



Rappel :

* nombre de moles (n) \longrightarrow quantité de matière

$$n = c \cdot v = \frac{m}{M}$$

Diagram showing units for each term in the equation $n = c \cdot v = \frac{m}{M}$:

- n is labeled as mol
- c is labeled as mol L^{-1}
- v is labeled as L
- m is labeled as g
- M is labeled as g mol^{-1}

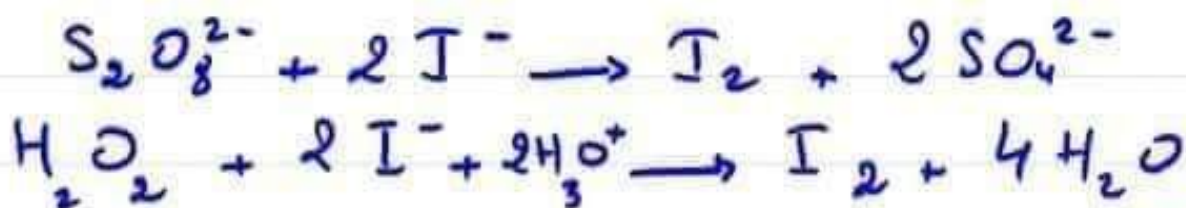
(pour les gazs)

$$n = \frac{v}{v_m}$$

Diagram showing units for each term in the equation $n = \frac{v}{v_m}$:

- v is labeled as L
- v_m is labeled as L mol^{-1}

* les réactions classiques étudiées :





La cinétique chimique

* équation générale d'une réaction chimique



$\left\{ \begin{array}{l} A, B : \text{les réactifs} \\ C, D : \text{les produits.} \\ a, b, c, d : \text{les coefficients stœchiométriques} \end{array} \right.$

* on dit que le mélange est aux proportions stœchiométriques si :

$$\frac{A}{a} = \frac{B}{b} = \frac{C}{c} = \frac{D}{d}$$

* le réactif limitant :

$$n_f(\text{réactif limitant}) = 0$$

Si $\frac{A}{a} < \frac{B}{b}$

alors A est le réactif limitant et B est le réactif en excès
 $\Rightarrow n_f(A) = 0$





La cinétique chimique

Tableau d'avancement molaire :

	$a A + b B \longrightarrow c C + d D$			
t_0	$n_0(A)$	$n_0(B)$	0	0
t	$n_0(A) - ax$	$n_0(B) - bx$	cx	dx
t_f	$n_0(A) - ax_f$	$n_0(B) - bx_f$	cx_f	dx_f

x : avancement molaire

x_f : avancement final

* On peut déduire du tableau :

a) à l'instant t :

$$n(A) = n_0(A) - ax$$

$$n(C) = cx$$

$$n(B) = n_0(B) - bx$$

$$n(D) = dx$$

a) à l'instant t_f :

$$n_f(A) = n_0(A) - ax_f$$

$$n_f(C) = cx_f$$

$$n_f(B) = n_0(B) - bx_f$$

$$n_f(D) = dx_f$$





La cinétique chimique

Q₁: Déterminer l'avancement x de la réaction :

exemple :

$$* n(A) = n_0(A) - ax.$$

$$\Rightarrow x = \frac{n_0(A) - n(A)}{a}$$

ou

$$* n(B) = n_0(B) - bx$$

$$\Rightarrow x = \frac{n_0(B) - n(B)}{b}$$

ou

$$* n(C) = cx$$

$$\Rightarrow x = \frac{n(C)}{c}$$

$$\text{et } x = \frac{n(D)}{d}$$





La cinétique chimique

Rq : on fait de même pour trouver l'expression de x_f :

