

Les facteurs cinétiques.

Etude des facteurs cinétiques

Vidéo à l'usage des 4^è sciences de base pour l'UAA4 « Caractérisation des phénomènes chimiques » et pour les 5^è sciences générales pour l'UAA6 sur le même thème

Matériel :

tubes à essais,
porte tubes à essais,
spatule

Réactifs :

HCl 1 mol/L,
HCl 0,1 mol/L,
ruban de magnésium,
granulés de zinc,
poudre de zinc,
eau chaude,
eau oxygénée 30%,
MnO₂ ou morceau de pomme de terre (facultatif, pour les options : H₂SO₄ 1 mol/L, tison incandescent, allumettes)

Montage expérimental :

Préparer de l'eau chaude (et un tison incandescent), les expériences se font dans des tubes à essais

Mode opératoire :

- Préparer 3 tubes à essais avec environ 5 mL de HCl 1 mol/L.
- Préparer 3 autres tubes à essais avec environ 5 mL de HCl 0,1 mol/L et en placer un dans un récipient contenant de l'eau chaude.
- Expérience 1 : Simultanément, introduire dans un tube à essais contenant du HCl 1 mol/L et un contenant du HCl 0,1 mol/L un morceau de même longueur de ruban de Mg, comparer l'intensité du dégagement gazeux et conclure.
- Expérience 2 : Simultanément, introduire dans le tube à essais contenant l'acide HCl 0,1 mol/L préchauffé et dans un autre gardé à température ambiante et contenant également de l'HCl 0,1 mol/L un morceau de ruban de Mg de même longueur. Comparer l'intensité du dégagement gazeux et conclure.

- Expérience 3 : Introduire simultanément dans deux tubes à essais contenant du HCl 1 mol/L, un granulé de zinc et d'autre part de la poudre de zinc. Comparer l'intensité du dégagement gazeux et conclure.
- Expérience 4 : Verser environ 5 mL d'eau oxygénée dans un tube à essais. Ajouter une pointe de spatule de MnO_2 et observer l'intensité du dégagement gazeux. Le MnO_2 peut être remplacé par un petit morceau de pomme de terre. Comparer avec de l'eau oxygénée sans MnO_2 .
- Dédire de ces 4 expériences les facteurs ou paramètres qui influencent la vitesse des réactions chimiques et le sens de modification de la vitesse.
- En option : on peut aussi montrer que le gaz dégagé par la réaction entre un acide et un métal est du dihydrogène. Pour cela, il suffit de recueillir une partie du gaz formé lors de la réaction entre Mg et HCl dans un tube à essais retourné sur le tube à essais dans lequel a lieu la réaction et d'approcher une allumette enflammée de l'orifice du tube qui a recueilli le gaz. On entend le cri, l'aboiement de l'hydrogène.
De même, on peut montrer que le gaz formé lors de la décomposition de l'eau oxygénée est du dioxygène. Pour cela, il suffit d'approcher un tison incandescent du gaz qui se dégage. Le tison se rallume au contact du dioxygène qui est un gaz comburant.
- En option : comparer l'effet de 2 acides différents de même concentration sur une même longueur de ruban de Mg. Ou tester l'effet d'un même acide sur des métaux de natures différentes.

Résultats expérimentaux :

Expérience 1 : plus l'acide est concentré, plus la réaction est rapide.

Expérience 2 : plus la température est élevée, plus la réaction est rapide.

Expérience 3 : plus un solide est divisé finement, plus la réaction est rapide.

Expérience 4 : l'ajout d'un catalyseur augmente la vitesse des réactions.

Explications théoriques complètes :

Les réactions chimiques ont lieu parce que des chocs, des collisions se produisent entre les molécules des réactifs. Si ces chocs ont suffisamment d'énergie, ils donnent lieu à la formation des produits de la réaction (des liaisons sont rompues dans les réactifs et de nouvelles liaisons se forment dans les produits). L'énergie minimale nécessaire pour que la réaction se produise est appelée énergie d'activation.

