الأستاذ: عبّاس محمد
علوم فيزيائية

# المتابعة الزمنية لتحوّل كيميائي في وسط مائي

نمزج في اللحظة $t = 0$ حجما $V_1 = 368\ mL$ من محلول ليود البوتاسيوم بتركيز $C_1 = 0{,}05\ mol \cdot L^{-1}$ مع حجم $V_2 = 32\ mL$ من الماء الأكسجيني بتركيز $C_2 = ?\ mol \cdot L^{-1}$ وكمية كافية من حمض الكبريت المركز فيحدث تفاعل أكسدة – إرجاع وفق المعادلة:

$$H_2O_2(aq) + 2I^-(aq) + 2H^+(aq) = 2H_2O(\ell) + I_2(aq) \dots\dots\dots (1)$$

نتابع هذا التحول البطيء والتام عن طريق المعايرة اللونية وذلك بقياس التركيز المولي لثنائي اليود المتشكل في لحظات زمنية متعاقبة.

نأخذ في اللحظة t عينة حجمها $V = 40{,}0\ mL$ من المزيج ونضعها في بيشر يحتوي على جليد منصهر ونشاء ، فتأخذ العينة لونا أزرقا ، نضيف تدريجيا الى هذه العيّنة محلولا مائيا لثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+(aq) + S_2O_3^{2-}(aq))$ بتركيز $C_3 = 0{,}10\ mol \cdot L^{-1}$ إلى غاية زوال اللون الأزرق. باستغلال الحجم $V_E$ (حجم ثيوكبرتات الصوديوم اللازم للتكافؤ) ومعادلة تفاعل المعايرة نستنتج التركيز المولي لثنائي اليود.

نكرر العملية في لحظات متعاقبة ونرسم البيان $[I_2(aq)] = f(t)$ (الشكل).

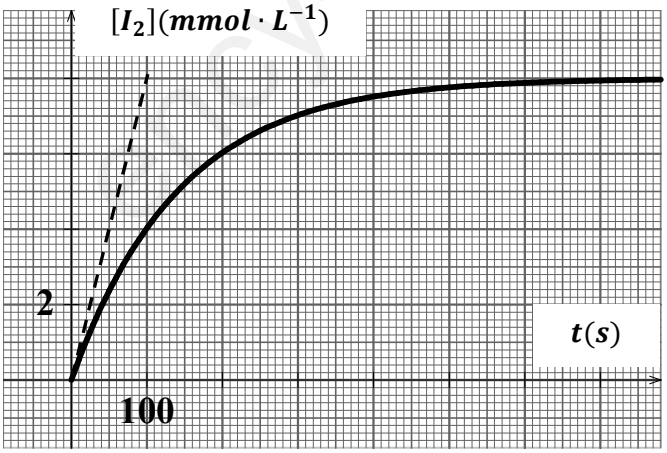
1 – أ – ارسم بشكل تخطيطي مع البيانات عملية المعايرة.

1 – ب – اكتب معادلة تفاعل المعايرة. الثنائيتان $(Ox/Red)$ هما $(I_2/I^-)$ و $(S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-})$.

2 – عرّف التكافؤ، ثم بيّن أن تركيز ثنائي اليود في العينة يعطى بالعلاقة: $[I_2] = 1{,}25 \cdot V_E$.

3 – أنشئ جدولا للتقدم للتفاعل المنمذج بالمعادلة (1).

4 – احسب التقدم الاعظمي $x_{max}$ وبيّن أن المتفاعل المحدّ هو الماء الاكسجيني $H_2O_2$.




5 – احسب $C_2$ التركيز المولي لمحلول الماء الاكسجيني.

6 – جد بيانيا زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

7 – احسب سرعة التفاعل في اللحظة $t = 0\ s$.

8 – ما هي المفاهيم(الدلالات)التي تبرزها العبارات التالية:

- يحتوي على جليد منصهر.
- زوال اللون الأزرق.