$$* \quad n_f(A) = n_0(A) - a x_f$$

$$\Rightarrow \quad x_f = \frac{n_0(A) - n_f(A)}{a}$$

$$* \quad x_f = \frac{n_0(B) - n_f(B)}{b}$$

$$* \quad x_f = \frac{n_f(C)}{c}$$

$$* \quad x_f = \frac{n_f(D)}{d}$$



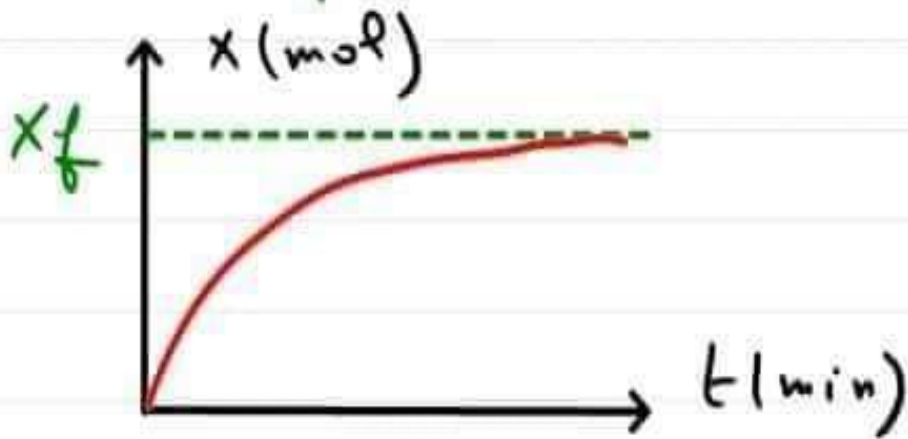


La cinétique chimique

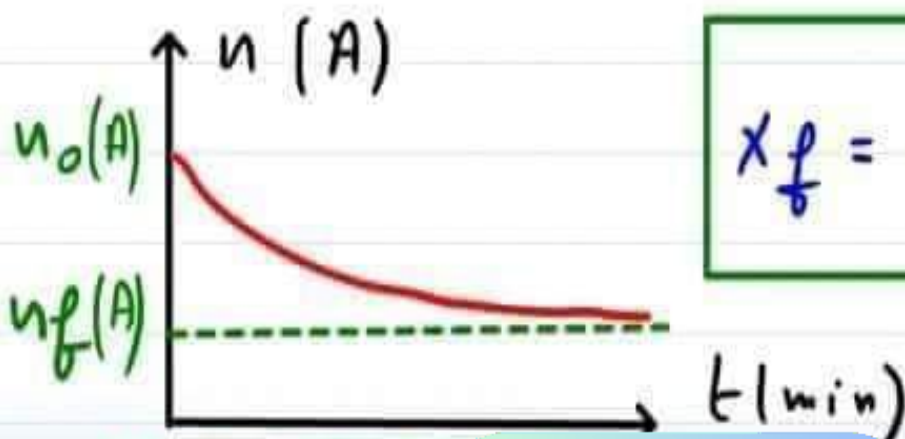
Q₂ : Comment chercher x_f :



1^{er} cas : si on a la courbe de x en fonction de t .



2^{ème} cas : si on a la courbe de n d'un réactif en fct de t .