Le premier facteur cinétique étudié lors de cette séquence est la concentration d'un réactif en solution : les atomes de magnésium subiront un plus grand nombre de chocs par unité de temps quand il y a une plus grande concentration en molécules d'acide. Cette modification de concentration n'agit pas pour chaque réaction de la même façon : pour certaines réactions dites d'ordre 1, un doublement de concentration augmente la vitesse d'un facteur 2, pour d'autres dites

d'ordre 2, doubler la concentration fait quadrupler la vitesse. Il existe également d'autres cas. Seule une étude expérimentale permet de connaître l'ordre d'une réaction par rapport à un réactif.

Le second facteur cinétique étudié est la température : l'agitation moléculaire étant plus grande quand la température est plus élevée, une plus grande proportion de chocs par unité de temps sera efficace pour passer du stade réactif au stade produit.

Le troisième facteur cinétique envisagé est l'état de division du réactif solide : si le réactif est divisé plus finement, les contacts possibles entre le solide et le liquide sont plus nombreux.

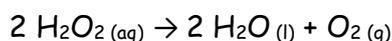
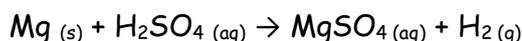
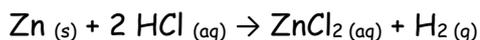
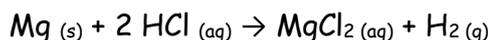
Un catalyseur est une substance spécifique à une réaction qui va augmenter sa vitesse sans intervenir dans le bilan de la réaction. Un inhibiteur est une substance qui, au contraire, diminue la vitesse d'une réaction.

Le quatrième facteur cinétique testé est la présence d'un catalyseur : celui-ci modifie le chemin réactionnel, les étapes par lesquelles la modification des réactifs en produits se déroule, en choisissant un parcours qui demande moins d'énergie pour que les chocs soient efficaces. À l'inverse, un inhibiteur modifiera le chemin réactionnel en augmentant le seuil énergétique à franchir pour que la réaction se produise.

Les cellules végétales contiennent des peroxysomes contenant des enzymes, raison pour laquelle le morceau de pomme de terre agit comme le MnO_2 .

Chaque réaction a sa propre cinétique : c'est ce qui peut être montré en changeant la nature de l'acide ou du métal utilisé lors des expériences.

Les équations pondérées des réactions envisagées sont :



Conclusions :

Ces expériences ont permis de mettre en évidence l'influence de certains facteurs sur la vitesse des réactions chimiques : la concentration des solutions de réactifs, la température, l'état de division des réactifs solides et la présence ou l'absence de catalyseur ou d'inhibiteur.

Les facteurs favorables à une cinétique plus grande sont une augmentation de concentration, une augmentation de température, l'usage de solides plus finement divisés et l'ajout d'un catalyseur.

Les options proposées permettent également de mettre en évidence l'influence de la nature des réactifs sur la vitesse des réactions ainsi que de détecter la présence de certains gaz (dihydrogène et dioxygène).

Suggestions de questions sur le thème pour exploiter ces concepts :

- * Pourquoi les aliments se conservent-ils plus longtemps au frigo et encore plus longtemps au congélateur ? Une diminution de la température diminue la vitesse des réactions de dégradation des aliments.
- * Pourquoi cuit-on plus vite les légumes dans une casserole à pression ? La température d'ébullition de l'eau est plus élevée quand la pression augmente, ce qui est le cas dans une casserole à pression. Une augmentation de température accélère les réactions.
- * Que sont les enzymes ? Ce sont des catalyseurs biologiques.
- * Quel est l'intérêt des pots catalytiques ? Les catalyseurs présents dans ces pots d'échappement permettent de transformer des composés formés en composés moins polluants plus facilement.
- * Constat que des petites buchettes brûlent plus vite que du bois en grosse bûche parce que la surface de réaction est plus grande.
- * Les conservateurs alimentaires inhibent les réactions de dégradation des aliments.
- * Ralentissement de la prise du ciment dans les bétonnières coincées dans un embouteillage par ajout de sucre (effet inhibiteur).