يوم 11 / 11 / 2021 مدة الفرض: ساعة واحدة

3as.ency-education.com

"**هيبوكلوريت الصوديوم** مركب كيميائي صيغته الكيميائية $NaClO$ يتكون من شاردة الصوديوم $Na^+(aq)$ وشاردة الهيبوكلوريت $ClO^-(aq)$ .اكتشف من طرف الكيميائي الفرنسي برتوليه *Berthollet* سنة 1789 وسماه **ماء جافيل** *Eau de Javel* .يتميز بلونه الأصفر المائل للاخضرار ويستخدم كمطهر أوكعامل مبيّض." مقتبس عن موسوعة **ويكيبيديا** بتصرف

تتفكك شاردة الهيبوكلوريت في وسط أساسي في تحول كيميائي بطيء وتام وفق معادلة التفاعل: $2ClO^-(aq)=2Cl^-(aq)+O_2(g)$

يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركية التحول الكيميائي السابق. لأجل ذلك نقوم بالتجارب التالية.

**التجربة الأولى:** نحضر حجما $V_S=100mL$ لمحلول $(S)$ بتمديد خمس مرات محلولا لهيبوكلوريت الصوديوم $(S_0)$ تركيزه $C_0=1,3mol/L$ .

أ. احسب حجم المحلول المركز $V_0$ اللازم لتحضير المحلول $(S)$ .

ب. اختر الزجاجيات الملائمة لعملية التمديد من بين الزجاجيات المقترحة.

| حوجلة عيارية | ماصة عيارية | أيرلنماير | مخبار مدرج | سحاحة | بيشر |
|---|---|---|---|---|---|
| $50mL$ ,$100mL$ , $250mL$ | $5mL$ ,$10mL$ , $20mL$ | $100mL$ , $250mL$ | $5mL$ , $10mL$ , $20mL$ | $50mL$ , $25mL$ | $100mL$ , $250mL$ , $300mL$ |

جـ. بين أن تركيز شوارد الهيبوكلوريت في المحلول $(S)$ $\left[ClO^-(aq)\right]=26\times10^{-2}\,mol/L$ .

**التجربة الثانية:** نسكب في كأسي بيشر (1) و (2) حجمين متساويين من المحلول $(S)$ ونضيف للبيشر (1) كمية من محلول وردي لكلور الكوبالت الثنائي $(Co^{2+}(aq)+2Cl^-(aq))$ فنلاحظ انطلاق تدريجي لفقاعات غازية ليتلون محتوى البيشر (1) باللون الوردي بعد مدة زمنية بينما لا يحدث أي شيء في البيشر رقم (2) .

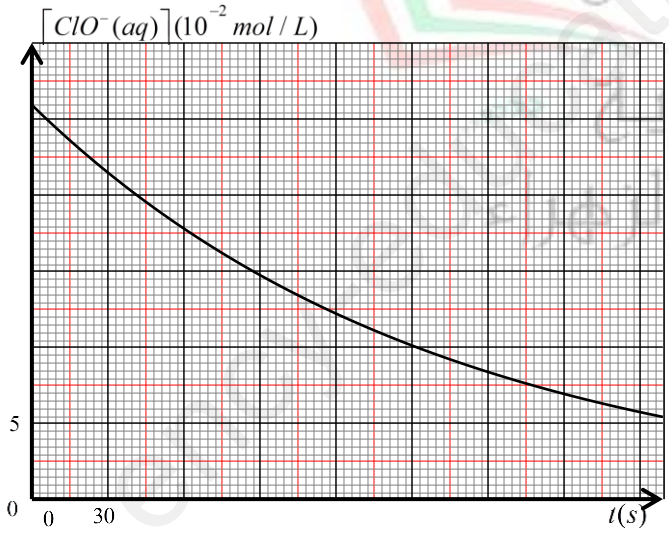
أ. عرف الوسيط

ب. تؤدي شوارد الكوبالت الثنائية $Co^{2+}(aq)$ دور الوسيط خلال التجربة. علل.

جـ. حدد مع التعليل نوع الوساطة.

د. فسر عدم ملاحظة أي شيء في البيشر (2) .

**التجربة الثالثة:** في اللحظة $t=0$ نسكب كمية من محلول كلور الكوبالت الثنائي إلى حجم $V_1=100mL$ من المحلول $(S)$ لهيبوكلوريت الصوديوم (نفرض أن حجم المحلول لا يتغير) ونسجل بتقنية مناسبة حجم غاز الأكسيجين المنطلق عن تفكك شاردة الهيبوكلوريت.




1. أ. أنجز جدول تقدم التفاعل لتفكك شاردة الهيبوكلوريت.

ب. حدد حجم $V_{O_2(g)}$ غاز ثنائي الأكسيجين المنطلق عند التفكك الكلي لشاردة الهيبوكلوريت.

