الأسئلـــة :

التمرين الأول : (08.50 نقطـــة)

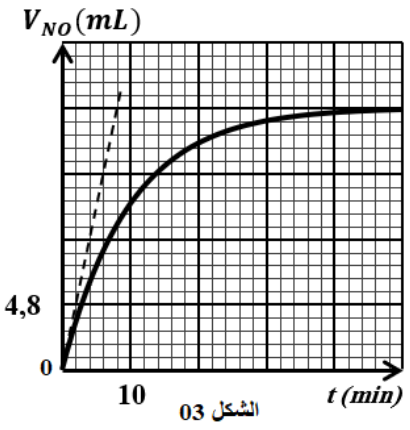
حمض النتريك Nitrique Acide سائل عديم اللون، عندما يكون نقيا شديد التآكل ويسبب حروق شديدة كما يستخدم في صناعة الأسمدة والمتفجرات.....

يهدف هذا التمرين إلى دراسة التحول الكيميائي بين محلول حمض النتريك ومعدن النحاس ومتابعته زمنيا بعدة طرق .

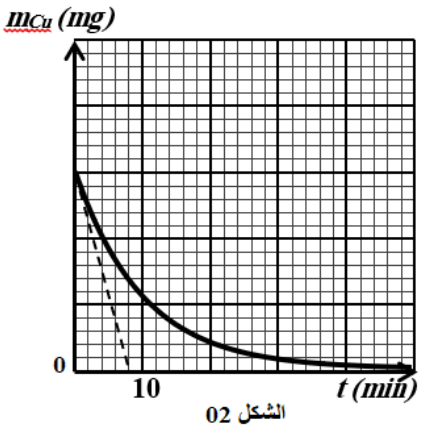
لدراسة تطور التحول الكيميائي التام والبطيء الحادث بين شوارد النترات $NO_{3\,(aq)}^{-}$ ومعدن النحاس $Cu_{(s)}$.

نضع عند اللحظة $t=0$ كتلة $m_0=90mg$ من مسحوق النحاس $Cu_{(S)}$ (درجة نقاوته p) ، نضيف له حجم $V=100ml$ من محلول حمض الآزوت $\left(H_3O^{+}_{(aq)}+NO_{3\,(aq)}^{-}\right)$ تركيزه المولي c عند درجة حرارة ثابتة .

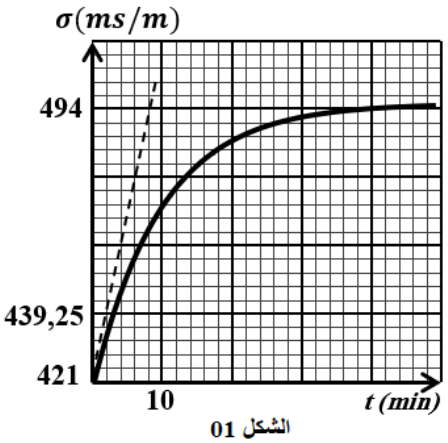
ان متابعة تطور التحول الكيميائي الحادث عند الدرجة $\theta=25°C$ بطرق مختلفة مكنتنا من رسم المنحنيات التالية :



