L'avancement d'une réaction

I/ Definitions

- l'avancement d'une réaction noté par x c'est le nombre de fois que la réaction à avancé (marché) depuis son état initial
l'avancement s'exprime en mol

Exemple :

Soufre + Fer ⟶ sulfure de fer

$1\,S + 1\,Fe \longrightarrow 1\,FeS$

	S	Fe	FeS	
E initial	n_1	n_2	0	mol
$t>0$	$n_1 - x$	$n_2 - x$	x	

Exemple 2 $C + 1\,O_2 \longrightarrow 1\,CO_2$

	C	O_2	CO_2	
$t=0$	n_1	n_2	0	mol
$t>0$	$n_1 - x$	$n_2 - x$	x	

- Si le volume du melange reste constant et le constituants (reactifs et produit) forme la meme phase on peut definir l'avancement volumique noté par

$$y = \frac{x}{V_t} \quad \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$\text{mol}\,L^{-1}$

II Tableau d'avancement

Equation de la Réaction		$\underbrace{aA + bB}_{\text{reactif}} \longrightarrow \underbrace{cC + dD}_{\text{produit}}$			
Etat de systeme	Avancement	quantité de matière (mol)			
Etat initiel $t=0$	0	$n_A(0)$	$n_B(0)$	0	0
E: intermediai $t>0$	x	$n_A(0) - ax$	$n_B(0) - bx$	cx	dx
E. final t_f	x_f	$n_A(0) - ax_f$	$n_B(0) - bx_f$	cx_f	dx_f

a, b, c, et d sont des coefficiant

plus simple

	aA	$+ bB$	$\longrightarrow cC$	$+ dD$	
$t=0$	$n_{A(0)}$	$n_{B(0)}$	0	0	mol
$t>0$	$n_{A(0)} - ax$	$n_{B(0)} - bx$	cx	dx	
t_f	$n_{A(0)} - ax_f$	$n_{B(0)} - bx_f$	cx_f	dx_f	

Exemple 1:

$$S_2O_8^{2-} + 2I^- \longrightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$$

$t=0$	n_1	n_2	0	0	mol
$t>0$	$n_1 - x$	$n_2 - 2x$	x	$2x$	
t_f	$n_1 - x_f$	$n_2 - 2x_f$	x_f	$2x_f$	

Exemple 2 :

$$H_2O_2 + 2I^- + 2H_3O^+ \longrightarrow I_2 + 4H_2O$$

$t=0$	n_1	n_2	n_3	0	Excès
$t>0$	$n_1 - x$	$n_2 - 2x$	$n_3 - 2x$	x	—
t_f	$n_1 - x_f$	$n_2 - 2x_f$	$n_3 - 2x_f$	x_f	—

Exemple 3

	Zn +	$2H_3O^+$	$\longrightarrow$	Zn^{2+} +	H_2	+ $2H_2O$
$t=0$	n_1	n_2		0	0	— mol
$t>0$	n_1-x	n_2-2x		x	x	—
t_f	n_1-x_f	n_2-2x_f		x_f	x_f	—

Exemple 4

	$2NH_3$	$\rightleftharpoons$	N_2 +	$3H_2$	
$t=0$	n		0	0	mol
$t>0$	$n-2x$		x	$3x$	
t_f	$n-2x_f$		x_f	$3x_f$	

	$2NH_3$	$\rightleftharpoons$	N_2 +	$3H_2$
$t=0$	n		0	n'
$t>0$	$n-2x$		x	$n'+3x$
t_f	$n-2x_f$		x_f	$n'+3x_f$

	Acide	+ Alcool	$\underset{\leftarrow}{\overset{\text{pour}}{\longrightarrow}}$	Ester	+ eau
$t=0$	n_1	n_2		0	0
$t>0$	n_1-x	n_2-x		x	x
t_f	n_1-x_f	n_2-x_f		x_f	x_f

	1 AC	+ 1 Al	$\rightleftarrows$	1 E	+ 1 eau
$t=0$	n_1	n_2		0	n_3
$t>0$	n_1-x	n_2-x		x	n_3+x
t_f	n_1-x_f	n_2-x_f		x_f	n_3+x_f

III _ Tableau d'avancement volumique

	aA	$+ bB$	$\longrightarrow$	cC	$+ dD$
$t=0$	$[A]_0$	$[B]_0$		0	0 mol
$t>0$	$[A]_0-ay$	$[B]_0-by$		cy	dy
t_f	$[A]_0-ay_f$	$[B]_0-by_f$		cy_f	dy_f

$$y = \frac{x}{V_t}$$

IV) Calcul des quantités de matière

$$n = \frac{m}{M}$$ general

$$n = \frac{V}{V_m}$$ gaz

$$n = CV$$ aqueuse.