جـ. بين: $\left[ClO^-(aq)\right]=26\times10^{-2}-\dfrac{V_{O_2(g)}}{1120}$ .حيث $V_{O_2(g)}$ بـ $mL$

2. يعطى المنحنى البياني لتطور تركيز شوارد الهيبوكلوريت.

أ. عرف وحدد زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ .

ب. عرف وأحسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t=120s$ .

جـ. حدد تركيز شوارد الكلور الناتجة عن التفاعل عند اللحظة $t=120s$ .

$V_M=22,4L/mol$



3as.ency-education.com

**التمرين**

في دورق حجمه $V = 120mL$ عند اللحظة t=0s نمزج حجما $V_1 = 10mL$ من محلول حمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_1$ و حجما $V_2$ من محلول مائي لتيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+ + S_2O_3^{-2})_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_2$ حيث يعتبر هذا التفاعل تام نتابع بواسطة المعايرة التطور الزمني للتركيز المولي لشوارد التيوكبريتات خلال التحول الكيميائي في درجة حرارة ثابتة تقدر بـ $\theta(^0C)$ . بواسطة برمجية تحصلنا على البيانين (انظر الوثيقة الشكل-1- و الشكل-2- ).. نعتبرغاز $SO_2$ غاز مثالي في شروط التجربة التالية . : درجة الحرارة $\theta(°C)$ , الضغط $P = 1.013 \cdot 10^5\ Pa$ . تعطى : قانون الغاز المثالي $P.V=nRT$ حيث R=8.31

1- علما ان الثنائيات المتفاعلة هي : $S_2O_3^{-2}/S$ , $SO_2/S_2O_3^{-2}$. بين ان معادلة التفاعل الحادث هي:

$$S_2O_3^{-2}{}_{(aq)} + 2H_3O^+{}_{(aq)} \rightarrow S_{(aq)} + SO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$$

2- إنشئ جدول تقدم التفاعل

3- باستغلال المنحنى( الشكل-2-)حدد المتفاعل المحد ثم أحسب قيمة كل من التقدم الاعظمي والتركيز المولي $C_1$ لحمض كلور الماء

4- أحسب قيمة الحجم $V_2$ ثم إستنتج قيمة التركيز المولي $C_2$ لتيوكبريتات الصوديوم

5- إستنتج قيمه درجه الحرارة $\theta(°C)$ التي اجريت فيها التجربة .

6- أحسب قيمة السرعة اللحظية للتفاعل عند اللحظه $t=0\ s$.

7- عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ . ثم بين أنه عند هذه اللحظة يكون التركيز المولي لشوارد التيوكبريتات $\left[S_2O_3^{-2}\right]$ يحقق العلاقة

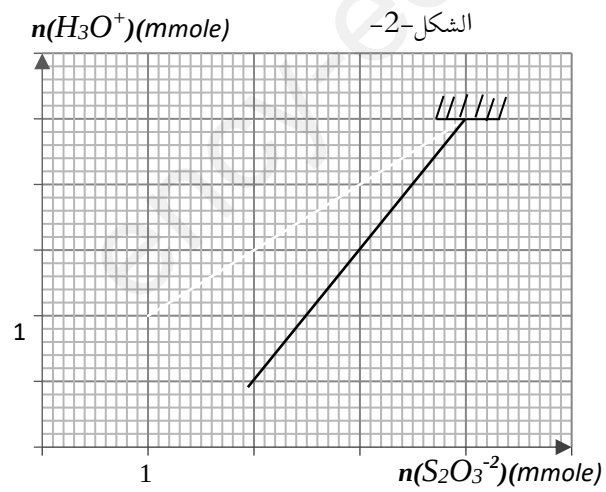
$$\left[S_2O_3^{-2}\right]_{t_{1/2}} = \frac{\left[S_2O_3^{-2}\right]_0 + \left[S_2O_3^{-2}\right]_f}{2}$$ و أحسب قيمته.