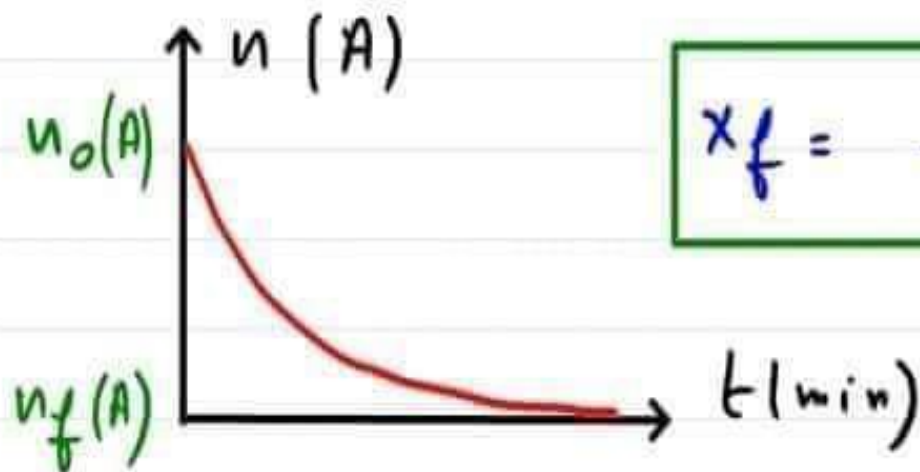


$$x_f = \frac{n_0(A) - n_f(A)}{a}$$



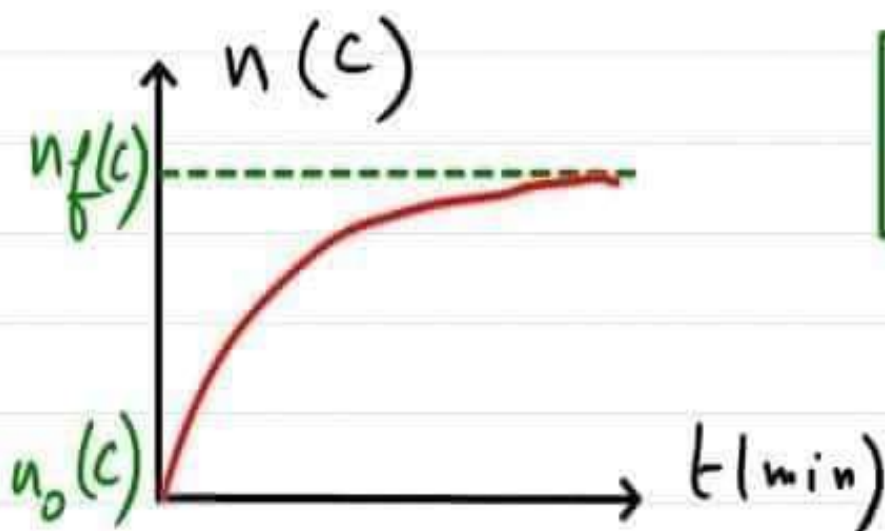
La cinétique chimique

Rq : Si ce réactif est limitant alors $n_f(A) = 0$.



$$x_f = \frac{n_0(A)}{a}$$

* Si on a la courbe de n en fonction de t d'un produit :

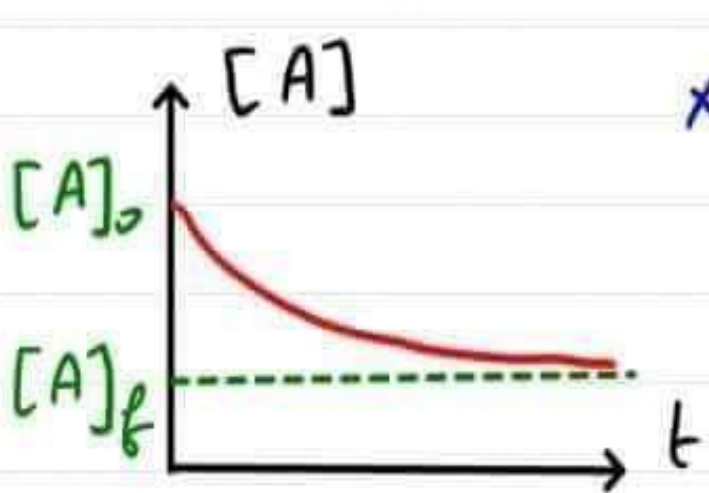


$$x_f = \frac{n_f(C)}{c}$$



La cinétique chimique

3^{ème} cas : Si on a la courbe de C en fct de t d'un réactif :

