

Chimie et spéléologie (Liban Bac 2004)

Q1

a) La densité du dioxyde de carbone est égale à :

$$d_{CO_2} = \frac{M_{CO_2}}{29} = \frac{M_C + 2.M_O}{29} = \frac{44}{29} = 1,52$$

Le dioxyde de carbone étant plus dense que l'air, il va s'accumuler au niveau du sol de la grotte.

b) Calcul de la quantité de matière de réactifs.

* Ion oxonium

$$V_S = 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L} ; C_a = 0,1 \text{ mol.L}^{-1} ;$$

La quantité de matière n_a d'acide chlorhydrique est égale à :

$$n_a = C_a \cdot V_S = 0,1 \times 0,1 = 10^{-2} \text{ mol}$$

Une mole d'acide chlorhydrique (H_3O^+, Cl^-) est constituée d'une mole d'ion oxonium et d'une mole d'ion chlorure : les quantités de matière d'ion oxonium et d'acide chlorhydrique sont identiques.

$$n_a = n(H_3O^+) = n(Cl^-) = 10^{-2} \text{ mol}$$

* Carbonate de calcium ($CaCO_3$)

$$M(CaCO_3) = M_{Ca} + M_C + 3.M_O = 40 + 12 + (3 \times 16) = 100 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$n(CaCO_3) = \frac{m(CaCO_3)}{M(CaCO_3)} = \frac{2}{100} = 0,01 \text{ mol} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

c) Vidéo.

3)	équation chimique	$CaCO_3(s) + 2 H_3O^+(aq) = Ca^{2+}(aq) + CO_2(g) + 3 H_2O(l)$				
Etat du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)				
Etat initial	$x_i = 0$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	0	0	excès
En cours de transformation	x	$2,0 \cdot 10^{-2} - x$	$1,1 \cdot 10^{-2} - 2x$	x	x	excès
Etat final (si réaction totale)	x_{max}	$2,0 \cdot 10^{-2} - x_{max}$	$1,1 \cdot 10^{-2} - 2x_{max}$	x_{max}	x_{max}	excès

Si $CaCO_3$ est le réactif limitant alors $2,0 \cdot 10^{-2} - x_{max} = 0$ donc $x_{max} = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

Si H_3O^+ est le réactif limitant alors $1,1 \cdot 10^{-2} - 2x_{max} = 0$ donc $x_{max} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

Le réactif limitant est l'ion oxonium, car il correspond à l'avancement maximal le plus faible, $x_{max} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.

Q2

a) Réponse partielle, pour voir la réponse vidéo [clique ici](#).

$$x = \frac{P_{atm} \cdot V_{CO_2}}{R \cdot T}$$

à $t = 20 \text{ s}$, $x = 1,19 \times 10^{-3} \text{ mol}$.

b) Le maximum de gaz est obtenu pour $V(\text{CO}_2) = V(\text{CO}_2)_{\text{max}} = 121 \text{ mL} = 121 \times 10^{-3} \text{ L} = 121 \times 10^{-6} \text{ m}^3$.
A quel instant ? $t = 440 \text{ s}$.

L'avancement final est alors :

$$x_f = \frac{P_{\text{atm}} \cdot V_{\text{CO}_2 \text{ max}}}{R \cdot T} = \frac{1,020 \times 10^5 \times 121 \times 10^{-6}}{8,31 \times 298} = 4,98 \times 10^{-3} \text{ mol} \approx 5 \times 10^{-3} \text{ mol} \Rightarrow x_f \approx x_{\text{max}}$$

L'avancement final est peu différent de l'avancement maximal. Par conséquent, la réaction peut être considérée comme totale.

Q3

a) programme 2001/ 2011

La vitesse volumique de réaction $v(t)$ à l'instant t , est égale à la dérivée de l'avancement x par rapport au temps, divisée par le volume V_S de solution :