8- عين التركيب المولي للأنواع الكميائية المتواجدة في المزيج المتفاعل عند اللحظة $t=40s$

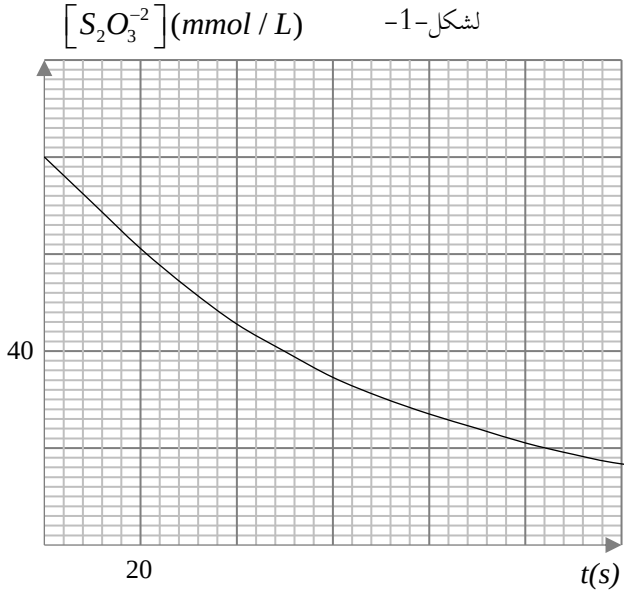
---

الاسم: ..... اللقب: ..... القسم:.....

الشكل-2-




لشكل-1-




3as.ency-education.com

**الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية**

**وزارة التربية الوطنية**
**الشعبة : علوم تجريبية**
**تقني رياضي ، رياضيات**
**المدة : 02 سا و 30 د**

**السنة الدراسية : 2022/2021**
**فرض في مادة : العلوم الفيزيائية**
**ثانوية : باية الخاصة - بليدة -**
**السنة : الـثالثة ثانوي**

**على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين :**

## الموضوع الأول

**يحتوي الموضوع الأول على 02 صفحات ( من الصفحة 1 من 4 إلى الصفحة 2 من 4 )**

### التمرين الأول :

نريد دراسة حركية التحول الكيميائي التام بين شوارد ثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}{}_{(aq)}$ مع شوارد الأكسونيوم $H_3O^+{}_{(aq)}$ الذي ننمذجه بمعادلة التفاعل :

$$S_2O_3^{2-}{}_{(aq)} + 2H_3O^+{}_{(aq)} = S_{(s)} + SO_{2\,(g)} + 3H_2O_{(l)}$$

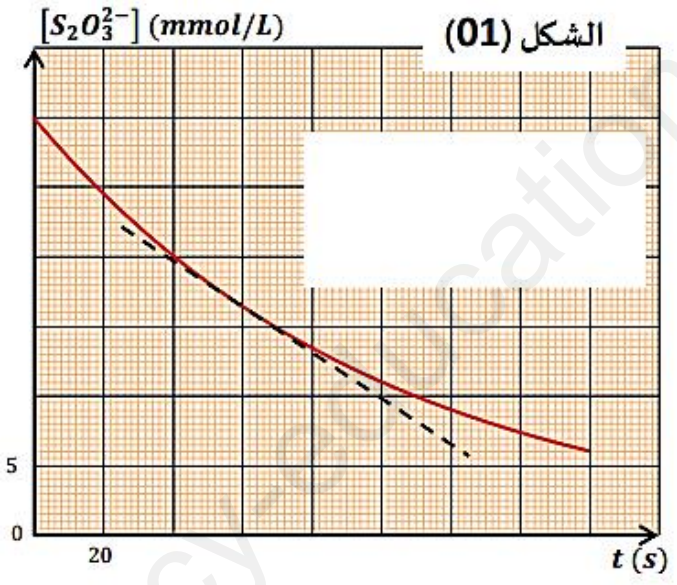
في اللحظة $t = 0$ من أجل درجة حرارة 25°C نمزج حجما $V_1 = 100\ ml$ من محلول ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})_{aq}$ تركيزه المولي $C_1$ مع حجم $V_2$ من محلول حمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)_{aq}$ تركيزه المولي $C_2 = 0{,}12\ mol/l$ .

