

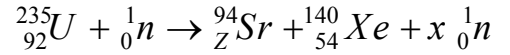
BAC 2020

الموضوع رقم: 11

BAC 2020

التمرين رقم: 01

اليورانيوم 235 أحد نظائر اليورانيوم ، وهو من المواد التي تستخدم كوقود نووي في المفاعلات النووية لإنتاج الطاقة الكهربائية. ويتم ذلك بتحول الإنشطار النووي لأنوية اليورانيوم 235 حسب معادلة التفاعل النووية التالية:



1- أ- عرف مايلي: النظائر، تحول الإنشطار النووي .

ب- جد قيمة كل من x و Z ، مبينا القوانين المستعملة .

ج- لماذا نقول أن تحول الإنشطار النووي أنه تسلسي ومغذى ذاتيا؟

2- مثلنا في الشكل- 1 مخطط الحصيلة الطاقوية لتفاعل الإنشطار لنواة واحدة من اليورانيوم 235.

أ- ماذا تمثل كل من A و B و C و ΔE_1 و ΔE_2 ؟

ب- جد قيمة كل من a و b و A و B و C .

3- إعتمادا على مخطط الحصيلة الطاقوية:

أ- جد قيمة طاقة الربط النووي E_l لكل من النواتين ${}_{92}^{235}\text{U}$ و ${}_Z^94\text{Sr}$.

ب- رتب الأنوية المذكورة في معادلة الإنشطار النووي حسب تزايد الإستقرار مع التعليل.

ج- جد قيمة الطاقة المحررة E_{lib} عن إنشطار نواة واحدة لليورانيوم 235 .

د- أحسب الطاقة المحررة E عن إنشطار $m = 1\text{kg}$ من أنوية اليورانيوم 235.

4- تستعمل الطاقة المحررة E السابقة في توليد الطاقة الكهربائية في مفاعل نووي إستطاعته الكهربائية

$P = 90\text{MW}$ وبمردود طاقي $r = 30\%$.

- أحسب المدة الزمنية اللازمة لاستهلاك الكتلة m السابقة.

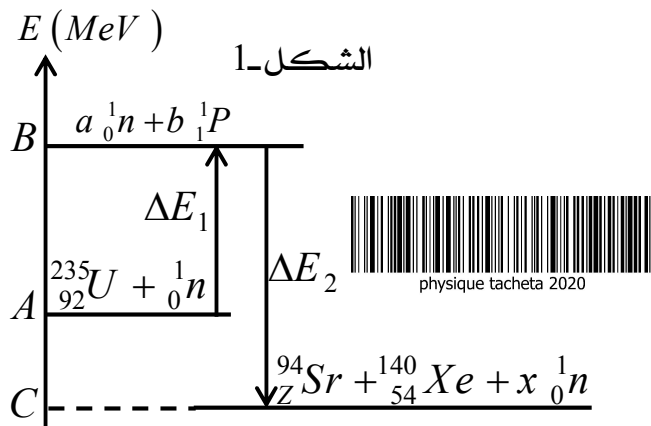
المعطيات:

المردود الطاقي: $r = \frac{E_e}{E}$ حيث E_e الطاقة الكهربائية، و E الطاقة المحررة، $N_A = 6,023 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

$$m({}_{54}^{140}\text{Xe}) = 139,8920u \quad , \quad m({}_Z^94\text{Sr}) = 93,8945u \quad , \quad m({}_{92}^{235}\text{U}) = 234,9934u$$

$$M({}_{92}^{235}\text{U}) = 235 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad , \quad m({}_1^1\text{P}) = 1,00728u \quad , \quad m({}_0^1\text{n}) = 1,00866u$$

$$1\text{MeV} = 1,6 \times 10^{-13} \text{ J} \quad , \quad 1u = 931,5\text{MeV} \cdot c^{-2} \quad , \quad E_l({}_{54}^{140}\text{Xe}) = 1160,6\text{MeV}$$



التحول الكيميائي الحادث بين معدن الزنك Zn ومحلول حمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)$ بطيئاً وتاماً ، عند درجة حرارة ثابتة $\theta = 25^\circ C$ وفي اللحظة $t = 0$ نحقق مزيجاً ابتدائياً ستكيومترياً ، وذلك بإضافة كتلة قدرها m من مسحوق الزنك النقي إلى دورق يحتوي على حجم قدره $V = 100mL$ من محلول حمض كلور الماء تركيزه المولي C .



physique tacheta 2020

I - 1- عرف المؤكسد والمرجع .

