

التمازين

()

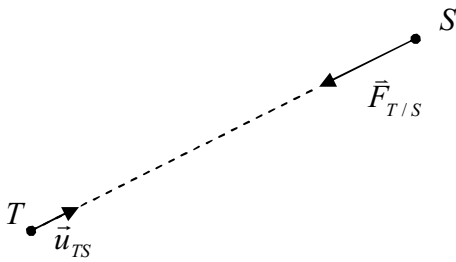
الجزء 1

تستعمل الأقمار الاصطناعية من نوع (صبوت) للاستطلاع على سطح الأرض ، إنها مجموعة من أقمار اصطناعية مدنية. من بين أحدثها - صبوت 5- الذي وضع في مداره في ماي 2002 من طرف صاروخ أريان، فهو يستطيع التمييز بين تفاصيل من رتبة 2,5m .

يمر القمر الاصطناعي فوق المكان نفسه من سطح الأرض كل 26,0 يوم شمسي متوسط : تمثل هذه المدة (الحلقة المدارية) والتي ينجز خلالها القمر الاصطناعي 369 دورة.

المعطيات : $G = 6,67 \times 10^{-11} N.m^2.kg^{-2}$

صبوت 5		الأرض	
3000kg	الكتلة m	$5,97 \times 10^{24} kg$	الكتلة M_T
دائري	المدار	6378km	نصف القطر R_T
822km	الارتفاع z	24h	اليوم الشمسي المتوسط



1. أثبت أن حركة القمر الاصطناعي منتظمة .

أوجد عبارتي سرعته و دوره .

2. أحسب كلا من قيمتي السرعة و الدور .

3. أوجد مرة ثانية قيمة الدور باستعمال الفقرة التالية من النص :
- تمثل هذه المدة (الحلقة المدارية) و التي ينجز خلالها القمر الاصطناعي 369 دورة .

يدور قمر اصطناعي كتلته (m) حول الأرض بحركة منتظمة ، فيرسم مساراً دائرياً نصف قطره r ، ومركزه هو نفسه مركز الأرض.

1. مثل قوة جذب الأرض للقمر الاصطناعي و اكتب عبارة قيمتها بدلالة M_T ، m ، G ، r حيث :

M_T كتلة الأرض ، m كتلة القمر الاصطناعي ، G ثابت الجذب العام

r نصف قطر المسار (البعد بين مركزي الأرض و القمر الاصطناعي)

2. باستعمال التحليل البعدي أوجد وحدة ثابت الجذب العام (G) في الجملّة الدولية (SI) .

3. بين أن عبارة السرعة الخطية (v) للقمر الاصطناعي في المرجع المركزي الأرضي تعطى بـ :

$$v = \sqrt{\frac{G.M_T}{r}}$$

4. اكتب عبارة (v) بدلالة r و T حيث T دور القمر الاصطناعي .

5. اكتب عبارة دور القمر الاصطناعي حول الأرض بدلالة M_T ، G ، r .

6. أ/ بين أن النسبة $\left(\frac{T^2}{r^3}\right)$ ثابتة لأي قمر يدور حول الأرض ، ثم احسب قيمتها العددية في المعلم المركزي الأرضي

مقدرة بوحدة الجملّة الدولية (SI) .

ب/ إذا كان نصف قطر مسار قمر اصطناعي يدور حول الأرض $r = 2,66.10^4 km$ ، احسب دور حركته .

يعطى :

ثابت الجذب العام $G = 6,67.10^{-11} SI$ ، كتلة الأرض $M_T = 5,97.10^{24} kg$ ، $\pi^2 = 10$

يدور قمر اصطناعي كتلته (m_s) حول الأرض في مسار دائري على ارتفاع (h) من سطحها. نعتبر الأرض كرة نصف قطرها (R)، و نمذج القمر الاصطناعي بنقطة مادية. ندرس حركة القمر الاصطناعي في المعلم المركزي الأرضي الذي نعتبره غاليليا.