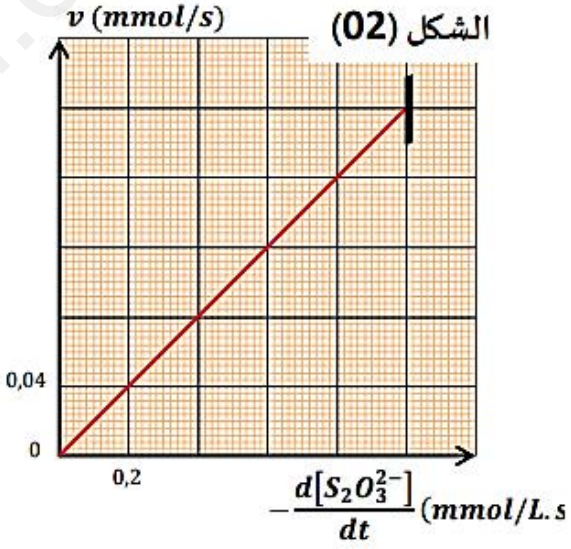
1- هل يمكن متابعة هذا التفاعل عن طريق قياس الناقلية ؟ علل ؟

2- عرف التفاعل التـام ؟ و هل التحول المدروس سريع أم بطيء ؟ علل .

3- أنشئ جدول تقدم التفاعل .

المتابعة الزمنية لهذا التحول الكيميائي مكنتنا من رسم المنحنيين البيانيين الموضحين في الشكل (01) و (02) .




4- إعتمادا على جدول التقدم التفاعل أثبت أنه من أجل كل لحظة $t$ :

$$[H_3O^+] = a + b.[S_2O_3^{2-}]$$

حيث $a$ و $b$ يطلب تعيين عبارتيهمـا .

5- عرف السرعة الحجمية لإختفاء $S_2O_3^{2-}$ , ثم تأكد أن علاقتهـا مع سرعة التفاعل تكتب بالعلاقة :

$$V_{vol}(S_2O_3^{2-}) = \frac{v}{V_1 + V_2}$$

6- أ- اعتمادا على العلاقة الرياضية لبيان الشكل (02) أوجد قيمة الحجم $V_2$ .

ب- استنتج التركيز المولي $C_1$ لمحلول ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})_{aq}$ .

7- هل المزيج الإبتدائي للمتفاعلات في شروط ستكيومترية ؟

8- أوجد قيمة التقدم الأعظمي $x_{max}$ .

9- أحسب قيمة سرعة التفاعل عند اللحظة $t = 1\ min$ ثم استنتج قيمة سرعة اختفاء شوارد الأكسونيوم .

10- حدد أهمية زمن نصف التفاعل $t_{\frac{1}{2}}$ و عين قيمته بيانيـا ؟

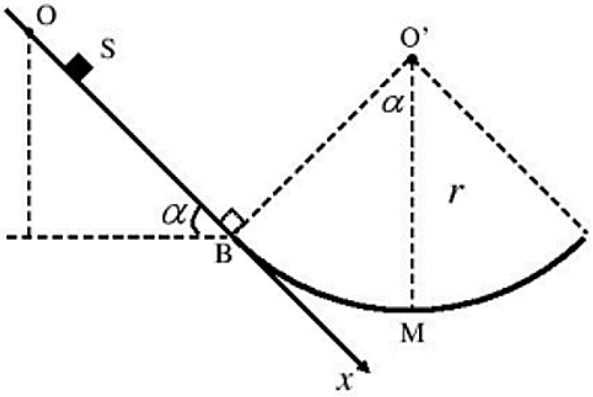
3as.ency-education.com

**التمرين الثانـي :**

يتكون مسار جسم متحرك $(S)$ كتلته $m = 200\ g$ من جزئين :

- جزء يمثل خط الميل الأعظم لمستو مائل بزاوية $\alpha = 45°$ عن المستوي الأفقي , وهو عبارة عن وسادة هوائية , يمكن أن نلغي الإحتكاك على المستوي المائل بتشغيل مضخة الوسادة الهوائية .
- جزء يمثل قوس من دائرة توجد في مستو شاقولي مركزه $(O')$ و نصف قطره $r = 1\ m$ .

نهمل تأثير الهواء في كل التمرين و نجري التجربتين :