Rq : si les corps sont purs alors

$m = \rho V$ et $\rho = d \cdot \rho_{eau}$

$\rho_{eau} = 1\,g\,cm^{-3} = 1000\,g.L^{-1}$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{\rho V}{M} = \frac{d\,\rho_{eau}\,V}{M}$$

$1\,g.cm^{-3}$

cm^3 (mL)

$$[A]_t = \frac{n_A}{V_t} = \frac{n_{A(0)} - ax}{V_t}$$

$$[B]_t = \frac{n_{B(t)}}{V_t} = \frac{n_{B(0)} - bx}{V_t}$$

$$[C]_t = \frac{n_{C(t)}}{V_t} = \frac{cx}{V_t}$$

$$[D]_t = \frac{dx}{V_t}$$

$$[A]_0 = \frac{n_{A(0)}}{V_t}$$

$$[B]_0 = \frac{n_{B(0)}}{V_t}$$

V Reactif limitant (Défaut)

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

Si $\frac{n_{A(0)}}{a} < \frac{n_{B(0)}}{b} \Leftrightarrow \begin{cases} A : \text{limitant} \\ B \text{ exces} \end{cases}$

si $\frac{n_{A(i)}}{a} = \frac{n_{B(i)}}{b} \Leftrightarrow$ mélange dans les proportion stœchiométrique

si $\frac{n_{A(i)}}{a} > \frac{n_{B(i)}}{b} \Leftrightarrow$

$\begin{cases} A : \text{excès} \\ B \ \text{limitant} \end{cases}$

VI avancement maximal (x_m)

$x_{max} = x_f$ si on suppose que la réaction est totale $\Leftrightarrow$ le réactif limitant disparait totalement $\Leftrightarrow \begin{cases} n_{A(i)} - a x_m = 0 \\ \text{ou} \\ n_{B(i)} - b x_m = 0 \end{cases}$

$\Rightarrow \boxed{x_m = \frac{n_{A(i)}}{a}}$ ou $\boxed{x_m = \frac{n_{B(i)}}{b}}$

$\frac{n_{A(i)}}{a} < \frac{n_{B(i)}}{b}$; $\frac{n_{B(i)}}{b} < \frac{n_{A(i)}}{a}$

VII Taux d'avancement final

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}}$$

* si $x_f = x_{max} \Rightarrow \tau_f = 1$

$\Rightarrow$ réaction est totale $\Rightarrow$

* si $x_f < x_{max} \Rightarrow \tau_f < 1$

$\Rightarrow$ réaction est limitée (n'est pas totale)

x est déterminé par un dosage.

Exercice 1

1) $n_{I^-}(0) = n_2 = C_2 V_2$

$n_{I^-}(0) = 0{,}02 \times 20\,10^{-3}$

$n_{I^-}(0) = 2\,10^{-2} \times 20\,10^{-3}$

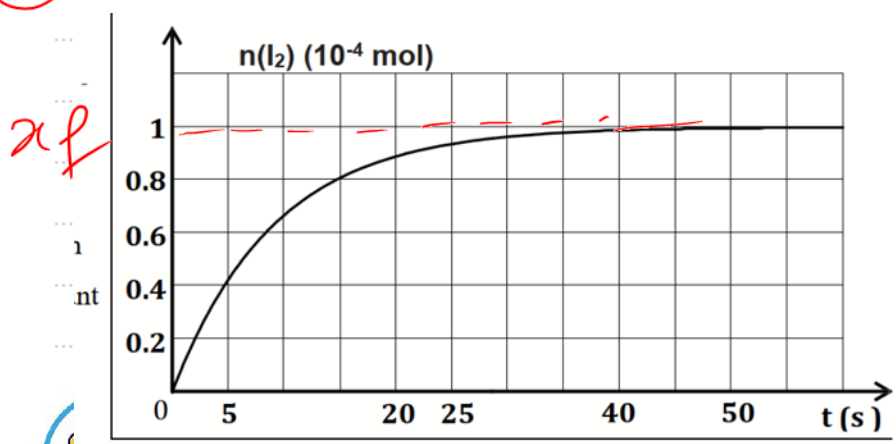
$n_{I^-}(0) = 40\,10^{-5}\ mol$

$\boxed{n_{I^-}(0) = 4\,10^{-4}\ mol}$

2) $S_2O_8^{2-} + 2I^- \longrightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$

$t=0$	$n_1 = C_1V_1$?	$4\,10^{-4}$	0	0 mol
$t>0$	$n_1 - x$	$4\,10^{-4} - 2x$	x	$2x$
t_f	$n_1 - x_f$	$4\,10^{-4} - 2x_f$	x_f	$2x_f$

3)



$n_{I_2 f} = x_f$

$\boxed{x_f = 10^{-4}\ mol}$

4) Comme la réaction est totale ⟹ le réactif limitant disparaît totalement

n_{I^-} final $= 4\cdot10^{-4} - 2x_f$
$= 4\cdot10^{-4} - 2\times10^{-4}$
$= 2\cdot10^{-4}$ mol $\neq 0$

I^- ne disparaît pas ⟹ I^- n'est pas limitant

⟹ I^- est en excès

5) $S_2O_8^{2-}$ est limitant
réaction est totale

⟹ $n_1 - x_f = 0$ ⟹ $n_1 = x_f$

$n_1 = n_{S_2O_8^{2-}}(i) = 10^{-4}$ mol

$$n_1 = C_1 V_1$$

$$C_1 = \frac{n_1}{V_1} = \frac{10^{-4}}{20\,10^{-3}}$$

$$C_1 = \frac{10^{-4}}{2\,10^{-2}} = 0{,}5\,10^{-2}$$

$$\boxed{C_1 = 5\,10^{-3}\,mol\,L^{-1}}$$

6 à l'état final $x_f = 10^{-4}\,mol$

$$n_{S_2O_8^{2-}\,final} = 10^{-4} - x_f = 0\,mol$$

$$n_{I^-\,final} = 4\,10^{-4} - 2x_f$$
$$= 2\,10^{-4}\,mol$$

$$n_{I_2} = x_f =$$
$$n_{SO_4^{2-}} = 2x_f = 2\,10^{-4}\,mol$$