I] L'évolution des réactions chimiques

1/Prérequis :

On donne : M(Na) = 23 ; M(O) = 16 g.mol^{-1} ; V_M = 24 L.mol^{-1}

On brûle 57,5 g de sodium (solide) dans 12 L de dioxygène ; une réaction totale se déroule, donnant lieu à la formation d'oxyde de sodium Na_2O (solide)

1. Écrire et équilibrer l'équation de la réaction.

.....

2. Calculer la quantité utilisée de chaque réactif.

.....

.....

3. Les réactifs sont-ils mélangés dans les proportions stœchiométriques ? sinon, quel est le réactif limitant et quel est le réactif en excès ?

.....

.....

4. Pour le réactif en excès ; calculer la masse ou le volume, restant à la fin de la réaction.

.....

.....

.....

5. Calculer la masse de produit formé.

.....

.....

2/ L'évolution d'un système chimique :

La transformation chimique est le passage d'un système chimique de l'état initial à l'état final.

Exemple : les ions iodure I^- avec les ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$

état initial

température T_i = 30°C

espèce n°1: ions iodure
- ✔ formule chimique: I^-
- ✔ quantité de matière: 5.10^{-3} mol

espèce n°2: ions peroxodisulfate
- ✔ formule chimique: $S_2O_8^{2-}$
- ✔ quantité de matière: 1.10^{-3} mol

→

état final

température T_f = 30°C

espèce n°1: ions iodure
- ✔ formule chimique: I^-
- ✔ quantité de matière: 3.10^{-3} mol

espèce n°3: diiode
- ✔ formule chimique: I_2
- ✔ quantité de matière: 1.10^{-3} mol

espèce n°4: ions sulfate
- ✔ formule chimique: SO_4^{2-}
- ✔ quantité de matière: 2.10^{-3} mol

On modélise la transformation chimique par un processus qu'on appelle « la réaction chimique » et qu'on décrit par son équation chimique :

L'équation doit respecter la conservation des atomes et des charges électriques entre les réactifs et les produits

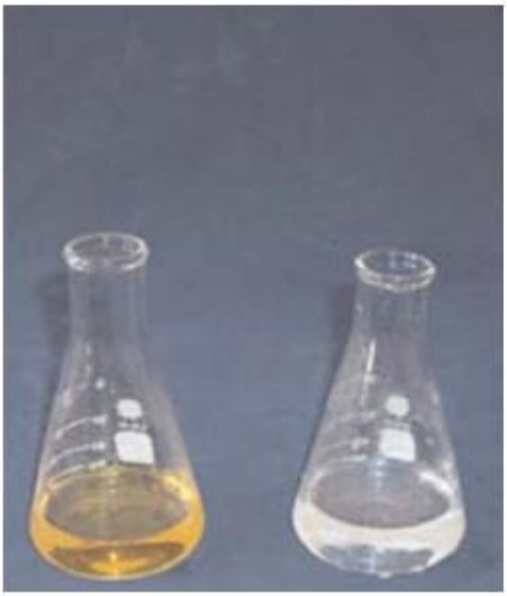
3/ TRANSFORMATION RAPIDE ET TRANSFORMATION LENT

Expérience 1 :

Introduire dans un bécher environ 20 mL d'une solution aqueuse 0,5 M d'iodure de potassium KI , puis environ 20 mL d'une solution 0,1 M de peroxodisulfate de potassium $K_2S_2O_8$

Expérience 2 :

Introduire dans un erlenmeyer contenant 40 mL d'une solution aqueuse 0,01 M de chlorure d'hydrogène HCl, quelques gouttes de bleu de bromothymol , puis 40 mL d'une solution 0,01 M d'hydroxyde de sodium NaOH



Au cours de l'expérience **1**, les ions iodure incolores réduisent les ions peroxodisulfate incolores pour donner le diiode qui confère à la solution la couleur jaune brune de teinte de plus en plus foncée au cours du temps

Au cours de l'expérience **2,** les ions hydronium incolores réagissent instantanément avec les ions hydroxyde incolores pour donner de l'eau

Une transformation chimique est dite :

- rapide : ……

……

- lente : ……

……

L'étude de l'évolution temporelle des systèmes chimiques constitue ……

4/ La stœchiométrie

Il s'agit des relations de proportionnalité entre les quantités de matière consommées des réactifs et entre les quantités de matière formées des produits.