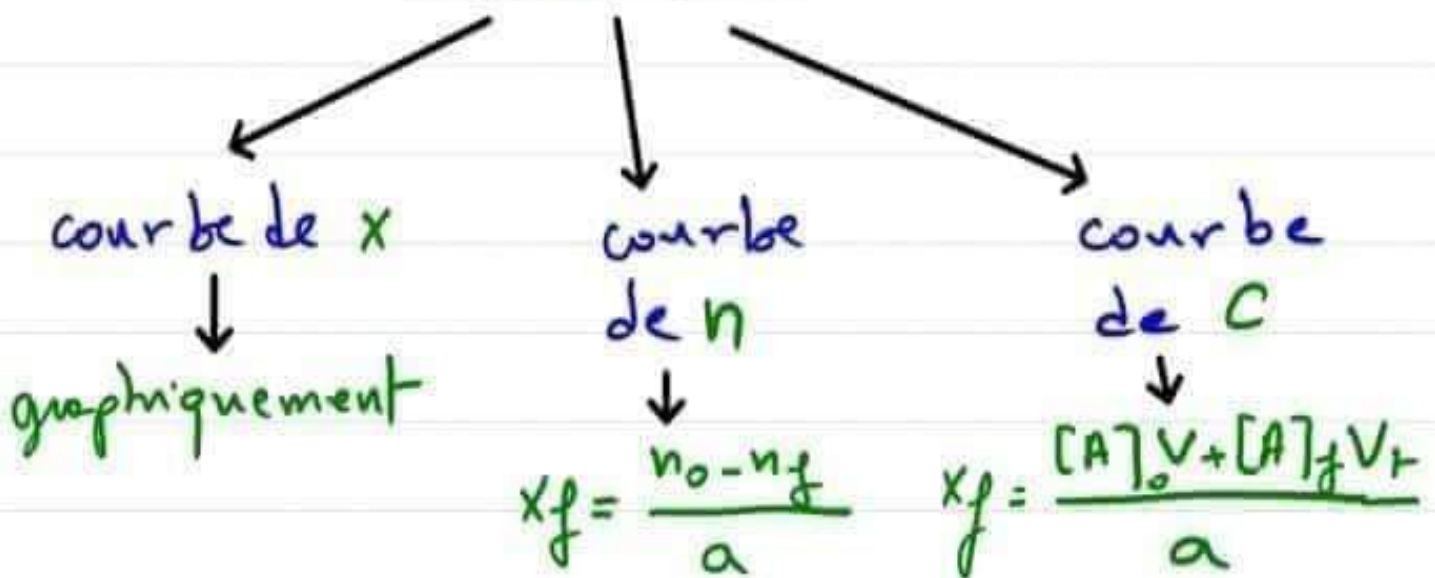


$$x_f = \frac{n_0(A) - n_f(A)}{a}$$

$$n = C V$$

$$x_f = \frac{[A]_0 V + [A]_f V_t}{a}$$

Résumons



* V: volume de la solution initiale contenant le réactif A.

* V_f: volume totale, V_f = V_A + V_B





La cinétique chimique

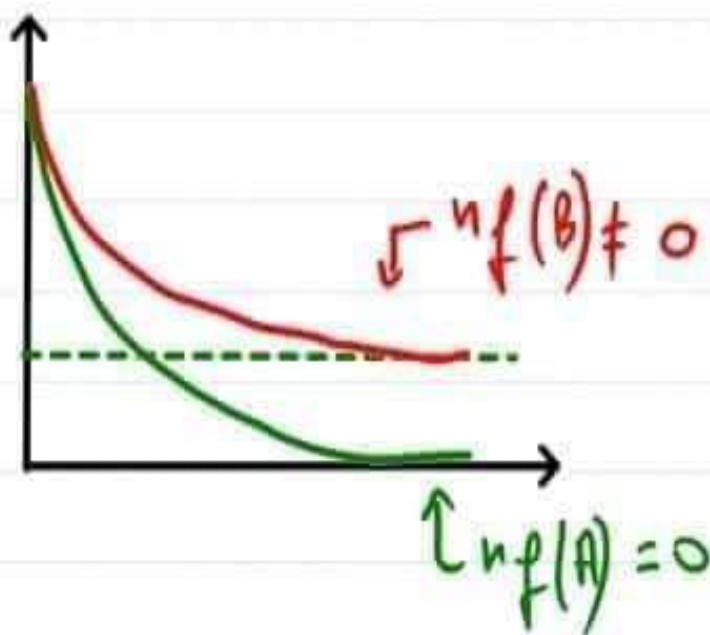
Q₃: Déterminer le réactif limitant:

* par le calcul:



si $\frac{n_0(A)}{a} < \frac{n_0(B)}{b} \Rightarrow$ A est limitant
B est en excès

* d'après la courbe.