**الحركة على المستوي المائل $OB$ :**

**التجربة الأولى :**

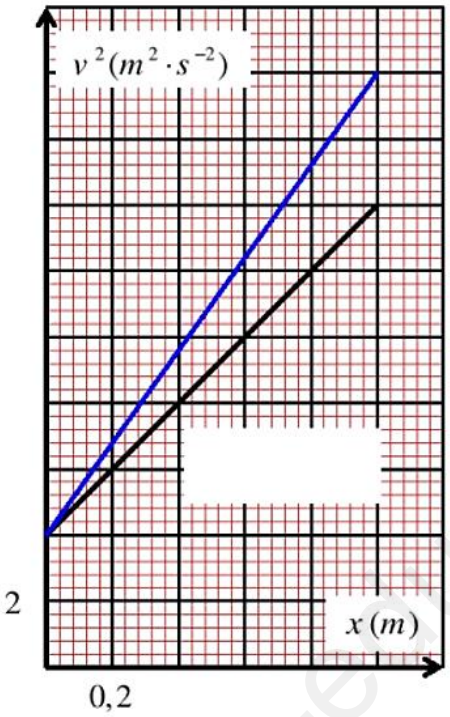
نشغل المضخة و ندفع الجسم من النقطة $(O)$ بسرعة $\overrightarrow{v_0}$ موازية لخط الميل الأعظم .

بواسطة تجهيز مناسب يمكن تحديد فواصل الجسم $(S)$ على المحور $Ox$ فوق المستوي المائل في اللحظات الزمنية الموافقة .

**التجربة الثانية :**

نقوم بنفس التجربة السابقة , لكن بدون تشغيل المضخة نعتبر الإحتكاك على المستوي المائل قوة ثابتة شدتها $f$ .

نمثل بيانيا مربع سرعة الجسم $(v^2)$ بدلالة الفاصلة $x$ في كل تجربة :




1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في معلم سطحي أرضي , جد العبارة الحرفية لطويلة تسارع $(S)$ و أكتب العلاقة التي تربط بين $v^2$ و $x$ في كل تجربة .

2- أنسب كل بيان للتجربة الموافقة مع التعليل .

3- أحسب شدة قوة الإحتكاك $f$ .

**الحركـة على المسار الدائري $BM$ :**

1- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين $B$ و $M$ , أحسب سرعة الجسم في النقطة $(M)$ أسفل نقطة في المسار الدائري و ذلك في التجربة الأولى .

2- أحسب في التجربة الأولى شدة قوة تأثير الطريق على الجسم في $(M)$ .

معطـيات :

الجاذبية الأرضـية : $g_0 = 9{,}8\ m/s^2$

**إنتـهى الموضوع الأول**

ency-education.com

## الموضوع الثاني

**يحتوي الموضوع الثاني على 02 صفحات ( من الصفحة 3 من 4 إلى الصفحة 4 من 4 )**

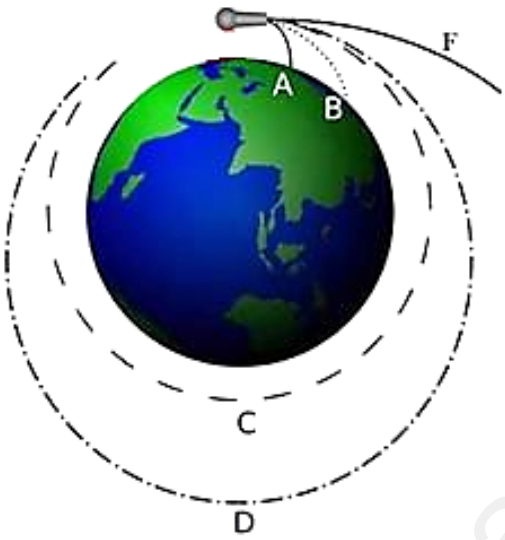
### التمرين الأول :

لفهم ظاهرة الحركة القمر و الأقمار الإصطناعية حول الأرض نقترح نموذج المدفع المداري الذي يمثل تجربة فكرية إقترحها العالم نيوتن لشرح دوران جسم حول جسم آخر – الشكل 01 – إذ أن السرعة الإبتدائية تلعب دور كبير في تحديد مسار حركة الجسم .