2- أكتب معادلة التفاعل المنمذجة للتحويل الكيميائي الحادث .

3- أذكر ثلاثة طرق فيزيائية يمكننا من متابعة التحويل الكيميائي الحادث خلال الزمن .

4- أنشئ جدولاً لتقدم هذا التفاعل .

II - قمنا بمتابعة التحويل الكيميائي السابق بإحدى الطرق الفيزيائية السابقة و النتائج التجريبية مكنتنا من

رسم المنحنى البياني $[Zn^{2+}] = f(t)$ لتغيرات التركيز المولي لشوارد الزنك (Zn^{2+}) المتشكلة بدلالة الزمن t كما هو مبين في الشكل 2.

1- باعتبار الحجم $V = 100mL$ للوسط التفاعلي ثابت ، جد قيمة التقدم الأعظمي x_{max} .

2- أحسب قيمة كل من الكتلة الابتدائية m والتركيز المولي الابتدائي C .

3- أحسب حجم الغاز المنطلق في نهاية التفاعل.

4- أ- عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

ب - بين أنه لما $t = t_{1/2}$ نجد العبارة التالية: $[Zn^{2+}](t_{1/2}) = \frac{[Zn^{2+}]_f}{2}$ حيث $[Zn^{2+}]_f$ التركيز المولي لشوارد الزنك عند نهاية التفاعل ، ثم جد قيمة $t_{1/2}$.

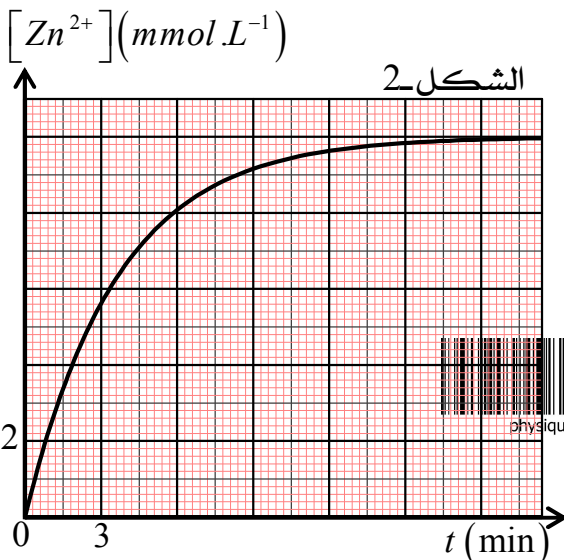
5 - أ - أكتب عبارة السرعة الحجمية $v_{vol}(t)$ للتفاعل بدلالة $\frac{d[Zn^{2+}](t)}{dt}$ ، ثم أحسب قيمتها عند اللحظة $t = 0$.

ب- جد قيمة سرعة إختفاء شوارد (H_3O^+) عند نفس اللحظة السابقة.

III - نعيد نفس التجربة السابقة وفي نفس شرطي التجربة ، لكن نستعمل صفيحة من الزنك النقي لها نفس الكتلة m السابقة.

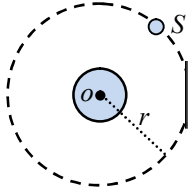
1- ما هو العامل الحركي المدروس ؟

2- في نفس المعلم ارسم المنحنى البياني $[Zn^{2+}] = g(t)$ لهذه التجربة مع المنحنى البياني السابق ، مع الشرح.



physique tacheta 2020

يدور قمر اصطناعي حول كوكب في مرجع نفضه عطاليا حيث يرسم مسارا دائريا



الشكل-3

مركزه هو مركز الكوكب ونصف قطره (r) كما يبينه الشكل-3

1- في أي مرجع تدرس حركة هذا القمر الاصطناعي؟

2- مثل قوة جذب الكوكب على هذا القمر الاصطناعي، ثم أعط عبارتها الشعاعية.

3- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن حركة القمر الاصطناعي حول الكوكب هي حركة دائرية منتظمة.

4- أعطت الدراسة التجريبية الافتراضية لمربع سرعة القمر الاصطناعي حول الكوكب السابق بدلالة نصف قطر المسار (r) البيان الموضح بالشكل-4.

- باستغلال جواب السؤال الثالث و عبارة البيان، حول أي كوكب يدور هذا القمر الاصطناعي؟

5- أذكر نص القانون الثالث لكبلر وبين أنه يمكن التعبير عن الثابت K بالعلاقة التالية: $K = \frac{4\pi^2}{v^2 r}$.

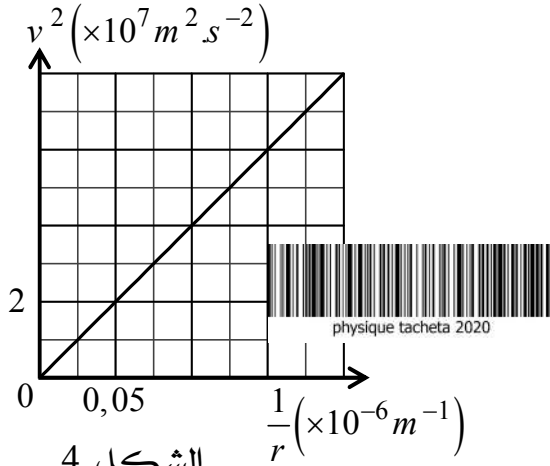
6- يبدو هذا القمر الاصطناعي ثابتا بالنسبة لمحطة على سطح الكوكب عندما تكون

سرعته $v = 3067 \text{ m.s}^{-1}$.

- استنتج نصف قطر المسار (r)، ودور هذا القمر الاصطناعي (T).

المعطيات:

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



الشكل-4

الكوكب	الكتلة (kg)
الأرض	$5,99 \times 10^{24}$
المريخ	$0,64 \times 10^{24}$
زحل	$1,91 \times 10^{27}$

1- أ- تعاريف:

النظائر: أنوية ذرات لها نفس الرقم الذري Z وتختلف في العدد الكتلي A أي تختلف في عدد النيوترونات N .
تحول الإنشطار النووي: تحول نووي مفتعل يتم بقذف نواة إنشطارية ثقيلة بنيوترون بطيئ فتنتج نواتين أخف ونيوترونات وتحرير طاقة.

ب- إيجاد قيمة كل من x و Z ، مبينا القوانين المستعملة: لدينا: ${}_{92}^{235}U + {}_0^1n \rightarrow {}_Z^{94}Sr + {}_{54}^{140}Xe + x {}_0^1n$
وبتطبيق قانوني إنحفاظ الشحنة و إنحفاظ الكتلة لصودي نجد:

$$\begin{cases} 235 + 1 = 94 + 140 + x \\ Z = 38 \end{cases} \quad \text{ومنه:} \quad \begin{cases} 235 + 1 = 94 + 140 + x \\ 92 = Z + 54 \end{cases}$$

ونكتب: ${}_{92}^{235}U + {}_0^1n \rightarrow {}_{38}^{94}Sr + {}_{54}^{140}Xe + 2 {}_0^1n$

ب- تحول الإنشطار النووي تسلسلي ومغذى ذاتيا: لأن النيوترونين الناتجين عن عملية الإنشطار النووي لنواة اليورانيوم 235 في المرحلة الأولى تحدث عمليتي إنشطار نووي أخرى لنواتي اليورانيوم 235 في مرحلة ثانية وينتج عنه مرحلة ثالثة بـ 4 نيوترونات وهكذا تستمر آلية التفاعل.