الشكل 03



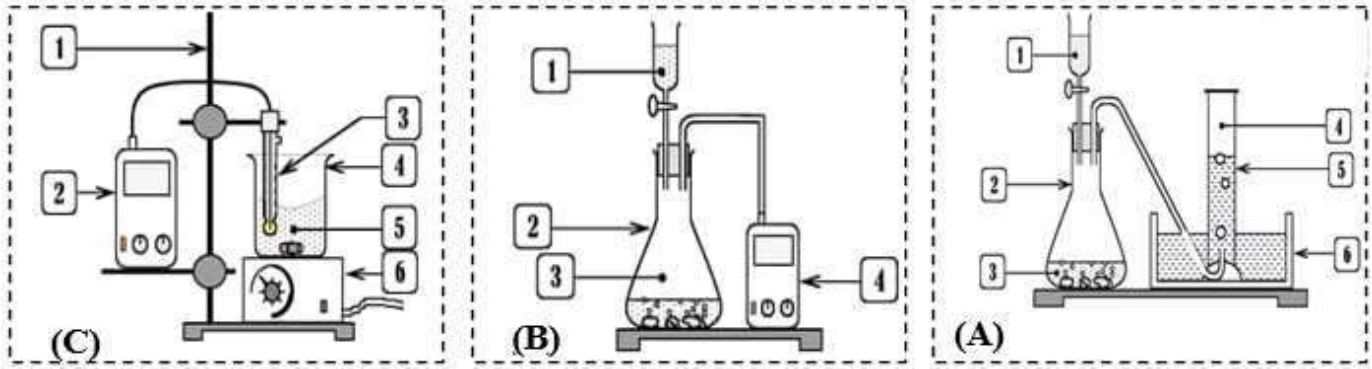
الشكل 02



الشكل 01

1- مالمقصود بتحول كيميائي تام وبطيء ؟

2- اختر التركيب التجريبي المناسب الذي مكننا من الحصول على المنحنى (01) ، والتركيب التجريبي المناسب الذي مكننا من الحصول على المنحنى (03) ، ثم سم العناصر المرقمة .



3- أكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة و للإرجاع ، ثم استنتج معادلة التفاعل أكسدة –إرجاع الحادث .

تعطى الثنائيتان : $\left(Cu^{2+}_{(aq)}/Cu_{(S)}\right)$ ، $\left(NO_{3\,(aq)}^{-}/NO_{(g)}\right)$

4- أنجز جدولا لتقدم التفاعل .

5- تعطى عبارة الناقلية النوعية للمزيج التفاعلي عند كل لحظة بالعلاقة : $\sigma(t)=182x+\sigma_0$.

حيث : σ_0 الناقلية النوعية للمحلول عند اللحظة $t=0$ يطلب إيجاد عبارتها بدلالة : C ، $\lambda_{H_3O^+}$ و $\lambda_{NO_3^-}$.

اعتمادا على المنحنيات السابقة استنتج ما يلي : أ- التركيز المولي c لمحلول حمض الآزوت .
ب- المتفاعل المحد وقيمة التقدم الأعظمي X_{max} . جـ- الكتلة النقية m للنحاس ودرجة النقاوة P .
د- استنتج سلم منحنى الشكل -2 .
هـ- عرف زمن نصف التفاعل ، ثم حدد قيمته بيانيا .

6- تعطى عبارات السرعة الحجمية للتفاعل الموافقة للمنحنيات (1)، (2) ،(3) كما في الجدول الآتي:

المنحنى (01)	المنحنى (02)	المنحنى (03)
$v_{vol} = A \times \frac{d\sigma(t)}{dt}$	$v_{vol} = B \times \frac{dm_{Cu}(t)}{dt}$	$v_{vol} = D \times \frac{dV_{NO}(t)}{dt}$

أ- جد عبارة السرعة الحجمية للتفاعل وذلك بإيجاد عبارة الثوابت A ، B ، D .
ب- اعتمادا على المنحنيات ، أحسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$ مستعملا العلاقات السابقة ، ماذا تستنتج ؟

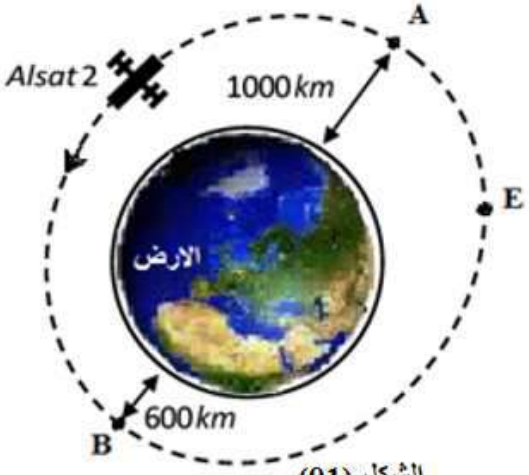
7- نستعمل نفس كتلة النحاس السابقة لكن على شكل قطعة ، أعد رسم منحنى الشكل (2) في نفس المنحنى السابق مع التعليل. معطيات :

$M_{Cu} = 63,5 g/mol$, $\lambda_{NO_3^-} = 7,1\ mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{H_3O^+} = 35\ mS.m^2.mol^{-1}$, $V_M = 24\ L/mol$

التمريـــن الثانـــي : (11.50 نقطـــة)

ان علم الحركة يهتم بدراسة الحركة دون التعرض لمسبباتها ، بينما علم التحريك يهتم بدراسة الحركة ومسبباتها ، لهذا يهدف هذا التمرين لدراسة حركات بعض الأجسام وطبيعتها ، ومعرفة القوى الخارجية المؤثرة فيها واستخدام قوانين كبلر ونيوتن .