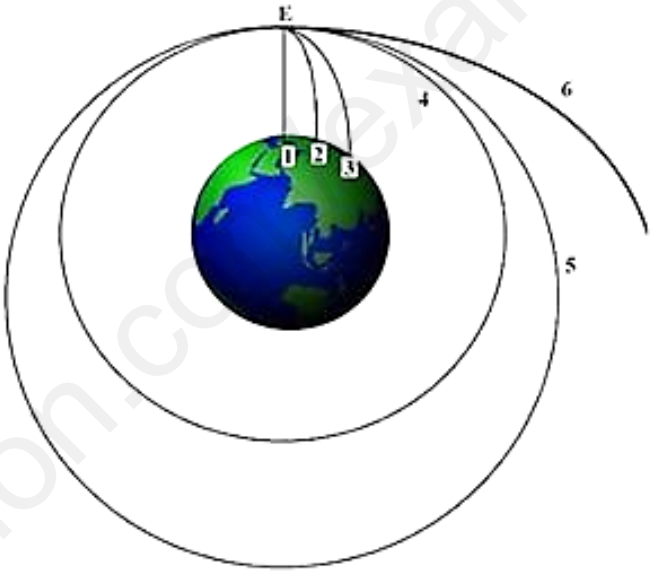
بواسطة برمجية خاصة نجري محاكاة – الشكل 02 – لقذف جسم $(S)$ كتلته $m_s$ بسرعة إبتدائية $v_0$ من نفس النقطة $E$ تقع على ارتفاع $h = R_T$ من سطح الأرض بالنسبة لمعلم مركزي أرضي يتم قذف القذيفة بطريقة أفقية مع إعتبار أن القذيفة تخضع لقوة جذب الأرض فقط ندون النتائج في الجدول التالي :

| السرعة الإبتدائية $v_0$ | $v_0 = 0$ | $v_0 = V$ | $v_0 > V$ | $v_0 < V$ | $v_0 << V$ | $v_0 >>> V$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| المسار | المسار 01 | المسار 04 | المسار 05 | المسار 03 | المسار 02 | المسار 06 |

$V$ تمثل السرعة المدارية لمركز عطالة الجسم $(S)$ في مداره وفق المسار 04 .




الشكل-01-




الشكل-02-

1- أكتب نص قانون الجذب العام لنيوتن , ثم أكتب عبارة قوة الجذب العام التي تطبقها الأرض على الجسم $(S)$ .

2- نعتبر مسار مركز عطالة الجسم $(S)$ دائري نصف قطره $r = 2R_T$ كما هو محدد بالشكل - 02 - ( المسار 04 )

2-1- مثل قوة جذب الأرض للجسم $(S)$ .

2-2- بين أن حركة مركز عطالة الجسم $(S)$ دائرية منتظمة .

2-3- أوجد العبارة الحرفية للسرعة المدارية $V$ لمركز عطالة الجسم $(S)$ في مداره , ثم أحسب قيمتها .

2-4- هل السرعة المدارية تتعلق بكتلة الجسم $m_s$ أم بالإرتفاع $h$ ؟

3- نقذف جسم آخر كتلته $m_1 = 2m_s$ بسرعة إبتدائية $v_0 = V$ من نفس الإرتفاع $h = R_T$ ما هو مسار حركة مركز عطالة الجسم $(S)$ من بين المسارات المحددة في الشكل - 02 – مع التعليل ؟

4- أذكر القانون الثاني لكبلر ، ثم اعتمادا على هذا القانون وبدون أي حساب ، بيّن أن سرعة هذه الأقمار الصناعية غير ثابتة .

5- عرف الدور ثم أوجد عبارته بدلالة $G$ , $M_T$ و $r$ ثم أحسب قيمتـه .

6- استنتج القانون الثالث لكبلر , ثم أحسب ثابت كبلر .

7- اعتمادا على نتائج هذا التمرين و معلوماتك السابقة حلل المسارات $A$ , $B$ , $C$ , $D$ , $F$ الموضحة في الشكل -01 – ثم قدم تفسيرا لعدم سقوط الأقمار و الأقمار الإصطناعية ذات الحركة الدائرية المنتظمة حول الأرض .

معطيات :