1. ما المقصود بالمعلم المركزي الأرضي ؟
2. أكتب عبارة القانون الثالث لكيبلر بالنسبة لهذا القمر .
3. أوجد العبارة الحرفية بين مربع سرعة القمر (v^2) و (G) ثابت الجذب العام ، M_T كتلة الأرض ، h و R .
4. عرف القمر الجيومستقر و أحسب ارتفاعه (h) و سرعته (v) .
5. أحسب قوة جذب الأرض لهذا القمر. اشرح لماذا لا يسقط على الأرض رغم ذلك.

المعطيات :

دور حركة الأرض حول محورها $T \approx 24h$

$$R = 6400km , m_s = 2,0 \times 10^3 kg , M_T = 5,97 \times 10^{24} kg , G = 6,67 \times 10^{-11} N.m^2.kg^{-2}$$

ينتمي القمر الاصطناعي جيوف أ ($Giove - A$) إلى برنامج غاليليو الأوروبي لتحديد الموقع المكمل للبرنامج الأمريكي GPS. نعتبر القمر الاصطناعي جيوف أ ($Giove - A$) ذي الكتلة $m = 700kg$ نقطيا و نفترض أنه يخضع إلى قوة جذب الأرض فقط .

يدور القمر ($Giove - A$) بسرعة ثابتة في مدار مركزه (O) على ارتفاع $h = 23,6 \times 10^3 km$ من سطح الأرض.

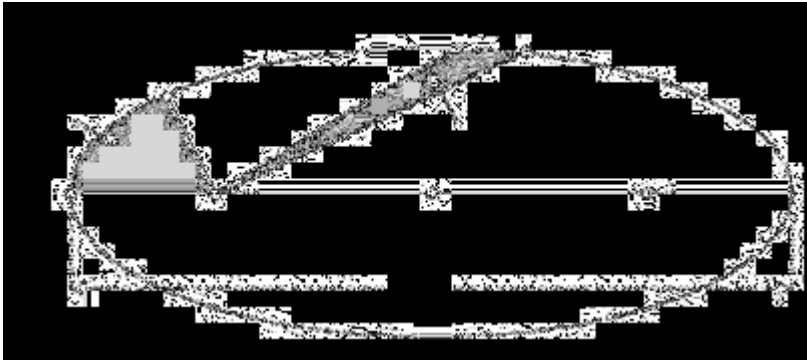
1. في أي مرجع تتم دراسة حركة هذا القمر الاصطناعي ؟ و ماهي الفرضية المتعلقة بهذا المرجع و التي تسمح بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ؟
2. أوجد عبارة تسارع القمر ($Giove - A$) و عين قيمته.
3. أحسب سرعة القمر ($Giove - A$) على مداره .
4. عرف الدور T ثم عين قيمته بالنسبة للقمر ($Giove - A$) .
5. أحسب الطاقة الإجمالية للجملة ($Giove - A$) ، أرض) .

المعطيات :

$$M_T = 5,98 \times 10^{24} kg , G = 6,67 \times 10^{-11} SI$$

$$R_T = 6,38 \times 10^3 km$$

أ/ يكون مسار حركة مركز عطالة كوكب حول الشمس اهليلجيا كما يوضحه الشكل (1-). ينتقل الكوكب أثناء حركته على مداره من النقطة C إلى النقطة C' ثم من النقطة D إلى النقطة D' خلال نفس المدة الزمنية Δt .



(الشكل - 1)

1. اعتمادا على قانون كيبلر الأول فسر وجود موقع الشمس في النقطة F_1 ، كيف نسمي عندئذ النقطتين F_1 و F_2 ؟
2. حسب قانون كيبلر الثاني ما هي العلاقة بين المساحتين S_1 و S_2 ؟
3. بين أن متوسط السرعة بين الموضعين C و C' أقل من متوسط السرعة بين الموضعين D و D' .

