Cinetique de dissolution du carbonate de calcium (Extrait banque PT 2019)

28. solution d'HCl à $C_a = 0{,}1$ mol/L

HCl = acide fort $\quad HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$ totale

d'où $[H^+] = C_a$ et $\boxed{pH = -\log[H^+] = -\log C_a = 1}$

29. Pression partielle : $P_{CO_2} \cdot V = n_{CO_2} RT \iff \boxed{n_{CO_2} = \frac{P_{CO_2} \cdot V}{RT}}$

30. ⚠ x est ici l'avancement (en mmol) et pas l'avancement volumique. On l'a appelé ξ en cours.

	$CaCO_{3(s)}$	$+\ 2H^+_{(aq)}$	$=\ CO_{2(g)}$	$+\ Ca^{2+}_{(aq)}$	mol
i	n_0	$C_a \cdot V_0$	0	0	
t	$n_0 - x$	$C_aV_0 - 2x$	x	x	

à $t=0$, $n_{H^+} = C_a \cdot V_0$

On a $\boxed{x = n_{CO_2(g)}}$

A $t = 100$ s, $P_{CO_2} = 7170$ Pa $\Rightarrow x = \frac{P_{CO_2} \cdot V}{RT} = 7170 \times 1 \cdot 10^{-2} \times 4 \cdot 10^{-4} = 2{,}87 \cdot 10^{-3}$ mol (en m^3)

soit $\boxed{x = 2{,}87 \text{ mmol à } t = 100 \text{ s}}$

Rem : si on laisse V en L, ça donne x en mmol. Encore faut-il en être conscient...

31. Le volume de la solution est V_0 (V est le volume du gaz)

On a donc $\boxed{[H^+_{aq}] = \frac{n_{H^+}}{V_0}}$ tableau d'avancement : $\boxed{n_{H^+} = C_aV_0 - 2x}$

à $t = 10$ s, $n_{H^+} = 9{,}00$ mmol. On isole $x = \frac{C_aV_0 - n_{H^+}}{2} = \frac{0{,}1 \times 100 \cdot 10^{-3} - 9 \cdot 10^{-3}}{2}$

$\boxed{x = 0{,}5 \text{ mmol à } t = 10 \text{ s}}$

32. Ne pas dire "juste" oui mais chiffrer

On peut constater que les écarts entre les valeurs de x des 2 tableaux sont $\leq 0{,}02$ mmol (sauf à $t = 100$ s, écart de 0,03 mmol)

$\Rightarrow$ Les valeurs sont cohérentes à $\pm 0{,}01$ mmol près

33. vitesse de réaction : $\boxed{v = -\frac{1}{2}\frac{d[H^+]}{dt}}$ ⚠ coef stoechiométrique

34. Si $\alpha = 0$: $v = -\frac{1}{2}\frac{d[H^+]}{dt} = k \iff \frac{d[H^+]}{dt} = -2k$

On intègre : $[H^+] = -2kt + \text{constante}$

à $t = 0$, $[H^+]_0 = C_a$ $\quad$ d'où $\boxed{[H^+] = C_a - 2kt}$

par 31 : $[H^+] = \frac{C_aV_0 - 2x}{V_0} = C_a - \frac{2x}{V_0} \Rightarrow \cancel{C_a} - 2kt = \cancel{C_a} - \frac{2x}{V_0}$

$\iff \boxed{x = kV_0t}$ pour l'ordre 0

35. si $\alpha = 1$ alors $v = -\frac{1}{2}\frac{d[H^+]}{dt} = k[H^+]$

$\iff \frac{d[H^+]}{dt} + 2k[H^+] = 0$ $\quad$ Solution : $[H^+] = \text{cste} \times \exp(-2kt)$

à $t=0$, $[H^+]_0 = C_a \Rightarrow \boxed{[H^+] = C_a \cdot \exp(-2kt)}$

d'où $\ln\frac{[H^+]}{C_a} = -2kt \underset{\text{par 31}}{\iff} \boxed{\ln\frac{C_aV_0 - 2x}{C_aV_0} = -2kt}$ pour l'ordre 1

36. si $\alpha = 2$ alors $v = -\frac{1}{2}\frac{d[H^+]}{dt} = k[H^+]^2$

$\iff \int_{C_a}^{[H^+]} -\frac{d[H^+]}{[H^+]^2} = \int_0^t 2k\,dt \iff \frac{1}{[H^+]} - \frac{1}{C_a} = 2kt$

par 31 : $\frac{V_0}{C_aV_0 - 2x} - \frac{1}{C_a} = 2kt \underset{\times\frac{1}{V_0}}{\iff} \boxed{\frac{1}{C_aV_0 - 2x} - \frac{1}{V_0C_a} = \frac{2kt}{V_0}}$

37. AN : $C_aV_0 = 0{,}1 \times 100 \times 10^{-3} = 0{,}01$ mol

$\frac{C_aV_0 - 2x}{C_aV_0} = 1 - \frac{2x}{C_aV_0} = 1 - \frac{2x}{0{,}01} = 1 - 200x$ (avec x en mol)

$\Rightarrow$ le graphe 2 est celui de $\ln\frac{C_aV_0 - 2x}{C_aV_0}$ en fonction de t

" 3 " de $\frac{1}{C_aV_0 - 2x}$ " "

On peut remarquer un meilleur alignement sur le graphe 3 $\Rightarrow$ on peut valider la loi cinetique d'un ordre 2. La pente de la droite est $\frac{2k}{V_0} = a$

soit $k = \frac{aV_0}{2}$ avec $a = 1{,}4318$ mol^{-1}.s^{-1}

($\frac{1}{0{,}01 - 2x}$ est en mol^{-1}, $0{,}01 - 2x$ est en mol)

d'où $\boxed{k = \frac{1{,}4318 \times 100 \cdot 10^{-3}}{2} = 7{,}2 \cdot 10^{-2} \text{ ou } 7{,}15 \cdot 10^{-2} \text{ mol}^{-1}.\text{L}.\text{s}^{-1}}$ ⚠ unité !

38. Les coraux sont constitués de $CaCO_{3(s)}$ et sont dissous par les acides. La vitesse de dissolution augmente fortement avec $[H^+]$. Or les océans sont de + en + acides (suite à la dissolution de $CO_{2(g)}$ dans l'eau) $\Rightarrow$ la vitesse de dissolution des coraux augmente. De plus, si la température océanique augmente, la vitesse augmente aussi (comme pour tous les processus chimiques)

$v = k[H^+]^2$

↑ si T↑ $\quad$ ↑ si pH↓

Scanned with CamScanner