^2}{m_1 m_2}\right] = \frac{MLT^{-2}L^2}{M^2} = L^3 T^{-2} M^{-1}$ ومنه وحدة قياس G هي: $(m^3 s^{-2} kg^{-1})$

ج- عبارة سرعة مركز عطالة القمر الاصطناعي v بدلالة G ، r و M_T.

- الجملة المدروسة :قمر اصطناعي .
- مرجع الدراسة :جيومركزي نعتبره عطاليا:
- بتطبيق القانون الثّاني لنيوتن: $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_{T/S} = m.\vec{a}$

بالإسقاط على النّاظم نجد أنّ: $G \times \frac{M_T . m}{(R_T + h)^2} = m . \frac{v^2}{(R_T + h)} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{G.M_T}{(R_T + h)}}$.

3-أ- معادلة البيان:البيان خط مستقيم معادلته: $v^2 = 4 \times 10^{14} . \frac{1}{r} \ldots\ldots\ldots (1)$

ب- استنتاج كتلة الارض M_T: لدينا $v^2 = \frac{G.M_T}{(R_T + h)} \ldots\ldots (2)$ علما أن: $r = R_T + h$

بمطابقة (1) و (2) نجد: $GM_T = 4 \times 10^{14} \Rightarrow M_T = \frac{4 \times 10^{14}}{G} = \frac{4 \times 10^{14}}{6,67 \times 10^{-11}} = 6 \times 10^{24} kg$

ت- عبارة الدور T للقمر الاصطناعي (S) بدلالة G ، r و M_T: $T = \frac{2\pi r}{v} = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM_T}}$

4-أ- استنتاج السرعة المدارية للقمر الاصطناعي : $r = R_T + h = 6400 + 36000 = 42400km \Rightarrow \frac{1}{r} = 2,4\times10^{-8} m^{-1}$

بالاسقاط على البيان نجد: $v^2 = 9,6\times10^6 \left(m/s\right)^2 \Leftarrow v = 3098,4 m/s$

ب- حساب T دور القمر الاصطناعي: $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi\times424\times10^5}{3098,4} = 85982,14s \approx 24h$

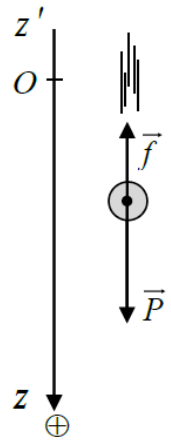
نعم يمكن اعتباره جيومستقر

التعليل: يدور في مستوي خط الاستواء وفي نفس اتجاه دوران الأرض حول محورها ودوره يساوي $T = 24h$

ث- تبيان أن القانون الثالث لكبلر محقق: $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM_T}} \Leftrightarrow T^2 = 4\pi^2\frac{r^3}{GM_T} \Rightarrow \frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM_T} = C^{te}$

ومنه القانون الثالث لكبلر محقق. $\frac{T^2}{\left(R_T+h\right)^3} = K$

التمرين 2:



1-المقارنة بين قوة دافعة ارخميدس π وقوة ثقل الكريه P:

$$\left.\begin{aligned}\pi = \rho\cdot V\cdot g = \rho\cdot\frac{4}{3}\cdot\pi\cdot r^3\cdot g = 4,35\times10^{-4}N\\ P = m\cdot g = 40\times10^{-3}N\end{aligned}\right\rangle \Rightarrow \frac{P}{\pi} = 91,95$$

ومنه π مهملة أمام P.

2- تبيان أن المعادلة التفاضلية لتطور شدة قوة الاحتكاك تكتب على الشكل: $\frac{df}{dt} = A\cdot f + B$.