* la courbe de A s'annule à t_f
 \Rightarrow A réactif limitant.
 \Rightarrow B est en excès



La cinétique chimique

Q₄: Déterminer l'avancement maximal X_{\max} .

* $X_{\max} = X_f$ si la réaction évolue jusqu'à la disparition du réactif limitant $n_f(A) = 0$

1^{er} cas: Si on connaît que A est le réactif limitant

$$n_f(A) = n_0(A) - aX_{\max} = 0$$

$$\Rightarrow n_0(A) = aX_{\max}$$

$$\Rightarrow X_{\max} = \frac{n_0(A)}{a}$$



La cinétique chimique

2^{ème} cas: Si le mélange est aux proportions stoechiométriques:

$\frac{n_0(A)}{a} = \frac{n_0(B)}{b}$ dans ce cas on ne connaît pas le réactif limitant.

* On suppose donc que A et B sont les deux limitant.

$$n_f(A) = 0$$

$$n_f(B) = 0.$$

$$n_0(A) - a x_m = 0$$

$$n_0(B) - b x_m = 0$$

$$\Rightarrow x_{1m} = \frac{n_0(A)}{a}$$

$$x_{2m} = \frac{n_0(B)}{b}$$

\Rightarrow on fait le calcul et on choisit le x_m le plus petit.

exple $x_{1m} = 0,02 \text{ mol}$
 $x_{2m} = 0,1 \text{ mol}$
 $\Rightarrow x_{1m} < x_{2m}$ } $\Rightarrow x_m = x_{1m} = 0,02 \text{ mol}$





La cinétique chimique

3^{ème} cas : Si la réaction est totale :

$$x_m = x_f$$

$$R_q : \quad z_f = \frac{x_f}{x_{\max}}$$

- * $z_f = 1 \Rightarrow$ réaction totale
- * $z_f < 1 \Rightarrow$ réaction limitée

Q₅ : Définir la vitesse d'une réaction chimique

$$v = \frac{dx}{dt}$$

mol min⁻¹ (pointing to the denominator)

mol (pointing to the numerator)

min (pointing to the denominator)