كتلة الأرض : $M_T = 6 \times 10^{24}\ Kg$

شعاع الأرض : $R_T = 6{,}4 \times 10^{3} Km$

ثابت الجذب العـام : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$

ency-education.com

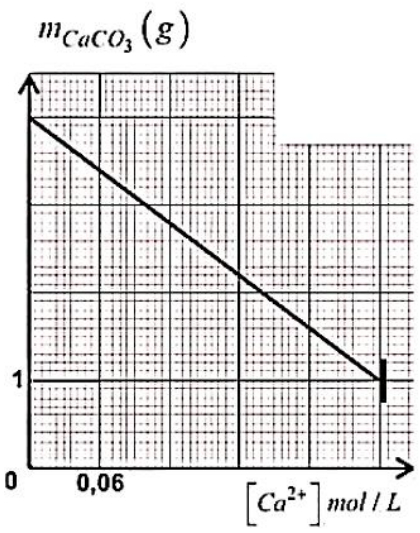
**التمرين الثـاني :**

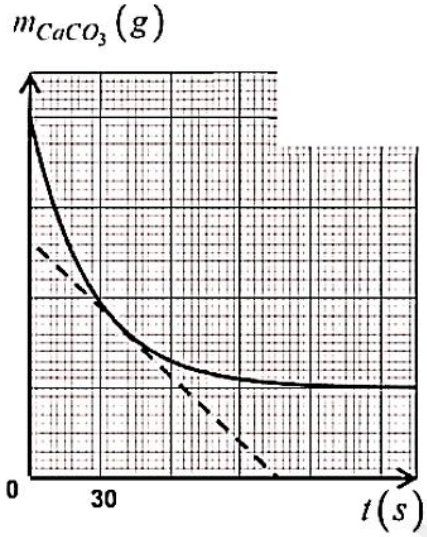
يحتوي الطباشير على نسبة $P\%$ من كربونات الكالسيوم

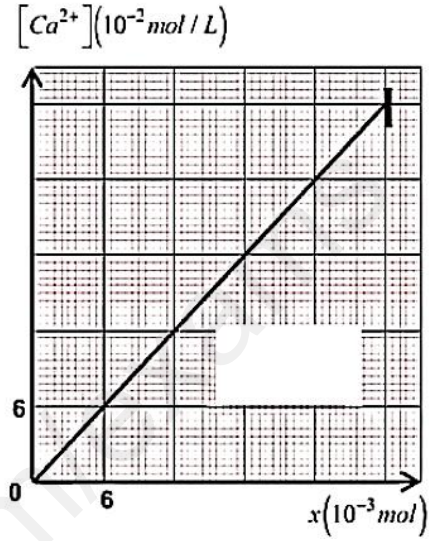
لدراسة التفاعل التام بين كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ و محلول مائي $(S)$ لحمض كلور الهيدروجين $(H_3O^+ + Cl^-)$ تركيزه المولي $c_0$ , نضع عند اللحظة $t = 0$ قطعة من مسحوق الطباشير $m = 4{,}7\ g$ في حجم $V$ من المحلول $(S)$ , نكتب معادلة التفاعل الحادث :

$$CaCO_{3\,(s)} + 2H_3O^+_{\,(aq)} = Ca^{2+}_{\,(aq)} + CO_{2\,(g)} + 3H_2O_{\,(l)}$$

الدراسة التجريبية مكنتنا من رسم المنحنيات البيانية : $[Ca^{2+}] = f(x)$ , $m_{(CaCO_3)} = g(t)$ , $m_{(CaCO_3)} = h([Ca^{2+}])$




1- أنجز جدول تقدم التفاعل الحادث .

2- اعتمادا على جدول التقدم التفاعل و المنحنيات البيانية أوجد :

- قيمة التقدم الأعظمي $X_{max}$ .
- التركيز المولي $[Ca^{2+}]_f$ ثم استنتج حجم المحلول $V$ .
- حدد المتفاعل المحد ، ثم جد التركيز المولي $c_0$ لمحلول كلور الهيدروجين .

3- بين أن عبارة الكتلة $m_{(CaCO_3)}$ في لحظة $t$ تكتب بالعلاقة :

$$m_{(CaCO_3)} = m_0 - M.V.[Ca^{2+}]$$

حيث : $M$ هي الكتلة المولية لكربونات الكالسيوم .

4- أوجد الكتلة الإبتدائية $m_0$ لكربونات الكالسيوم و الكتلة النهائية $m_f$ لكربونات الكالسيوم في نهاية التفاعل .

5- أحسب النسبة $P\%$ لكربونات الكالسيوم في قطعة الطباشير .

6- جد سلما مناسبا لمحور التراتيب للمنحنى $m_{(CaCO_3)} = g(t)$ .

7- أ- بين أن عند $t = t_{\frac{1}{2}}$ يكون :

$$m_{t_{\frac{1}{2}}\,(CaCO_3)} = \frac{m_{0\,(CaCO_3)} + m_{f\,(CaCO_3)}}{2}$$

7- ب- استنتج قيمة $t_{\frac{1}{2}}$ .

8- أحسب السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة $t = 40\ s$ .

معطيات : $M(CaCO_3) = 100\ g/mol$

**إنتهى الموضوع الثاني**

ency-education.com