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نجد: $\sum\overrightarrow{F_{ex}} = m\cdot\vec{a}$

بالإسقاط على المحور oz نجد: $P - f = m\cdot a$ $\Rightarrow m\cdot g - f = m\cdot\frac{dv}{dt} \Rightarrow g - \frac{f}{m} = \frac{dv}{dt}$ $\vec{P}+\vec{f} = m\cdot\vec{a}$

بضرب طرفي المعادلة في k نجد: $\Rightarrow \frac{d\left(k\cdot v\right)}{dt} = k\cdot g - \frac{k}{m}\cdot f$

بالمطابقة نجد: $\Rightarrow \frac{df}{dt} = k\cdot g - \frac{k}{m}\cdot f\ (t)\ldots(1)$ $\begin{bmatrix}A = -\frac{k}{m}\\ B = kg\end{bmatrix}$

3- تحديد قيم: τ ، معامل الاحتكاك k والسرعة الحدية $v_{\lim}$:

الزمن المميز τ: البيان خط مستقيم من الشكل: $\frac{df}{dt} = a\cdot f + b\ldots(2)$ حيث: a معامل توجيه المستقيم $a = \frac{\Delta\frac{df}{dt}}{\Delta f} = \frac{0-10}{4-0} = -2,5s$

بمطابقة المعادلتين (1) و (2) نجد: $a = -\frac{k}{m} = -\frac{1}{\tau} \Rightarrow \tau = -\frac{1}{a} = 0,4s$

معامل الاحتكاك k: $\tau = \frac{m}{k} \Rightarrow k = \frac{m}{\tau} = \frac{4\times10^{-3}}{0,4} = 10^{-2}\ kg/s$

السرعة الحدية $v_{\lim}$: في النظام الدائم: $\frac{df}{dt} = 0 \Rightarrow f_{\lim} = C^{te}$ ومنه: $f_{\lim} = k\cdot v_{\lim} \Rightarrow v_{\lim} = \frac{f_{\lim}}{k} = \frac{4\times10^{-2}}{10^{-2}} = 4m/s$

4- المعادلة التفاضلية لتطور السرعة :

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نجد: $\sum\overrightarrow{F_{ex}} = m\cdot\vec{a}$

$\vec{P}+\vec{f}=m\cdot\vec{a}$ بالإسقاط على المحور oz نجد: $P-f=m\cdot a$

$$\Rightarrow m\cdot g-kv(t)=m\cdot\frac{dv}{dt}\Rightarrow\left[\frac{dv}{dt}+\frac{f}{m}v(t)=g\right]$$

5- حل المعادلة التفاضلية من الشكل: $v(t)=A\left(1-e^{B\cdot t}\right)$

$$\Rightarrow -AB\cdot e^{Bt}+\frac{k}{m}\cdot A\left(1-e^{B\cdot t}\right)=g \text{ ونعوض في المعادلة التفاضلية نجد: } \frac{dv}{dt}=-AB\cdot e^{Bt}$$

$$\Rightarrow -AB\cdot e^{Bt}+\frac{k}{m}\cdot A-A\cdot\frac{k}{m}\cdot e^{B\cdot t}=g\Rightarrow A\cdot e^{Bt}\left(-B-\frac{k}{m}\right)+A\cdot\frac{k}{m}=g$$

$$\left.\begin{array}{l}-B-\frac{k}{m}=0\Rightarrow\left[B=-\frac{k}{m}\right]\\ A\cdot\frac{k}{m}-g=0\Rightarrow\left[A=\frac{m\cdot g}{k}\right]\end{array}\right\rangle$$

المدلول الفيزيائي: $A=\frac{m\cdot g}{k}$ السرعة الحدية $v_{\lim}$ في النظام الدائم .

6- التأكد من قيمة السرعة الحدية $v_{\lim}$:

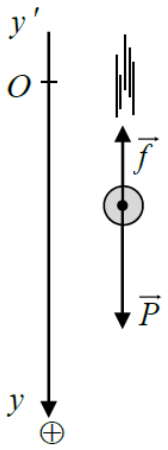
$$v_{\lim}=\frac{m\cdot g}{k}=\frac{4\times10^{-3}\cdot10}{10^{-2}}=4m/s$$

التمرين 3:

1- مقارنة شدة دافعة أرخميدس $\overline{\Pi}$ بشدة قوة الثقل $\vec{P}$: بالتعريف: $P=m\cdot g$ $\xleftarrow[g=10\ m\cdot s^{-2}]{m=2,5\times10^{-3}\ kg}$ $P=2,5\times10^{-2}\ N$

$$\Pi=\rho_{air}\cdot V\cdot g=\frac{4}{3}\pi\cdot\rho_{air}\cdot g\cdot R^3 \xleftarrow[R=1,9\times10^{-2}\ m]{\rho_{air}=1,3\ kg\cdot m^{-3}} \Pi=3,7\times10^{-4}\ N$$

بالتالي: $\frac{P}{\Pi}=\frac{2,5\times10^{-2}}{3,7\times10^{-4}}=67,6$ و منه: يمكن إهمال شدة $\overline{\Pi}$ أمام شدة $\overline{P}$.