I- **المدار الاهليليجي** :

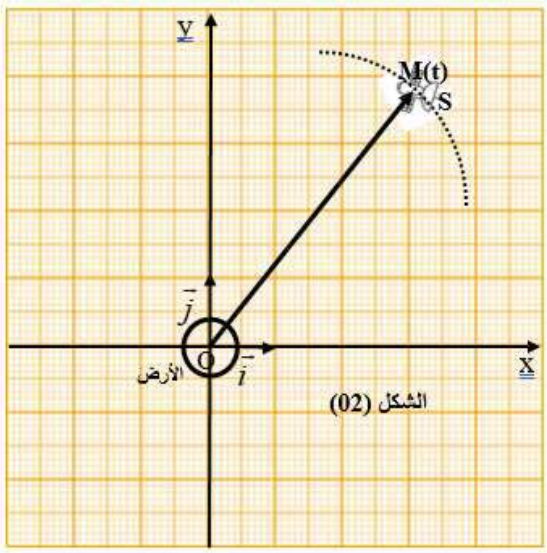


الشكل (01)

في سنة 2010 اطلق القمر الاصطناعي الجزائري Alsat 2 حيث **وضع** في مداره ليدور بنجاح حول الأرض على ارتفاع من سطحها محصور بين 600km و 1000km كما بالشكل(01).

1- أذكر نص قانون كبلر الذي يبرزه الشكل .
2- مثل كيفيا شعاع السرعة اللحظية وشعاع التسارع في **الموضع** E المبين في الشكل مع التعليل.
3- احسب المدة الزمنية التي يستغرقها Alsat 2 ليدور دورة كاملة حول الارض. يعطى ثابت كبلر $K \approx 10^{-13}\ (SI)$

II- **المدار الدائري** :



الشكل (02)

ستحتفل الجزائر يوم 10 ديسمبر 2023 الجاري، بالذكرى السادسة لإطلاق أول قمر اصطناعي جزائري للاتصالات Alcomsat-1 في الفضاء، **وُضع** في مدار ثابت بالنسبة للأرض على ارتفاع 36000 km ،في الموقع المداري 24.8° غربًا في عام 2017 ويتميز بكتلة إجمالية تقارب 5000 kg ، يوفر خدمات البث التلفزيوني والإنترنت ،.....
للتأكد من المعلومات السابقة ،ارتفاعه عن سطح الأرض وكتلته ،وكذلك خاصية أخرى تميزه ،تم تحديد احداثياته الديكارتية في معلم مستوي مبدؤه مركز الأرض كما بالشكل (02) .

تعطى احداثيات القمر الاصطناعي (S) عند أي لحظة t عند **الموضع** M بالمعادلة التالية :

$$\overrightarrow{OM}(t) = 424\times\pi^{10}\sin(7\times10^{-5}t)\vec{i} + 424\times\pi^{10}\cos(7\times10^{-5}t)\vec{j}$$

حيث الأبعاد مقاسة بالمتر والزمن بالثانية

1- ماذا يسمى الشعاع $\overrightarrow{OM}(t)$ ؟ ، ثم استنتج المعادلات الزمنية للحركة .

2- أوجد معادلة مسار القمر الاصطناعي (S) حول الأرض ، وماذا تستنتج ؟

3- تحقق من ارتفاعه عن سطح الأرض ، وهل يتوافق مع القيمة المعطاة ؟

4- مثل قوة جذب الارض لهذا القمر الاصطناعي (S) (الدراسة تكون في معلم فريني).

5- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع عطالي مناسب ، بين أن حركة القمر الاصطناعي (S) حول الأرض دائرية منتظمة ، ثم اوجد عبارة سرعته المدارية v بدلالة : M_T , G , R_T , h ، وأحسب قيمتها بطريقتين.