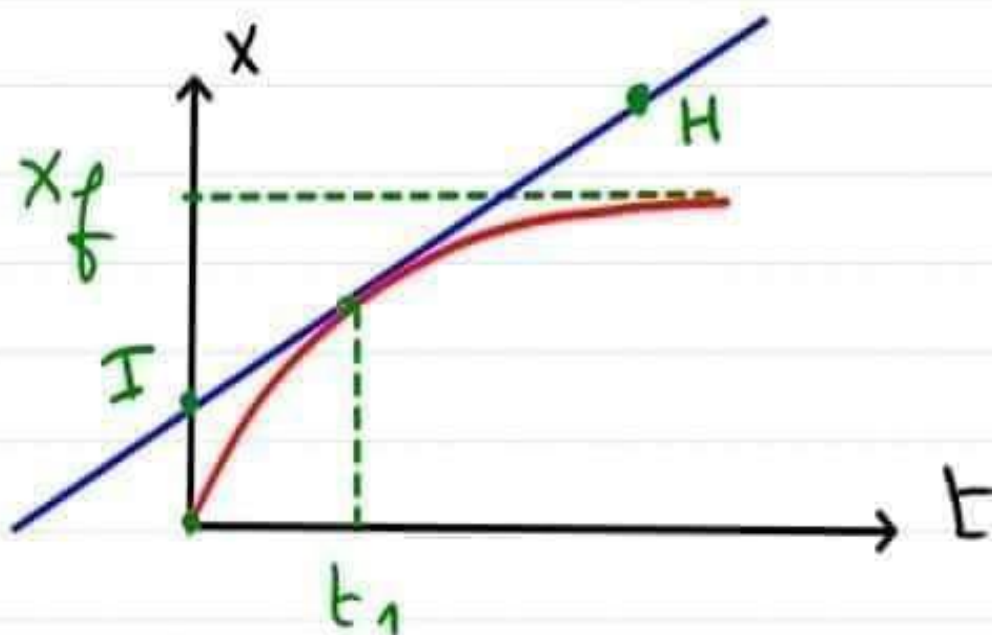




La cinétique chimique

Q₆ : Calculer la vitesse de la réaction à l'instant t_1

1^{er} cas : courbe de x



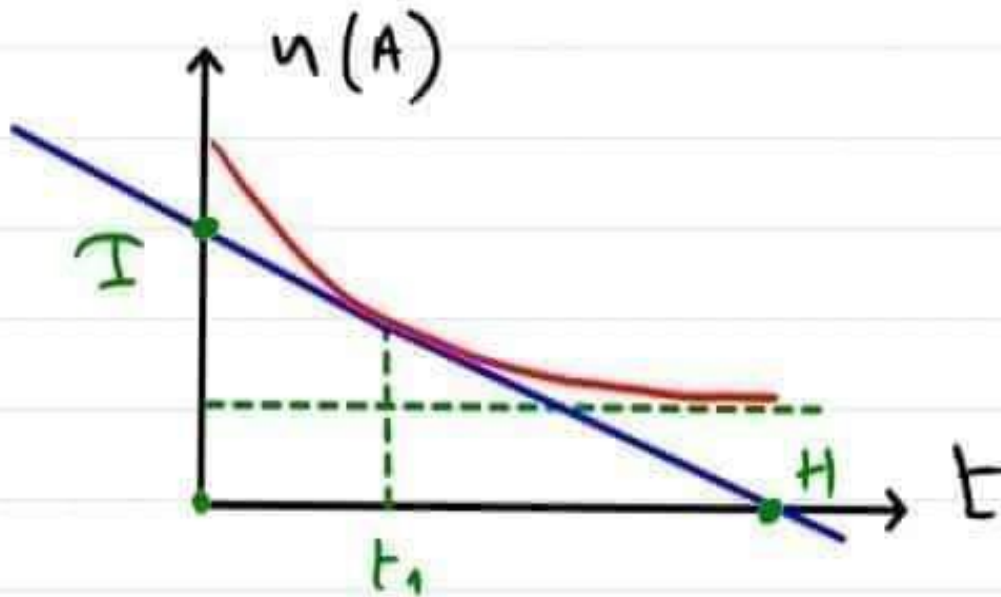
$V = \frac{dx}{dt} \Rightarrow$ c'est la pente de la tangente à la courbe à l'instant t_1 .

$$V = \frac{dx}{dt} = \text{pente} = \frac{x_H - x_I}{t_H - t_I}$$



La cinétique chimique

2^{ème} cas : courbe de n d'un réactif



$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt} \frac{n_0(A) - n(A)}{a}$$

$$= \frac{1}{a} \left(\underbrace{\frac{d}{dt} n_0(A)}_0 - \frac{d}{dt} n(A) \right)$$