2- أ/ تمثيل القوى المطبقة في مركز عطالة الكرة في لحظة t من بداية سقوطها (ن. انتقالي):

لاحظ الشكل جانبه (يهمل تأثير دافعة أرخميدس).

ب/ المعادلة التفاضلية لتطور سرعة حركة سقوط الكرة:

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن $\sum\vec{F}_{ext}=m\cdot\vec{a}_G$: $\vec{P}+\vec{f}=m\cdot\vec{a}$

بالإسقاط على منحى الحركة الموجب: $m\cdot g-k\cdot v^2=m\cdot\frac{dv}{dt}\Rightarrow\frac{dv}{dt}+\frac{k}{m}\cdot v^2=g$

3- السرعة الحدية v_L للسقوط:

بيانياً: $v_L=7,12\ m\cdot s^{-1}$

4- أ/ عبارة k بدلالة m ، g و v_L: عند بلوغ النظام الدائم: $v=v_L=C^{te}$ و $\frac{dv}{dt}=0$

بالرجوع إلى المعادلة التفاضلية: $0+\frac{k}{m}\cdot v_L^2=g\Rightarrow k=\frac{m\cdot g}{v_L^2}$

ب/ وحدة k ثم أحسب قيمته العددية:

وحدته: $[k]=\frac{[m]\cdot[g]}{[v]^2}=\frac{kg\cdot\cancel{m}\cdot\cancel{s^{-2}}}{\cancel{m^2}\cdot\cancel{s^{-2}}}=\frac{kg}{m}\Rightarrow[k]=kg\cdot m^{-1}$

قيمته: $k=\frac{2,5\times10^{-3}\times10}{(7,12)^2}=4,9\times10^{-4}\ SI\Rightarrow k\approx5\times10^{-4}\ kg\cdot m^{-1}$

5- أ/ قيمة ميل المماس للمنحني $v=f(t)$ عند المبدأ $(t=0)$:

بيانياً: $\left(\frac{dv}{dt}\right)_{t=0}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{7,12}{0,712}=10\ m\cdot s^{-2}$ ولدينا: $\frac{dv}{dt}+\frac{k}{m}\cdot v^2=g$ $\xleftarrow[v=0]{(t=0)}$ $\left(\frac{dv}{dt}\right)_{t=0}=g$

و منه: ميل المماس للمنحني $v=f(t)$ عند المبدأ $(t=0)$ يمثل تسارع الثقالة الأرضية.

ب/ عبارة الزمن المميز τ بدلالة v_L و g و حساب قيمته العددية: معادلة المستقيم المماس عند المبدأ: $y=g\cdot t$

معادلة المستقيم المقارب: $y=v_L$

بالتعريف، الزمن المميز τ هو فاصلة نقطة تقاطع المستقيم المماس مع المستقيم المقارب.

بالتالي: $g\cdot\tau=v_L \Rightarrow \tau=\frac{v_L}{g}$

ت.ع: $\tau=\frac{7,12}{10}=0,712\ s \Rightarrow \tau=0,712\ s$

6- التسارع a_1 للكرة في اللحظة t_1: $\frac{dv}{dt}+\frac{k}{m}\cdot v^2=g \Rightarrow a_1+\frac{k}{m}\cdot v_1^2=g$ و منه: $a_1=g-\frac{k}{m}\cdot v_1^2$

ت.ع: $a_1=10-\frac{5\times10^{-4}}{2,5\times10^{-3}}\times(4,25)^2=6,4\ m\cdot s^{-2}$