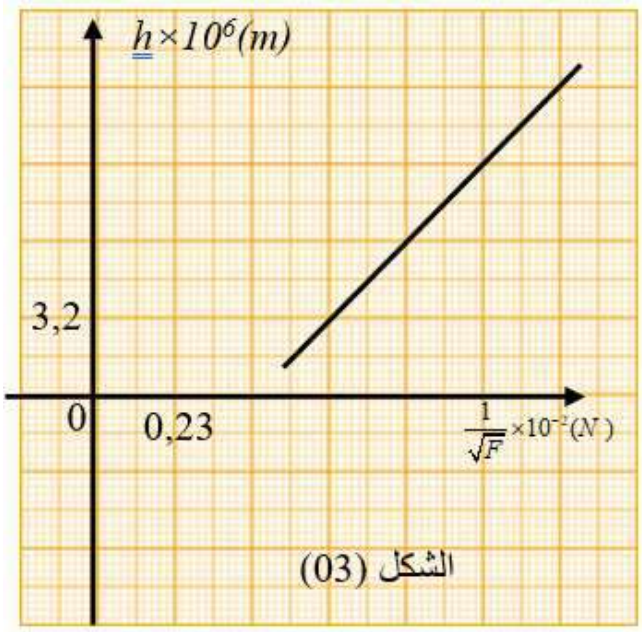
6- الدراسة التجريبية مكنت من رسم المنحنى $h = f\left(\frac{1}{\sqrt{F}}\right)$ المبين في الشكل (03) .

- باستغلال البيان :

أ- تحقق من قيمة كتلة القمر الاصطناعي (S) ،ماذا تستنتج ؟ .

ب- أحسب قيمة دور القمر الاصطناعي (S) .

جـ- ماهي الميزة التي يحققها القمر الاصطناعي Alcomsat-1 ؟ علل .



الشكل (03)

يعطى :

$$G = 6,67\times10^{-11}\,(SI)$$

$$M_T = 6\times10^{24}\,kg \quad , \quad R_T = 6400\,km$$

$$\pi^2 \approx 10$$

عناصر الإجابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع

التمرين الأول :(08.50 نقطة)

1- المقصود بالتحول الكيميائي التام والبطيء :

- تام : المقصود به وجود متفاعل محد على الأقل ($x_f = x_{max}$) — **00.25**
- بطيء : المقصود به أنه يستغرق حدوثه عدة ثواني أو دقائق أو ..... — **00.25**

2- اختيار التركيب التجريبي المناسب :

	المنحنى (01)	المنحنى (03)
التركيب المناسب	التركيب C (المتابعة عن **طريق** قياس الناقلية)	التركيب A (المتابعة عن **طريق** قياس حجم غاز)
تسمية العناصر	❖ 1 : حامل ❖ 2 : جهاز قياس الناقلية ❖ 3 : مسبار ❖ 4 : بيشر ❖ 5 : المزيج التفاعلي ❖ 6 : **مخلاط مغناطيسي**	❖ 1 : محلول حمض الآزوت ❖ 2 : دورق ❖ 3 : المزيج التفاعلي ❖ 4 : غاز NO ❖ 5 : أنبوب مدرج ❖ 6 : حوض مائي

01.00

3- كتابة المعادلات :

- المعادلة النصفية للأكسدة : — 00,25

$$Cu = Cu^{2+} + 2e^-$$

- المعادلة النصفية للإرجاع : — 00,25

$$NO_3^- + 4H_3O^+ + 3e^- = NO + 6H_2O$$

بالجمع نجد :

$$(Cu = Cu^{2+} + 2e^-) \times 3$$

$$(NO_3^- + 4H_3O^+ + 3e^- = NO + 6H_2O) \times 2$$

- معادلة الأكسدة – إرجاع : — 00,50

$$3Cu_{(s)} + 2NO_{3\,(aq)}^- + 8H_3O^+_{(aq)} === 3Cu^{2+}_{(aq)} + 2NO_{(g)} + 12H_2O_{(l)}$$

4- جدول تقدم التفاعل :

حالة الجملة	التقدم $x(mol)$	$3Cu + 2NO_3^- + 8H_3O^+ === 3Cu^{2+} + 2NO + 12H_2O$					
t=0	0	$\frac{m}{M}$	CV	وفرة	0	0	وفرة
t	x	$\frac{m}{M} - 3x$	$CV - 2x$		$3x$	$2x$	
t_f	x_{max}	$\frac{m}{M} - 3X_{max}$	$CV - 2X_{max}$		$3X_{max}$	$2X_{max}$	

00,75

5- إيجاد عبارة الناقلية النوعية σ_0 :