$$v(t) = \frac{1}{V_S} \cdot \left(\frac{dx}{dt} \right)_t$$

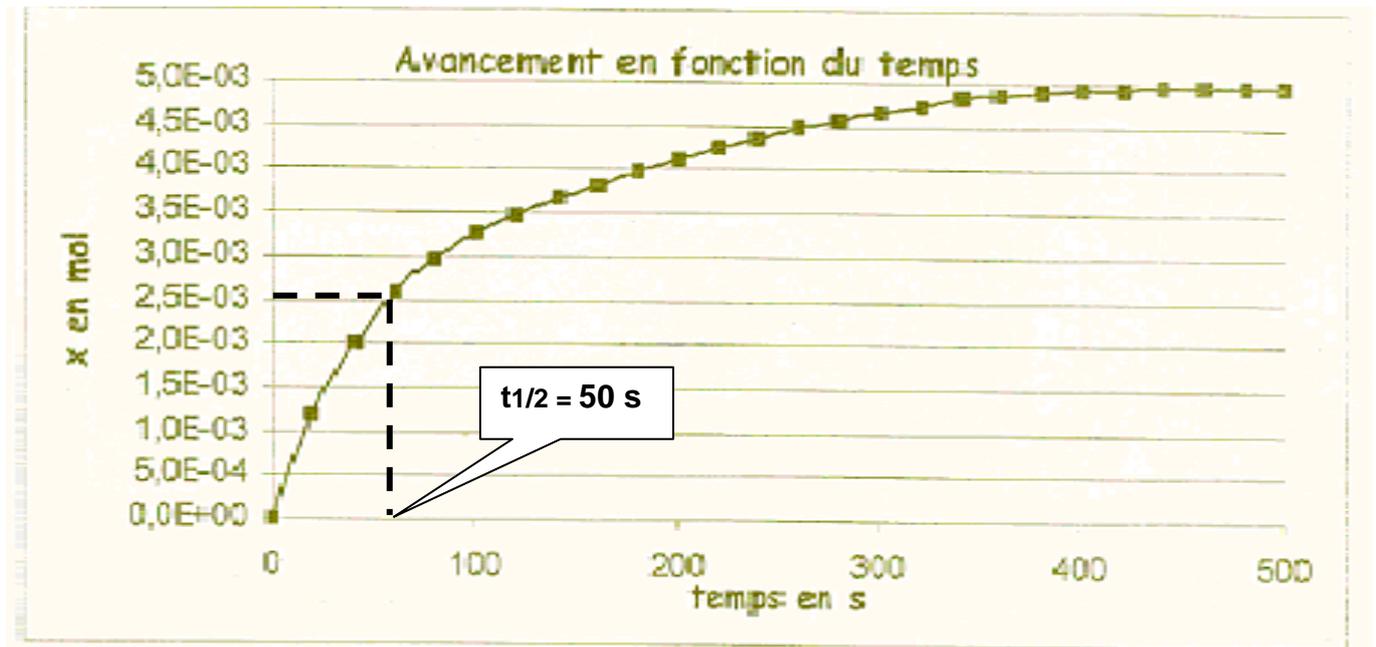
Unité usuelle : $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

Réponse partielle, pour voir la vidéo [clique ici](#). Au fur et à mesure que le temps s'écoule, la vitesse volumique de réaction diminue.

b) Au bout d'une durée égale au temps $t_{1/2}$ de demi-réaction, l'avancement $x(t_{1/2})$ est égale à l'avancement final divisé par 2. Or la réaction étant totale, l'avancement final est égal à l'avancement maximal. Par conséquent :

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} = \frac{x_{\text{max}}}{2} = \frac{5 \times 10^{-3}}{2} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Sur le graphe, le temps de demi-réaction correspond à l'abscisse du point d'ordonnée $x_f = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$: $t_{1/2} \approx 50 \text{ s}$.



Q4

a) La température est un facteur cinétique : plus elle baisse, plus la vitesse de réaction diminue.

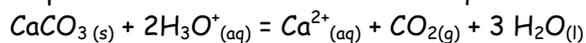
$$v_{to}(\theta = 25^{\circ}\text{C}) > v_{to}(\theta < 25^{\circ}\text{C})$$

b) Pour voir la vidéo [clique ici](#).

Q5

a) Ions présents en solution : **oxonium (H_3O^+)** ; **chlorure (Cl^-)** ; **hydroxyde (HO^-)** ; **calcium (Ca^{2+})**.

Remarque : la concentration des ions chlorure ne varie pas. Les ions chlorure sont les ions « spectateurs » de la réaction chimique étudiée :



b) Pour voir la correction vidéo [clique ici](#).

Q6

a) Réponse partielle, pour voir la correction vidéo [clique ici](#).

$$\sigma = 4,25 \text{ S.m}^{-1}$$

b) Pour voir la correction vidéo [clique ici](#).

c) Ecrivons soigneusement les données ! $x = x_{\text{max}} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$; $\sigma = 4,25 - 580 \cdot x$

$$\sigma = 4,25 - 580 \times 5 \times 10^{-3} = 1,35 \text{ S.m}^{-1}$$

La conductivité de la solution en fin de réaction est minimale. Elle est égale à $1,35 \text{ S.m}^{-1}$.