ب/ من أجل التبسيط ننمذج المسار الحقيقي لكوكب في المرجع الهيليومركزي بمدار دائري مركزه O (مركز الشمس) و نصف قطره r (الشكل 2-). يخضع كوكب أثناء حركته حول الشمس إلى تأثيرها و الذي ينمذج بقوة \vec{F} ، قيمتها تعطى حسب قانون الجذب العام لنيوتن بالعلاقة :

$$F = G \frac{mM}{r^2}$$

حيث : M كتلة الشمس ، m كتلة الكوكب و G ثابت الجذب الكوني

$$G = 6,67 \times 10^{-11} SI$$

باستعمال برمجية "Satellite" في جهاز الإعلام الآلي تم رسم

البيان $T^2 = f(r^3)$ (الشكل 3-).

حيث T دور الحركة.

1. اذكر نص قانون كبلر الثالث.

2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الكوكب

وبإهمال تأثيرات الكواكب الأخرى ، اوجد

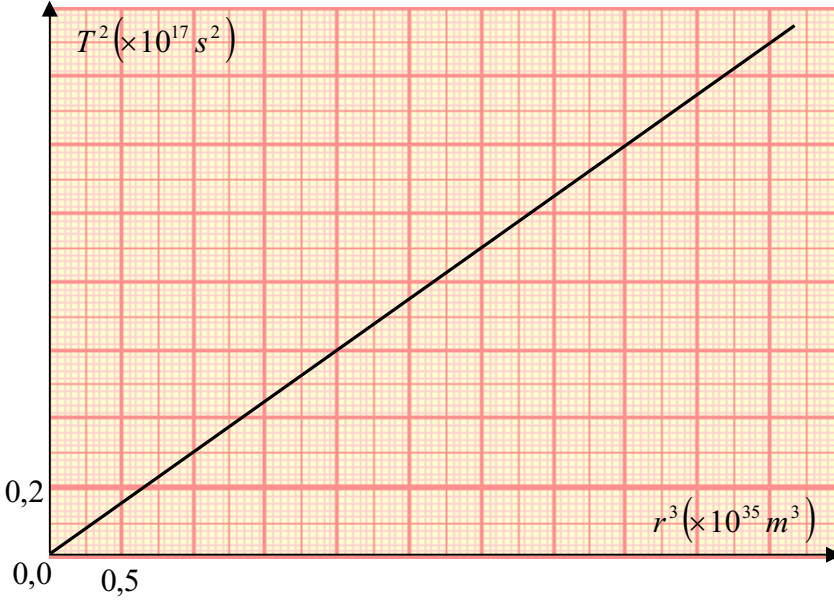
عبارة كل من v سرعة الكوكب ،

ودور حركته T بدلالة M ، G ، r .

3. اوجد بيانيا العلاقة بين T^2 و r^3 .

4. اوجد العلاقة النظرية بين T^2 و r^3 .

5. بتوظيف العلاقتين الأخيرتين استنتج قيمة كتلة الشمس M .



(الشكل 3-)

تمرين 6

نستعمل بعض خواص الأقمار الاصطناعية للأرض قصد إيجاد قيمة تقريبية لكتلة الأرض. لهذا نفرض أن هذه الأقمار في حركة دائرية تحت تأثير قوة الجاذبية للأرض فقط .

1. بين أن حركة القمر الاصطناعي دائرية منتظمة .

2. نرمز ب H لارتفاع القمر الاصطناعي، و R لنصف قطر الأرض، و G ثابت التجاذب الكوني، و T دور القمر الاصطناعي و M كتلة الأرض .

- بين أن $\frac{(R+H)^3}{T^2} = cte$ ، ثم اوجد قيمة ثابت التناسب بدلالة M و G .



3. الجدول التالي يعطي ارتفاعات و أدوار بعض الأقمار الاصطناعية للأرض :

القمر الاصطناعي	ميتيوسات	مركبة مير	كوسموس 1970
T	23h56 min	1h35 min	11h14 min
H	35800km	500km	19100km

يتميز القمر الاصطناعي ميتيوسات بخصائص خاصة

أ/ ما هي هذه الخصائص ؟

ب/ كيف يسمى هذا النوع من القمر الاصطناعي ؟

ج/ ماذا يمثل الدور 23h56 min ؟

د/ لماذا لا يساوي هذا الدور 24h ؟

4. تأكد من الجدول أن : $\frac{(R+H)^3}{T^2} = cte$.