حسب قانون كولوروش نكتب : 00,25

$$\sigma_0 = \left[H_3O^+\right]_0 \times \lambda_{H_3O^+} + \left[NO_3^-\right]_0 \times \lambda_{NO_3^-}$$
$$\Rightarrow \sigma_0 = (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{NO_3^-}) \times c \quad .....(01)$$

حيث : $\left[H_3O^+\right]_0 = \left[NO_3^-\right]_0 = c$

6- اعتمادا على المنحنيات استنتاج ما يلي :

أ- التركيز المولي c لمحلول حمض النتريك :

لدينا : $\sigma_0 = (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{NO_3^-})c$

ومنه :

00,50
$$c = \frac{\sigma_0}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{NO_3^-}} = \frac{421}{(35 + 7.1)}$$
$$\Rightarrow c = 10 mol/m^3$$
$$\Rightarrow c = 10^{-2} mol/l$$

ب- المتفاعل المحد وقيمة التقدم الأعظمي X_{max} : 00,25

- حسب المنحنى (02) نستنتج أن المتفاعل المحد هو النحاس Cu لأن : $m_f(Cu) = 0$
- التقدم الأعظمي :

لدينا من المنحنى (03) وجدول التقدم : 00,50

$$\begin{cases} n_f(NO) = 2X_{max} \Rightarrow X_{max} = \dfrac{n_f(NO)}{2} \\ n_f(NO) = \dfrac{V_f(NO)}{V_M} \end{cases}$$
$$\Rightarrow X_{max} = \frac{V_f(NO)}{2V_M} = \frac{4 \times 4,8 \times 10^{-3}}{2 \times 24} = 4 \times 10^{-4} mol$$

ومنه : $X_{max} = 4 \times 10^{-4} mol$

جـ- الكتلة النقية m للنحاس ودرجة النقاوة P :

بما أن المتفاعل المحد هو النحاس Cu فإن :

00,50
$$\frac{m}{M} - 3X_{max} = 0 \Rightarrow m = 3 \times M \times X_{max} = 3 \times 63.5 \times 4 \times 10^{-4}$$
$$\Rightarrow m(Cu) = 7,62 \times 10^{-2} g = 76,2 mg$$

* درجة النقاوة P : لدينا :

00,25
$$P\% = \frac{m}{m_0} \times 100 = \frac{7,62 \times 10^{-2}}{90 \times 10^{-3}} .100 \approx 84,7\%$$

00,25 د- استنتاج سلم الشكل-2 : $1cm \rightarrow 25,4 mg$

00,25

00,25

5- تعريف زمن نصف التفاعل : هو الزمن اللازم لبلوغ التفاعل نصف تقدمه النهائي .

* تحديد قيمته بيانيا : بالاعتماد على المنحنى (01) أو (02) أو (03) نجد :

$$t_{\frac{1}{2}} = 7\,\text{min}$$

6- تعطى عبارات السرعة الحجمية للتفاعل الموافقة للمنحنيات (1)، (2)، (3) :

أ- إيجاد عبارة السرعة الحجمية للتفاعل وذلك بإيجاد عبارة الثوابت A ، B و D :

3×00,25

المنحنى (01)	المنحنى (02)	المنحنى (03)
$v_{vol} = \frac{1}{V} \times \frac{dx}{dt}$ حيث : $x = \left(\frac{\sigma(t) + \sigma_0}{182} \right)$ بالتعويض نجد : $v_{vol} = \frac{1}{182 \times V} \times \frac{d\sigma}{dt}$ بالمطابقة نجد : $A = \frac{1}{182 \times V}$	$v_{vol} = \frac{1}{V} \times \frac{dx}{dt}$ حيث : $x = \frac{m - m_{Cu}(t)}{3M}$ بالتعويض نجد : $= -\frac{1}{3 \times V \times M} \times \frac{dm_{Cu}}{dt}$ بالمطابقة نجد : $B = -\frac{1}{3 \times V \times M}$	$v_{vol} = \frac{1}{V} \times \frac{dx}{dt}$ حيث : $x = \frac{V_{NO}(t)}{2V_M}$ بالتعويض نجد : $= \frac{1}{2 \times V \times V_M} \times \frac{dV_{NO}}{dt}$ بالمطابقة نجد : $D = \frac{1}{2V \times V_M}$

ب- اعتمادا على المنحنيات ، حساب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$:

3×00,25

المنحنى (01)	المنحنى (02)	المنحنى (03)
$v_{vol} = \frac{1}{182 \times V} \times \frac{d\sigma}{dt}$ $v_{vol} = \frac{1}{182 \times 0,1} \times \left(\frac{(494 - 421) \times 10^{-3}}{8 - 0} \right)$ $v_{vol} = 5.10^{-4} mol/L.\text{min}$	$v_{vol} = -\frac{1}{3V.M} \cdot \frac{dm_{Cu}}{dt}$ $v_{vol} = \frac{1}{0.1 \times 3 \times 63.5} \times \left(\frac{0 - 76,2 \times 10^{-3}}{8 - 0} \right)$ $v_{vol} = 5 \times 10^{-4} mol/L.\text{min}$	$v_{vol} = \frac{1}{2V.V_M} \cdot \frac{dV_{NO_2}}{dt}$ $v_{vol} = \frac{1}{2 \times 0.1 \times 24} \times \left(-\frac{4 \times 4.8 \times 10^{-3}}{8} \right)$ $v_{vol} = 5 \times 10^{-4} mol/L.\text{min}$

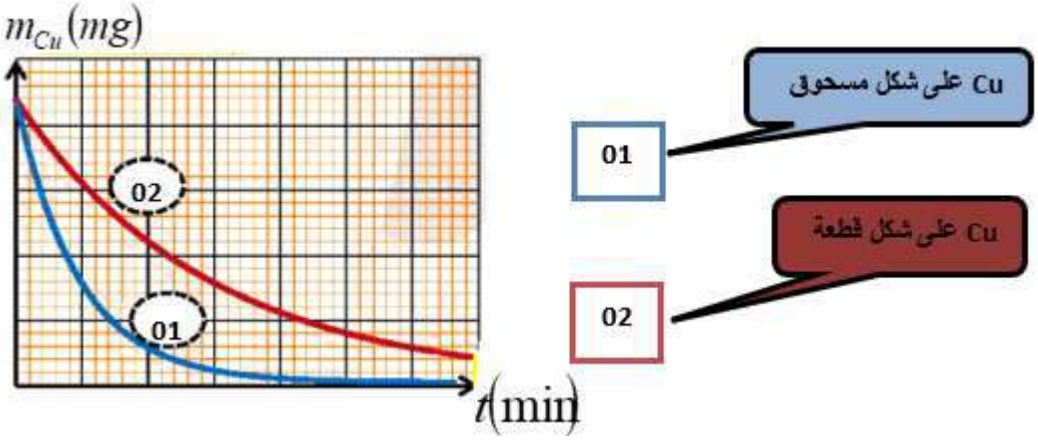
00,25

00,25

- قيم السرعة الحجمية للتفاعل متساوية ومنه نستنتج أنه يمكن متابعة تحول كيميائي بعدة **طرق** و يكفي استعمال **طريقة** واحدة .

7- عند استعمال نفس الكتلة السابقة لكن على شكل قطعة ، يصبح التفاعل الكيميائي أبطأ وذلك لتناقص مساحة سطح التلامس بين المتفاعلات ،وبالتالي يزداد زمن نصف التفاعل.

00,25



التمريـــن الثانـــي : (11.50 نقطـــة)

I- **المدار الاهليليجي** :

1- قانون كبلر الذي يبرزه الشكل هو القانون الأول ، والذي ينص على مايلي : 00,50

" تدور الكواكب (الاقمار الاصطناعية) حول الشمس (الارض) في مدارات اهليليجية تمثل الشمس (الارض) احدى محرقيها "

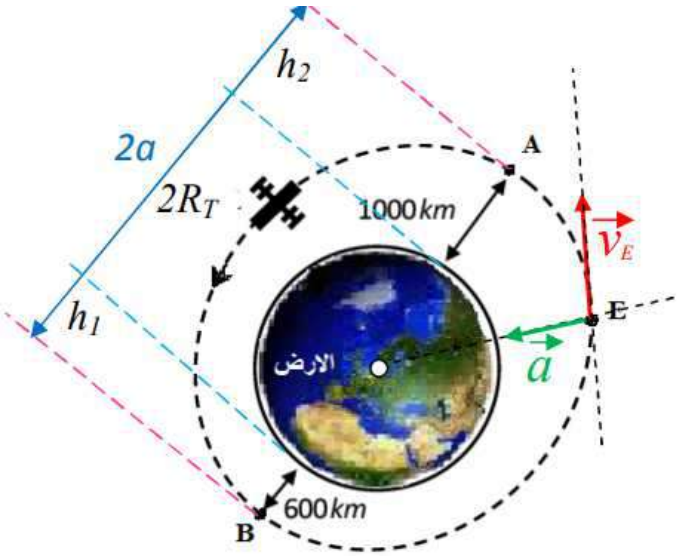
2- تمثيل شعاع السرعة اللحظية وشعاع التسارع في الموضع E المبين في الشكل مع التعليل :