Exemple :

Quand 1 mole d'ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ est consommée, alors :

2 moles d'ions iodure I^- sont aussi consommées ; au cours de la transformation, 1 mole de diiode I_2 est formée ainsi que 2 moles d'ions sulfate SO_4^{2-} .

II/ L'avancement d'une réaction chimique :

L'avancement x est une grandeur qui permet de suivre l'évolution des quantités de matière des réactifs et des produits au cours de la réaction. Il s'exprime en moles.

1) **Définition :** ……

……

Exemple : quand x moles d'ions peroxodisulfate ont été consommées, il reste dans le système chimique.

$n(S_2O_8^{2-})$ = …… mol	de moins en moins de $S_2O_8^{2-}$ car ces ions sont des réactifs donc ils sont consommés	
$n(I^-)$ = …… mol de moins en moins car I - est consommé	$n(I_2)$ = ……. mol de plus en plus car I_2 est formé	$n(SO_4^{2-})$ = …… mol de plus en plus car SO_4^{2-} est formé

Au cours de la réaction chimique, les quantités de matière des réactifs diminuent :

Quand au moins **1** réactif est **entièrement consommé**, alors la réaction s'arrête : ce réactif est appelé « le réactif limitant », la réaction atteint son état final et l'avancement est notée x_f

2/ Le tableau d'évolution (ou tableau d'avancement)

Il décrit l'évolution des quantités de matière de l'état initial jusqu'à l'état final. ➔ chaque ligne est un bilan de matière correspondant à l'instant considéré

Considérons l'équation de la réaction chimique : **aA + bB → cC + dD**

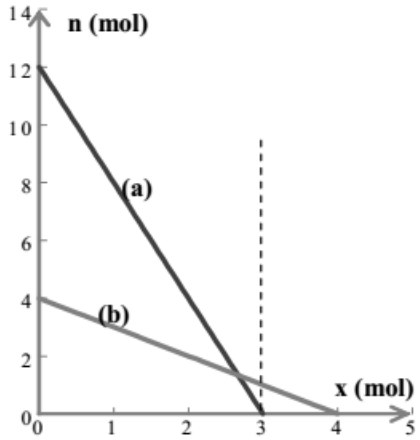
équation de la réaction					
état du système	**avancement**				
état initial	0				
état intermédiaire	x				
état final	x_f				

L'état final du système est atteint lorsque la transformation chimique arrive à son terme, c'est-à-dire lorsque le système n'évolue plus

Application 1 :

On peut produire du dichlore (Cl_2) en faisant réagir du chlorure d'hydrogène (HCl) et du dioxygène (O_2). On obtient en plus de la vapeur d'eau H_2O.

Le graphe ci-contre donne l'évolution des quantités de matière n des réactifs en fonction de l'avancement x de la réaction.



1⁰) Écrire l'équation de la réaction.

2⁰) Identifier les courbes (a) et (b).

3⁰) Dresser un tableau d'avancement de la réaction en précisant :

- la composition, en quantité de matière, du système dans l'état initial.
- L'expression des quantités de matières des constituants du système en fonction de l'avancement x de la réaction..
- la composition du système, en quantité de matière, dans l'état final.

4⁰) Tracer, sur le même graphique, les courbes représentant l'évolution des quantités de matière n des produits formés en fonction de l'avancement x de la réaction.

.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

3/ le réactif limitant :

Au cours de la transformation chimique **totale**, l'avancement x augmente de sorte que les quantités de matière des réactifs diminuent. Si un des réactifs vient à manquer, empêchant la transformation de se poursuivre, il sera appelé réactif limitant. Le ou les réactifs restant à l'état final sont appelés réactifs en excès.

Le réactif limitant est alors celui qui disparaît le premier au cours de la transformation :

- Si les réactifs étaient **dans les proportions stœchiométriques**, alors : $\frac{n_A(0)}{a} = \frac{n_B(0)}{b}$
- $\frac{n_A(0)}{a} \prec \frac{n_B(0)}{b}$: .....
- $\frac{n_A(0)}{a} \succ \frac{n_B(0)}{b}$: .....

Remarque : x_f et x_{max} :

....	....

4/Avancement volumique:

.....

.....

équation de la réaction					
état du système	avancement				
état initial	0				
état intermédiaire					
état final					