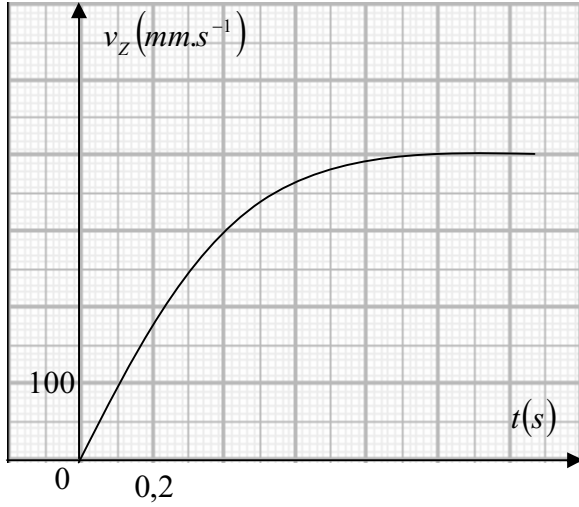
5. استنتج قيمة تقريبية لكتلة الأرض M .

المعطيات : $G = 6,67 \times 10^{-11} SI$ ، $R_T = 6400km$

- I/ يدور قمر اصطناعي (S) حول الأرض بحركة دائرية منتظمة في مستوي خط الاستواء عند الارتفاع $h = 400km$.
1. عين السرعة v_s لحركة مركز عطالة القمر الاصطناعي .
 2. عين دور الحركة T_s .
 3. القمر الاصطناعي (S) ينتقل نحو الشرق، عين المجال الزمني الذي يفصل بين مرورين متتاليين في موضع يقع على شاقول نقطة معينة من خط الاستواء .
- II/ نفترض الآن أن القمر الاصطناعي الموجود عند الإرتفاع $h_0 = 400km$ ، ونظرا للتأثيرات المختلفة يتناقص ارتفاعه بمقدار $1/1000$ من الإرتفاع الذي كان عليه عند بداية كل دورة .
1. أوجد علاقة بين h_{n+1} (الارتفاع الذي كان عليه عند بداية الدورة $(n+1)$) و h_n (الارتفاع الذي كان عليه عند بداية الدورة n) .
 2. استنتج علاقة بين h_0 و h_1 .
 3. عين عدد الدورات التي أنجزها القمر الاصطناعي عند الارتفاع $100km$.
- المعطيات :

ثابت التجاذب الكوني : $G = 6,67 \times 10^{-11} N.m^2.kg^{-2}$ ، كتلة الأرض : $M = 5,97 \times 10^{24} kg$
 نصف قطر الأرض : $R_T = 6,38 \times 10^3 km$ ، دور حركة الأرض حول محور الأقطاب : $T_T = 24h$

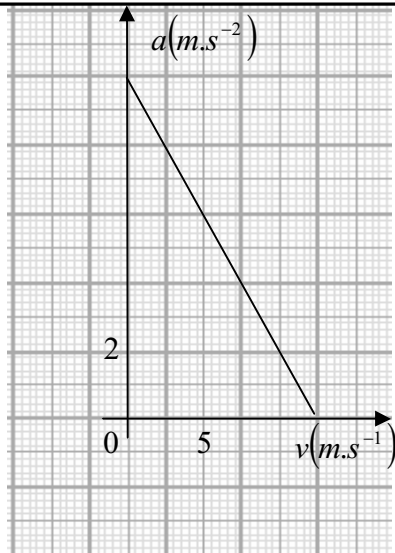
تم تصوير السقوط الشاقولي لكرة داخل الزيت. وبعد معالجة المعطيات بالإعلام الآلي، تم الحصول على تطور السرعة $v_z(t)$ للكرة خلال الزمن. المحور (Oz) متجه نحو الأسفل .