* **شعاع السرعة :** حاماه مماسي للمسار ، جهته في جهة الحركة . 00,50

* **شعاع التسارع :** حسب القانون الثاني لنيوتن له خصائص شعاع محصلة

القوى : $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{F}_{T/S} = m \cdot \vec{a}$

(حامل وجهة شعاع قوة جذب الارض للقمر الاصطناعي)



00,50

3- حساب المدة الزمنية التي يستغرقها Alsat 2 ليدور دورة كاملة حول الارض :

حسب **القانون الثالث لكبلر** نجد :

$$\frac{T^2}{a^3} = K = 10^{-13} \Rightarrow T^2 = a^3 \times 10^{-13}$$

00,50

$$\Rightarrow T = \sqrt{a^3 \times 10^{-13}}$$

$$a = \frac{2R_T + h_1 + h_2}{2} = \frac{2(6400) + 600 + 1000}{2}$$

$$a = 7200km$$

00,50

$$T = \sqrt{(7200 \times 10^3)^3 \times 10^{-13}}$$

$$T = 6109{,}4s = 1{,}7h$$

II- **المدار الدائري** :

$$\overrightarrow{OM}(t) = 424 \times \pi^{10} \sin(7 \times 10^{-5} t)\vec{i} + 424 \times \pi^{10} \cos(7 \times 10^{-5} t)\vec{j}$$

1- يسمى الشعاع $\overrightarrow{OM}(t)$ بشاعاع الموضع .

* استنتاج المعادلات الزمنية للحركة :

نظريا لدينا :

$$\overrightarrow{OM}(t) = x\vec{i} + y\vec{j}$$

بالمطابقة مع المعادلة المعطاة نجد :

00,50

$$\begin{cases} x(t) = 424 \times \pi^{10} \sin(7 \times 10^{-5} t) & .....(01) \\ y(t) = 424 \times \pi^{10} \cos(7 \times 10^{-5} t) & .....(02) \end{cases}$$

2- ايجاد معادلة مسار القمر الاصطناعي حول الأرض :

نربع **طرفي** المعادلتين (01) ، (02) ونقوم بجمعهما فنجد :

00,50

$$x^2 + y^2 = (424 \times \pi^{10})^2 \quad .....(03)$$

وهي معادلة دائرة مركزها (0 , 0) ونصف قطرها :

$$r = 424 \times \pi^{10}\ m \approx 4{,}24 \times 10^7\ m = 42400km$$

* الاستنتاج :

نستنتج أن مسار القمر الاصطناعي حول الأرض دائري ، ونوع حركته دائرية .

3- استنتاج ارتفاع القمر الاصطناعي عن سطح الأرض :

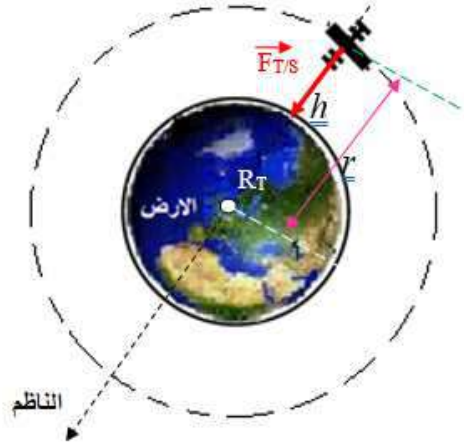
$$r = h + R_T \quad \Rightarrow h = r - R_T$$

00,50

$$\Rightarrow h = r - R_T \approx 42400 - 6400 = 36000\ km$$

نلاحظ أن قيمة ارتفاع القمر الاصطناعي عن سطح الأرض تتوافق مع الارتفاع المعطى .