2- أ- تمثل كل من:

$$A = \left(m \left({}_{92}^{235}U \right) + m \left({}_0^1n \right) \right) \times 931,5$$

$$B = \left(a m \left({}_0^1n \right) + b m \left({}_1^1P \right) \right) \times 931,5$$

$$C = \left(m \left({}_{38}^{94}Sr \right) + m \left({}_{54}^{140}Xe \right) + 2 m \left({}_0^1n \right) \right) \times 931,5$$

و نيوترونين.



physique tacheta 2020

$$\Delta E_1 = E_l \left({}_{92}^{235}U \right)$$

$$\Delta E_2 = - \left(E_l \left({}_{38}^{94}Sr \right) + E_l \left({}_{54}^{140}Xe \right) \right)$$

ب- إيجاد قيمة كل من a و b ، و A و B و C :

$$\text{من المخطط الطاقوي نجد: } a = (235 - 92) + 1 = 144 \text{ و } b = 92$$

$$\text{قيمة } A: A = \left(m \left({}_{92}^{235}U \right) + m \left({}_0^1n \right) \right) \times 931,5$$

$$\text{ت-ع: } A = (234,9934 + 1,00866) \times 931,5 = 219835,92 \text{ MeV}$$

$$\text{قيمة } B: B = \left(a m \left({}_0^1n \right) + b m \left({}_1^1P \right) \right) \times 931,5$$

$$\text{ت-ع: } B = ((144 \times 1,00866) + (92 \times 1,00728)) \times 931,5 = 221619,45 \text{ MeV}$$

$$\text{قيمة } C: C = \left(m \left({}_{38}^{94}Sr \right) + m \left({}_{54}^{140}Xe \right) + 2 m \left({}_0^1n \right) \right) \times 931,5$$

$$\text{ت-ع: } C = (93,8945 + 139,8920 + (2 \times 1,00866)) \times 931,5 = 219651,26 \text{ MeV}$$



physique tacheta 2020

3- اعتمادا على مخطط الحصيللة الطاقوية:

أ- إيجاد قيمة طاقة الربط النووي لنواة ${}_{92}^{235}U$:

$$\text{لدينا: } \Delta E_1 = E_l \left({}_{92}^{235}U \right) \quad \text{ونعلم أن: } \Delta E_1 = B - A \quad \text{ومنه: } E_l \left({}_{92}^{235}U \right) = B - A$$

$$\text{ت-ع: } E_l \left({}_{92}^{235}U \right) = 221619,45 - 219835,92 = 1783,53 \text{ MeV}$$



لدينا: $\Delta E_2 = -\left(E_l\left({}^{94}_{38}\text{Sr}\right) + E_l\left({}^{140}_{54}\text{Xe}\right)\right)$ ومنه: $E_l\left({}^{94}_{38}\text{Sr}\right) = -\Delta E_2 - E_l\left({}^{140}_{54}\text{Xe}\right)$
 ونعلم أن: $\Delta E_2 = C - B$ ت-ع: $\Delta E_2 = 219651,26 - 221619,45 = -1968,19\text{MeV}$
 أي: $E_l\left({}^{94}_{38}\text{Sr}\right) = 1968,19 - 1160,6 = 807,59\text{MeV}$

ب- ترتيب الأنوية المذكورة في معادلة الإنشطار النووي حسب تزايد الإستقرار مع التعليل:

نحسب طاقة الربط لكل نوية: $\frac{E_l\left({}^{235}_{92}\text{U}\right)}{A} = \frac{1783,53}{235} = 7,59 \frac{\text{MeV}}{\text{nucléon}}$
 $\frac{E_l\left({}^{94}_{38}\text{Sr}\right)}{A} = \frac{807,59}{94} = 8,59 \frac{\text{MeV}}{\text{nucléon}}$ ، $\frac{E_l\left({}^{140}_{54}\text{Xe}\right)}{A} = \frac{1160,6}{140} = 8,29 \frac{\text{MeV}}{\text{nucléon}}$ ،
 نلاحظ أن: $\frac{E_l\left({}^{94}_{38}\text{Sr}\right)}{A} > \frac{E_l\left({}^{140}_{54}\text{Xe}\right)}{A} > \frac{E_l\left({}^{235}_{92}\text{U}\right)}{A}$



وعليه: نواة ${}^{94}_{38}\text{Sr}$ أكثر استقراراً من نواة ${}^{140}_{54}\text{Xe}$ ثم نواة ${}^{235}_{92}\text{U}$.