$$= -\frac{1}{a} \underbrace{\frac{d}{dt} n(A)}_{\text{pente}}$$

$$= -\frac{1}{a} \text{ pente}$$

$$= -\frac{1}{a} \frac{x_H - x_I}{t_H - t_I}$$

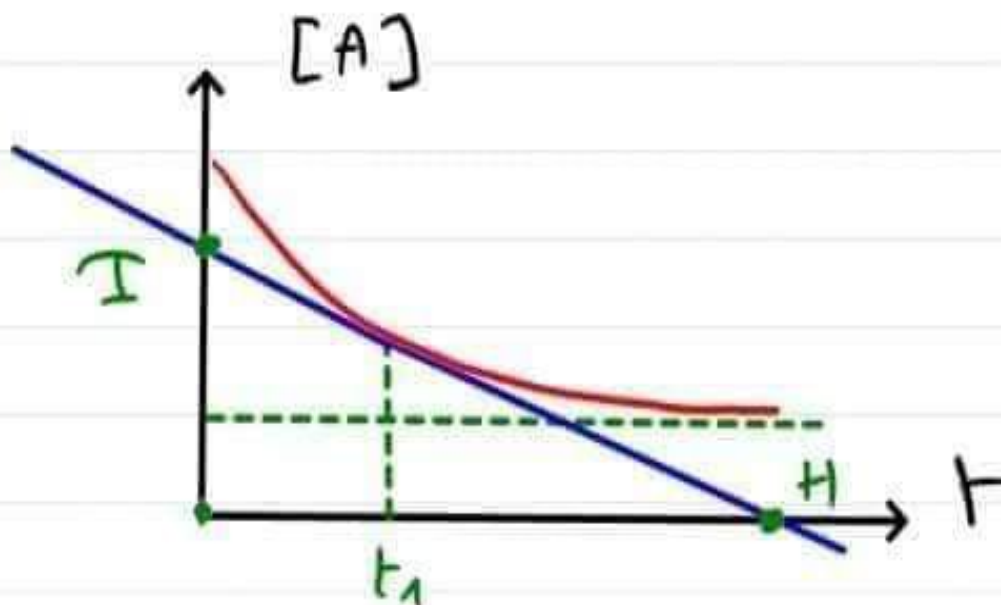




La cinétique chimique

R_{sp}: La vitesse d'une réaction chimique est toujours positive.

3^{ème} cas: courbe de C d'un réactif:



$$X = \frac{n_0(A) - n(A)}{a} \quad n = CV$$

$$= \frac{[A]_0 V - [A] V_t}{a}$$

$$\Rightarrow V = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{[A]_0 V - [A] V_t}{a} \right)$$



La cinétique chimique

$$\Rightarrow v = \frac{1}{\alpha} \left(\underbrace{\frac{d}{dt} [A]}_0 V - \frac{d}{dt} [A] V_t \right)$$

$$= - \frac{1}{\alpha} \frac{d}{dt} [A] V_t.$$

$$= - \frac{V_t}{\alpha} \underbrace{\frac{d}{dt} [A]}.$$

$$= - \frac{V_t}{\alpha} \text{ pente.}$$

Q7: Déterminer la vitesse volumique.

$$v_v = \frac{v}{V_t}$$

vitesse en mol min⁻¹

vitesse volumique en mol min⁻¹ L⁻¹

volume en L

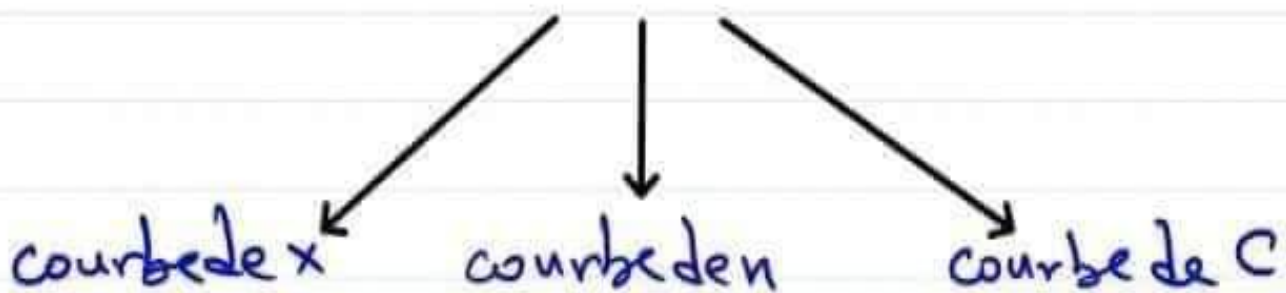




La cinétique chimique

Rq : pour trouver l'expression de v_v dans les 3 cas on fait de même que pour la vitesse v , il suffit de diviser l'expression finale de v par le volume V_t totale

Résumons



$$v = \frac{dx}{dt}$$

$$v = -\frac{1}{a} \frac{d}{dt} n(A)$$

$$v = -\frac{V_t}{a} \frac{d}{dt} [A]$$

$$v_v = \frac{1}{V_t} \frac{dx}{dt}$$

$$v_v = -\frac{1}{aV_t} \frac{d}{dt} n(A)$$

$$v_v = -\frac{1}{a} \frac{d}{dt} [A]$$





Remarque ?

La vitesse d'une réaction diminue au cours du temps car la pente de la tangente à la courbe diminue. Ceci est dû à la diminution de la concentration des réactifs.

à $t=0$:

Les concentrations des réactifs sont maximales



La vitesse est maximale



La pente est maximale