4- تمثيل قوة جذب الارض لهذا القمر الاصطناعي :



01,00

5- اثبات أن حركة القمر الاصطناعي دائرية منتظمة :

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة القمرالاصطناعي باعتبار مرجع الدراسة المرجع الجيو مركزي عطاليا نجد :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m_S \times \vec{a}$$
$$\vec{F}_{T/S} = m_S \times \vec{a} \quad .....(03)$$

باسقاط العلاقة (03) على المحور الناظمي نجد :

$$0 = m_S \times a_T \Rightarrow a_T = 0$$
$$\Rightarrow \frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow v = cte$$

00,50

بما أن المسار دائري وقيمة السرعة ثابتة فإن الحركة دائرية منتظمة .

* ايجاد عبارة سرعة حركة القمر الاصطناعي v بدلالة : M_T , G , R_T , h :

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة القمرالاصطناعي باعتبار مرجع الدراسة المرجع الجيو مركزي عطاليا نجد :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m_S \times \vec{a}$$
$$\vec{F}_{T/S} = m_S \times \vec{a}$$

بالاسقاط على المحور الناظمي نجد :

$$F_{T/S} = m_S \times a_N$$
$$G\frac{M_T m_S}{r^2} = m_S \times a_N \rightarrow G\frac{M_T}{r^2} = \frac{v^2}{r}$$
$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{G \times M_T}{r}} \quad .....(03)$$

01,00

* حساب قيمتها :

ط/1:

00,50

$$v = \sqrt{\frac{G \times M_T}{r}} = \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{4,24 \times 10^{7}}} \approx 3,1 \times 10^{3}\ m/s$$

ط/2:

من شعاع السرعة اللحظية نجد :

01,00

$$\vec{v}(t) = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j}$$
$$\Rightarrow \vec{v}(t) = 424 \times \pi^{10} \times 7 \times 10^{-5} \cos(7 \times 10^{-5} t)\vec{i} - 424 \times \pi^{10} \times 7 \times 10^{-5} \sin(7 \times 10^{-5} t)\vec{j}$$
$$\Rightarrow \vec{v}(t) = 2968 \cos(7 \times 10^{-5} t)\vec{i} - 2968 \sin(7 \times 10^{-5} t)\vec{i}$$
$$\Rightarrow v = \sqrt{\left[2968 \cos(7 \times 10^{-5} t)\right]^2 + \left[\left[-2968 \sin(7 \times 10^{-5} t)\right]^2\right]^2}$$
$$\Rightarrow v \approx 3 \times 10^{3}\ m/s$$

6- أ- التحقق من قيمة كتلة القمر الاصطناعي :

البيان خط مستقيم لايمر من المبدأ معادلته من الشكل :

00,50

$$h = A \cdot \frac{1}{\sqrt{F}} + B \quad .....(04) \qquad / \begin{cases} A = \tan\alpha = \dfrac{(12,8 - 3,2) \times 10^{6}}{(1,38 - 0,69) \times 10^{-2}} = 13,9 \times 10^{8} \\ B = 6,4 \times 10^{6} m \end{cases}$$

نظريا لدينا :

00,50

$$F = \frac{G \times m_S \times M_T}{(h + R_T)^2}$$
$$\Rightarrow h = \sqrt{G \times m_S \times M_T} \times \frac{1}{\sqrt{F}} - R_T \quad .....(05)$$

بمطابقة العلاقتين (04) و (05) نجد:

00,50

$$\begin{cases} A = \sqrt{G \times m_S \times M_T} \quad .....(06) \\ B = -R_T \quad .....(07) \end{cases}$$

من (06) نجد :

00,50

$$A = \sqrt{G \times m_S \times M_T} \Rightarrow m_S = \frac{A^2}{G \times M_T}$$
$$m_S = \frac{(13,9 \times 10^{8})^2}{6,67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}} = 4,83 \times 10^{3}\ kg \approx 5 \times 10^{3}\ kg$$

ومنه نستنتج أن كتلة القمر الاصطناعي تتوافق مع القيمة المعطاة في حدود أخطاء التجربة.

ب- إيجاد قيمة دور القمر الاصطناعي : لدينا : $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \times 4,24 \times 10^7}{3,10 \times 10^3} \approx 8,6 \times 10^4 s \approx 24h$	00,50	
جـ- الخاصية التي تميز القمر الاصطناعي Alcomsat1 أنه جيو مستقر لأنه يحقق **الشروط** التالية : * دوره يساوي دور الأرض. * يتواجد على ارتفاع 36000 km من سطح الأرض .	01,00	