ج- إيجاد قيمة الطاقة المحررة E_{lib} عن إنشطار نواة واحدة لليورانيوم 235:

طريقة 01: لدينا: $E_{lib} = |\Delta E| = |C - A|$ ت-ع: $E_{lib} = |219651,26 - 219835,92| = 184,66\text{MeV}$
 طريقة 02: لدينا: $E_{lib} = |\Delta E| = |\Delta E_1 - \Delta E_2| = \left|E_l\left({}^{235}_{92}\text{U}\right) - E_l\left({}^{94}_{38}\text{Sr}\right) - E_l\left({}^{140}_{54}\text{Xe}\right)\right|$
 ت-ع: $E_{lib} = |1783,53 - 807,59 - 1160,6| = 184,66\text{MeV}$

د- حساب الطاقة المحررة E عن إنشطار $m = 1\text{kg}$ من أنوية اليورانيوم 235:

لدينا: $E = NE_{lib}$ ومن العلاقة $\frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$ نجد: $N = \frac{mN_A}{M}$ ومنه نجد: $E = \frac{mN_A E_{lib}}{M}$
 ت-ع: $E = \frac{1 \times 10^3 \times 6,023 \times 10^{23} \times 184,66}{235} = 4732,8 \times 10^{23} \text{MeV}$

4- حساب المدة الزمنية اللازمة لاستهلاك الكتلة m :

لدينا: $r = \frac{E_e}{E}$ ونعلم أن: $E_e = P \times \Delta t$ ومنه: $r = \frac{P \times \Delta t}{E}$ أي: $\Delta t = \frac{r \times E}{P}$
 ت-ع: $\Delta t = \frac{252416}{3600} = 70,11\text{h}$ ومنه: $\Delta t = \frac{0,3 \times 4732,8 \times 10^{23} \times 1,6 \times 10^{-13}}{90 \times 10^6} = 252416\text{s}$

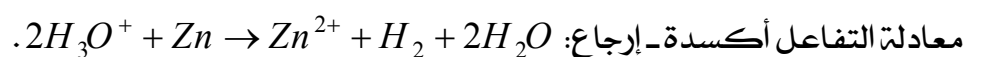
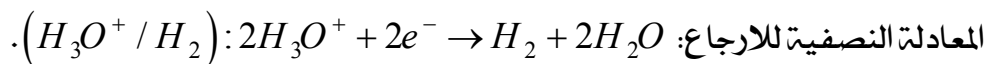
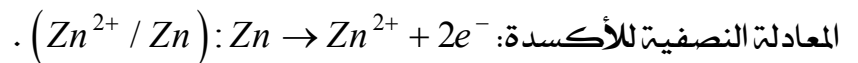
حل التمرين رقم: 02

I - 1 - تعريف المؤكسد (Ox): هو فرد كيميائي (ذرة أو جزيئ أو شاردة) له القدرة على إكتساب إلكترون (e^-) أو أكثر خلال تحول كيميائي.

تعريف المرجع (Red): هو فرد كيميائي (ذرة أو جزيئ أو شاردة) له القدرة على فقد إلكترون (e^-) أو أكثر خلال تحول كيميائي.



2- كتابة معادلة التفاعل المنمذجة للتحول الكيميائي الحادث:



3- ذكر ثلاثة طرق فيزيائية يمكننا من متابعة التحول الكيميائي الحادث خلال الزمن:



physique tacheta 2020

أ- قياس الحجم V للغاز ثنائي الهيدروجين (H_2) المنطلق في شرطي التجربة.