1. كيف نسمي النظامين المختلفين لمثل هذه الحركة ؟
أ/ ما هي السرعة الابتدائية v_0 للكرة ؟
ب/ ماهي سرعتها الحدية v_L ؟
2. حدد الزمن المميز للسقوط .
3. حدد بواسطة المنحنى ، قيمة التسارع في اللحظة $t = 0s$.
4. نستطيع كتابة المعادلة التفاضلية للسرعة بالشكل :

$$\frac{dv_z}{dt} = g \left(1 - \rho_f \frac{v_s}{m} \right) - \frac{k}{m} v_z(t)$$

استنتج قيمة دافعة أرخميدس و قيمة k .
المعطيات : $g = 9,8 N.kg^{-1}$ ، كتلة الكرة $m = 13,3g$



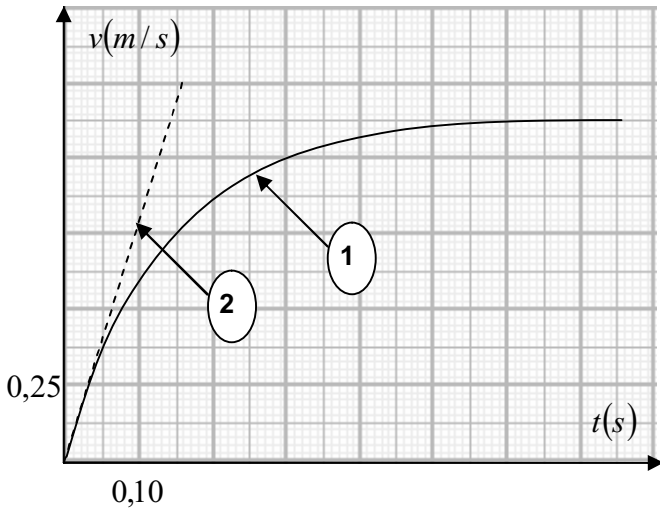
- يسقط مظلي كتلته مع تجهيزه $m = 100g$ سقوطا شاقوليا بدءا من نقطة O بالنسبة لمعلم أرضي دون سرعة ابتدائية .
 يخضع أثناء سقوطه إلى قوة مقاومة الهواء عبارتها من الشكل $f = kv$ (تهمل دافعة أرخميدس) .
 يمثل البيان (الشكل) تغيرات (a) تسارع مركز عطالة المظلي بدلالة السرعة (v) .

1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، بين أن المعادلة التفاضلية لحركة المظلي من الشكل : $\frac{dv}{dt} = A.v + B$

- حيث أن A ، B ثابتان يطلب تعيين عبارتيهما .
2. عين بيانيا قيمتي : - شدة مجال الجاذبية الأرضية (g) ، السرعة الحدية للمظلي (v_L) .
3. تتميز الحركة السابقة بقيمة المقدار $\left(\frac{k}{m}\right)$ ، حدد وحدة هذا المقدار و أحسب قيمته من البيان .
4. احسب قيمة الثابت k .
5. مثل كيفيا تغير سرعة المظلي بدلالة الزمن في المجال الزمني : $0 \leq t \leq 7s$.

تمرين 10

- تسمح المعادلة التفاضلية $\frac{dy}{dt} + \alpha.y = \beta$ (1) بوصف عدد كبير من الظواهر الفيزيائية المتغيرة خلال الزمن، مثل الشدة، التوتر ، السرعة ، النشاط الإشعاعي ... الخ .
- نذكر أن هذه المعادلة رياضيا تقبل على الخصوص الحل : $y(t) = A + B.e^{-\alpha t}$ (2)
- حيث A و B ثابتين يحددان من الشروط الابتدائية .
- استغلت حركة سقوط كرة معدنية كتلتها m في مائع كتلته الحجمية ρ_f بواسطة برمجية خاصة التي سمحت برسم تطور سرعة مركز العطالة بدلالة الزمن، فتم الحصول على المنحنى البياني رقم 1 الموضح في الشكل المقابل و الذي معادلته : $v(t) = 1,14 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{0,132}}\right)$ ، حيث $v(t)$ مقدرة بـ $m.s^{-1}$ و الزمن t بـ s .