ب- قياس الضغط P للغاز ثنائي الهيدروجين (H_2) المنطلق في شرطي التجربة.

ج- قياس الناقلية G للوسط التفاعلي الغني بالشوارد الموجبة H_3O^+ ، Zn^{2+} والسالبة Cl^- .

4- جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		$2H_3O^+ + Zn = Zn^{2+} + H_2 + 2H_2O$			
الحالة	التقدم	كمية المادة بـ mol			
الابتدائية	$x = 0$	n_{01}	n_{02}	0	0
الانتقالية	$x(t)$	$n_{01} - 2x(t)$	$n_{02} - x(t)$	$x(t)$	$x(t)$
النهائية	x_{max}	$n_{01} - 2x_{max}$	$n_{02} - x_{max}$	x_{max}	x_{max}

II - 1- باعتبار الحجم $V = 100mL$ للوسط التفاعلي ثابت، إيجاد قيمة التقدم الأعظمي x_{max} :

لدينا من جدول تقدم التفاعل عند الحالة النهائية: $n_f(Zn^{2+}) = x_{max}$ ونعلم أن: $n_f(Zn^{2+}) = [Zn^{2+}]_f V$

$$\text{ومنه: } x_{max} = [Zn^{2+}]_f V$$

ومن البيان $[Zn^{2+}] = f(t)$ وفي نهاية التفاعل نقراً: $[Zn^{2+}]_f = 5 \times 2 \times 10^{-3} = 10^{-2} mol.L^{-1}$

$$\text{ت-ع: } x_{max} = 10^{-2} \times 100 \times 10^{-3} = 10^{-3} mol$$



physique tacheta 2020

2- حساب قيمة كل من الكتلة الابتدائية m والتركيز المولي الابتدائي C :

المزيج الإبتدائي ستكويوميتري نجد: $n_{02} - x_{max} = 0$ ومنه: $n_{01} - 2x_{max} = 0$ إذن: $C V = 2x_{max}$

$$C = \frac{2x_{max}}{V}$$

$$\text{ت-ع: } C = \frac{2 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$$

ونجد كذلك: نجد: $n_{02} - x_{max} = 0$ ومنه: $\frac{m}{M} = x_{max}$ إذن: $m = M x_{max}$ ت-ع: $m = 65 \times 10^{-3} = 65mg$

3- حساب حجم الغاز المنطلق في نهاية التفاعل (وهو غاز ثنائي الهيدروجين (H_2)):

لدينا من جدول تقدم التفاعل: $n_f(H_2) = x_{max}$ ونعلم أن: $n_f(H_2) = \frac{V_f(H_2)}{V_m}$ ومنه: $\frac{V_f(H_2)}{V_m} = x_{max}$

$$\text{أي: } V_f(H_2) = V_m x_{max} \text{ ت-ع: } V_f(H_2) = 24 \times 10^{-3} = 2,4 \times 10^{-2} L = 24mL$$

4- أ- تعريف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$:

هو الزمن الضروري لبلوغ تقدم التفاعل إلى نصف تقدمه الأعظمي x_{max} ونكتب: $x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2}$

ب- تبيان أنه لما $t = t_{1/2}$ نجد العبارة التالية: $[Zn^{2+}](t_{1/2}) = \frac{[Zn^{2+}]_f}{2}$ حيث $[Zn^{2+}]_f$ التركيز المولي

لشوارد الزنك عند نهاية التفاعل:



physique tacheta 2020

لدينا من جدول تقدم التفاعل عند الحالة الإنتقالية: $n_{Zn^{2+}}(t) = x(t)$

ولما $t = t_{1/2}$ نجد: $n_{Zn^{2+}}(t_{1/2}) = x(t_{1/2})$ ولدينا: $x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2}$ ومنه: $n_{Zn^{2+}}(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2}$

ولما $t = t_f$ (في الحالة النهائية) نجد: $n_f(Zn^{2+}) = x_{max}$ أي: $n_{Zn^{2+}}(t_{1/2}) = \frac{n_f(Zn^{2+})}{2}$

وعليه: $[Zn^{2+}](t_{1/2}) = \frac{[Zn^{2+}]_f}{2}$ إذن: $[Zn^{2+}](t_{1/2})V = \frac{[Zn^{2+}]_f V}{2}$

ت-ع: $[Zn^{2+}](t_{1/2}) = \frac{10 \times 10^{-3}}{2} = 5 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$

إيجاد قيمة $t_{1/2}$: $t_{1/2}$ يمثل فاصلة النقطة ذات الترتيبة $[Zn^{2+}](t_{1/2}) = 5 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$ في البيان
وبالإسقاط نجد: $t_{1/2} = 2,6 \text{ min}$ $[Zn^{2+}] = f(t)$



5- أ- كتابة عبارة السرعة الحجمية $v_{vol}(t)$ للتفاعل بدلالة $\frac{d[Zn^{2+}](t)}{dt}$:

نعلم أن: $v_{vol}(t) = \frac{1}{V} \frac{dx(t)}{dt}$ ولدينا من جدول تقدم التفاعل عند الحالة الإنتقالية: $n_{Zn^{2+}}(t) = x(t)$

ومنه: $v_{vol}(t) = \frac{1}{V} \frac{dn_{Zn^{2+}}(t)}{dt}$ ونعلم أن: $n_t(Zn^{2+}) = [Zn^{2+}](t)V$ أي: $v_{vol}(t) = \frac{d[Zn^{2+}](t)}{dt}$

حساب قيمتها عند اللحظة $t = 0$:

$$v_{vol}(0) = \left. \frac{d[Zn^{2+}](t)}{dt} \right|_{t=0} = \frac{(10-0) \times 10^{-3}}{3,6-0} = 2,8 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

ب- إيجاد قيمة سرعة إختفاء شوارد (H_3O^+) عند نفس اللحظة ($t = 0$):

لدينا من جدول تقدم التفاعل عند الحالة الانتقالية: $n(t) = n_{01} - 2x(t)$ ومنه: $x(t) = \frac{n_{01} - n(t)}{2}$

وباشتقاق العبارة بالنسبة للزمن نجد: $\frac{dx(t)}{dt} = -\frac{1}{2} \times \frac{dn(t)}{dt}$ ومنه: $\frac{dx(t)}{dt} = \frac{1}{2} \times \frac{d(n_{01} - n(t))}{dt}$

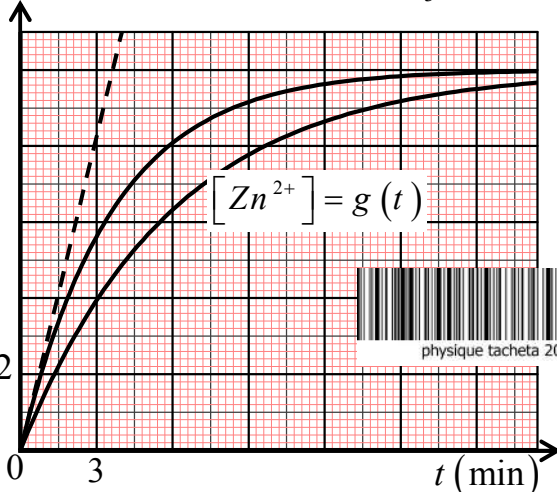
حيث: $v(t) = \frac{dx(t)}{dt}$ وعبارة سرعة إختفاء شوارد (H_3O^+) هي: $v_{H_3O^+}(t) = -\frac{dn(t)}{dt}$

أي: $v_{H_3O^+}(t) = 2v(t)$ أي: $v_{H_3O^+}(t) = \frac{v_{H_3O^+}(t)}{2}$

ونعلم أن: $v_{vol}(t) = \frac{v(t)}{V}$ ومنه: $v(t) = V v_{vol}(t)$

وعليه: $v_{H_3O^+}(t) = 2V v_{vol}(t)$ إذن: $v_{H_3O^+}(0) = 2V v_{vol}(0)$

ت-ع: $v_{H_3O^+}(0) = 2 \times 100 \times 10^{-3} \times 2,8 \times 10^{-3} = 5,6 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$



III - 1- العامل الحركي المدروس: هو سطح التلامس.