- // استغلال المنحنى البياني و معادلته :
1. أذكر مع التعليل صحة أو خطأ العبارات التالية :
- المعنى الفيزيائي للمنحنى البياني رقم 2 هو :
- مخطط سرعة الكرة عند إهمال قوى الاحتكاك .
- مخطط سرعة الكرة عند إهمال دافعة أرخميدس .
- تسارع الكرة لحظة تحريرها .
2. هل معادلة المنحنى البياني تتطابق مع المعادلة رقم (2) .
3. حدد قيمتي الثابتين A و B .
4. أثبت أن المعادلة التفاضلية التي تحققها سرعة الكرة $v(t)$ هي : $\frac{dv}{dt} + 7,58.v = 8,64$ ، ثم عين قيمتي α و β .

// دراسة الظاهرة الفيزيائية :

- الكرة المستعملة في تحقيق الدراسة هي كرة من فولاذ كتلتها $m = 32g$ و حجمها V .
- تسارع الجاذبية في مكان الدراسة هو $g = 9,80 m.s^{-2}$.
- تعطى قوى الاحتكاك المطبقة على الكرة بالعلاقة : $\vec{f} = -k\vec{v}$.
1. أحص ثم مثل القوى المطبقة على الكرة أثناء سقوطها .
2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الكرة، و باعتبار المحور الشاقولي موجه نحو الأسفل، أثبت أن المعادلة التفاضلية المتعلقة بالسرعة $v(t)$ تحقق العلاقة : $\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m}v = g\left(1 - \frac{\rho.V_s}{m}\right)$ (3) .
3. بالمطابقة بين المعادلتين (1) و (3) ما هي العبارة الحرفية للمعامل β ، ثم حدد قيمة دافعة أرخميدس التي تخضع لها الكرة .
4. أحسب قيمة كل من السرعة الحدية v_L ، الثابت k و تسارع الكرة في اللحظة $t = 0s$.

لدراسة حركة سقوط جسم صلب (S) كتلته (m) شاقوليا في الهواء ،أستعملت كاميرا رقمية ($Webcam$) ،عولج شريط الفيديو ببرمجة "Avistep" في جهاز الإعلام الآلي فتحصلنا على النتائج التالية :

$t(ms)$	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
$v(m.s^{-1})$	0	0,60	0,90	1,02	1,08	1,10	1,12	1,13	1,14	1,14

1. أ/ أرسم المنحنى البياني الممثل لتغيرات السرعة v بدلالة الزمن t .

يعطى السلم : $1cm \rightarrow 0,20m.s^{-1}$ ، $1cm \rightarrow 0,1s$

ب/ عين قيمة السرعة الحدية v_{lim} .

ج/ كيف يكون الجسم الصلب (S) متميزا للحصول على حركة مستقيمة شاقولية انسحابية في نظامين انتقالي ودائم؟

د/ احسب تسارع حركة (S) في اللحظة $t = 0$.

2. تعطى المعادلة التفاضلية لحركة (S) بالعلاقة $\frac{dv}{dt} + Av = C \left(1 - \frac{\rho \cdot V}{m} \right)$

حيث ρ الكتلة الحجمية للهواء ، V حجم (S) .

أ/ مثل القوى الخارجية المطبقة على مركز عطالة (S) .

ب/ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، اوجد المعادلة التفاضلية لحركة مركز عطالة (S) بدلالة السرعة v وذلك في

حالة السرعات الصغيرة .

وبين أن : $A = \frac{k}{m}$ ، $C = g$ حيث k ثابت يتعلق بقوى الاحتكاك .

ج/ استنتج قيمة دافعة أرخميدس و قيمة الثابت k .

يعطى : $g = 9,8N.Kg^{-1}$ ، $m = 19g$