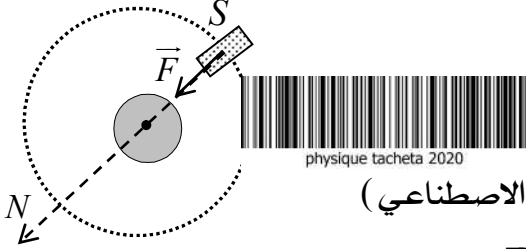
2- رسم في نفس المعلم المنحنى البياني $[Zn^{2+}] = g(t)$ لهذه

التجربة مع المنحنى البياني السابق:

الشرح: زمن بلوغ التفاعل لحالته النهائية يزداد لأن عدد التصادمات الفعالة في وحدة الحجم تنقص وهذا النقص مساحة التلامس بين المتفاعلين.

1- المرجع الذي تدرس فيه الحركة هو: المعلم المرتبط بمركز الكوكب (المعلم المركزي الكوكبي)

2- تمثيل قوة جذب الكوكب على هذا القمر الاصطناعي:



$$\vec{F} = G \frac{m_s \cdot M}{r^2} \vec{n}$$

3- طبيعة الحركة:

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة المدروسة (القمر الاصطناعي)

$$\vec{F} = G \frac{m_s \cdot M}{r^2} \vec{n} = m_s \cdot \vec{a} \quad \text{ومنه: } \sum \vec{F} = m_s \cdot \vec{a}$$

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}} = cte \quad \text{ومنه: } \frac{GM}{r^2} = a_n = \frac{v^2}{r}$$

- بما أن المسار دائري والسرعة ثابتة فإن حركة القمر الاصطناعي حول الكوكب هي حركة دائرية منتظمة.

4- الكوكب المقصود:

البيان خط مستقيم يمر من المبدأ معادلته هي: $v^2 = \alpha \cdot \frac{1}{r}$ حيث α معامل توجيه المستقيم

$$v^2 = 4 \times 10^{14} \frac{1}{r} \dots \dots (1) \quad \text{إذن: } \alpha = \frac{4 \times 10^7 - 0}{0,1 \times 10^{-6}} = 4 \times 10^{14} m^3 \cdot s^{-2}$$

$$v^2 = (G \cdot M) \frac{1}{r} \dots \dots (2) \quad \text{ومن عبارة السرعة في السؤال -3 نجد:}$$

- بالمطابقة بين العبارتين (1) و(2) نجد: $(G \cdot M) = \alpha = 4 \times 10^{14}$

$$M = \frac{\alpha}{G} = \frac{4 \times 10^{14}}{6,67 \times 10^{-11}} = 5,99 \times 10^{24} kg \approx 6 \times 10^{24} kg \quad \text{ومنه:}$$

إذن الكوكب المقصود هو كوكب الأرض.

5- نص القانون الثالث لكبلر: \gg إن مربع الدور T لكوكب خلال حركته حول الشمس يتناسب طرذا مع

$$\ll \frac{T^2}{a^3} = K \quad \text{مكعب نصف طول المحور الكبير } a \text{ للمدار الإهليلجي}$$



- عبارة الثابت K :

$$K = \frac{4\pi^2}{v^2 r} \quad \text{ومنه: } K = \frac{T^2}{a^3} = \frac{\left(\frac{2\pi r}{v}\right)^2}{r^3} = \frac{4\pi^2 r^2}{v^2 r^3}$$

6- استنتاج قيمة (r) و (T) :

$$r = \frac{G \cdot M}{v^2} = 4,25 \times 10^7 m \quad \text{ومنه: } v^2 = \frac{G \cdot M}{r}$$



$$T = \frac{2\pi r}{v} = 87023s \approx 24h \quad \text{وكذلك:}$$

نجاحكم هو نجاحنا... بالتوفيق للجميع.