

Exploration des substances mystérieuses, X et Y: remettre en question l'opinion des étudiants sur la chimie acide-base et l'équilibre chimique

Article [Exploring the Mysterious Substances, X and Y: Challenging Students' Thinking on Acid-Base Chemistry and Chemical Equilibrium](#) Ingo Eilks, Ozcan Gulacar, and Jose Sandoval, J. Chem. Educ., 2018, 95 (4), pp 601-604 DOI: 10.1021/acs.jchemed.7b00404 résumé de A.-C. N. 2018-2019



Introduction

Comme nous le savons tous, les cours de chimie générale représentent l'une des plus grandes difficultés qui se dressent sur le chemin des étudiants à un stade précoce de leur éducation. Les professeurs de chimie ont, au fil du temps, développé et expérimenté différentes méthodes de présentation pour expliquer ces concepts délicats.

Parmi ces concepts, la chimie des « acides-bases » est l'un des plus compliqués pour les élèves du secondaire supérieur et, de ce fait, de nombreux étudiants n'arrivent pas à acquérir une idée claire de ce concept pourtant essentiel car il fournit une base pour la compréhension de la chimie générale et organique. Il a été prouvé que les méthodes d'enseignement de type constructiviste se concentrant sur des expériences d'apprentissage étaient plus adaptées pour l'enseignement du concept d'acide base : cela s'expliquant par leur approche dynamique. Ce type d'approche semblerait plus adapté car il stimule les étudiants selon leurs expériences personnelles propres.

Dans cet article, le sujet central est celui de la théorie de Bronsted-Lowry qui définit un acide comme un donneur de proton et une base comme un accepteur de proton. Plusieurs enseignants ont postulé que les méthodes les plus efficaces pour comprendre ce concept étaient de laisser les étudiants apprivoiser cette théorie à l'aide d'expériences qu'eux-mêmes réaliseraient plutôt que par une démonstration générale réalisée par le professeur (souvent préféré pour gagner du temps). Dans le but d'augmenter le bénéfice d'une démonstration et de capter l'attention des étudiants, une histoire mystérieuse peut être couplée avec cette démonstration.

Il semblerait que les étudiants confrontés à un contexte mystérieux et intéressant seraient plus impliqués dans l'apprentissage et la compréhension de ces concepts et réussiraient plus facilement à les maîtriser.

Contexte

La démonstration expliquée dans l'article se base sur les propriétés physiques et chimiques de substances particulières appelées zéolites qui présentent des caractéristiques d'une part acide et d'autre part basique.

Les zéolites sont des composés cristallins tridimensionnels formés d'aluminate (AlO_4) et de silicate (SiO_4). Ils possèdent des propriétés telles qu'un grand degré d'hydratation, une faible densité et la capacité d'absorber des gaz et des vapeurs. Dans la démonstration qui va suivre, les zéolites X et Y seront utilisés : les zéolites X ont un ratio silicium/aluminium entre 2 et 3 et les zéolites Y ont un ratio supérieur à 3.

Les zéolites peuvent agir dans la plupart des cas comme des échangeurs d'ions et sont fréquemment utilisés comme des catalyseurs acides en laboratoire et pour des applications techniques.

Étant donné leur composition en aluminium et en silicium, les zéolites peuvent être utilisés dans des réactions pour établir la neutralité électrique car ils possèdent une zone anionique nécessitant pour cela un cation pour établir l'équilibre. Si le cation en question est un proton cela donnera des caractéristiques « acides » aux zéolites tandis que dans le cas où le proton provient d'ions métalliques, les zéolites peuvent alors catalyser des réactions d'oxydo-réduction.

Cependant, la chimie des zéolites n'est que rarement employée dans le secondaire ni présente dans les manuels, une démonstration utilisant ceux-ci pourrait néanmoins être efficace pour stimuler l'intérêt des étudiants pour les équilibres acide-base.

Matériel de la démonstration

- Des tubes d'environ 25 sur 150mm
- Une tige d'agitation en verre
- Une zéolite de sodium sous forme de poudre (NaX)
- Une zéolite d'hydrogène sous forme de poudre (HY)
- De l'eau déionisée
- Du bleu de thymol ou un autre indicateur

Expérience et observations

Partie A : Propriétés du composé X

1. Mettre 1g de substance X dans un tube ;
2. Ajouter 20 ml d'une solution aqueuse de bleu de thymol, la couleur de la surface de la solution va progressivement changer en bleu indiquant un environnement basique avec un pH supérieur à 8.9 ;
3. Bien mélanger pour obtenir l'homogénéité et attendre quelques secondes que la zéolite forme un sédiment ;
4. Ajouter 1g de chlorure de sodium, après avoir mélangé, la solution perd sa couleur bleue indiquant un environnement plus ou moins neutre d'un pH inférieur à 8.9.

Partie B : Propriétés du composé Y

1. Mettre 1g de substance Y dans un tube ;
2. Ajouter 20ml d'une solution de bleu de thymol et observer la modification de couleur ;
3. Ajouter 1g de chlorure de sodium, la couleur de la solution vire au rouge, cela indiquant un environnement acide avec un pH inférieur à 1.7.

Discussion

La zéolite de sodium réagit avec l'eau pour former une solution alcaline, après l'ajout de NaCl il se produit une augmentation de la concentration des ions Na^+ modifiant l'équilibre selon le principe de Le Chatelier et neutralisant partiellement la solution.

La zéolite d'hydrogène ne montre quasi pas d'effets dans l'eau déionisée car il n'y presque pas d'ions disponibles pour être échangés avec les atomes d'hydrogène de la zéolite. Après l'ajout de NaCl, les ions d'hydrogène sont libérés et forment des ions H_3O^+ rendant de ce fait la solution acide.

Introduction de la démonstration avec une histoire entourant les mystérieuses substances X et Y

La démonstration se focalise sur les propriétés de l'état solide des acides pour créer une aide visuelle décrivant la relation entre acides et bases dans une réaction chimique. Le but pour les étudiants est d'analyser un phénomène physique et de le relier à la théorie concernant le principe de Le Chatelier ainsi que la vision de Bronsted-Lowry sur les acides bases. Pour mieux inclure les étudiants dans la démonstration, il est recommandé de créer un contexte suscitant la curiosité des étudiants.

Voici un exemple parmi d'autres :

Dans les années 1980, un de mes collègues a reçu un appel du FBI concernant une enquête sur un caucasien de 38 ans. Ils avaient besoin de l'avis d'un chimiste sur l'affaire : la victime avait été trouvée morte près de l'un des chemins populaires de Central Park par un couple âgé lors de leur promenade matinale. Le couple avait appelé la police dans l'espoir de rendre justice au jeune homme car il l'avait reconnu : il s'agissait d'un visiteur habituel du parc qui saluait tout le monde lors de son jogging qu'il effectuait en tenue fluo. Les enquêteurs ont rapidement évacué les lieux pour éviter la disparition de preuves ou la contamination de la scène de crime. Les enquêteurs ont rapidement remarqué les coups de nature contondante que la victime a reçus au niveau de la tête et du torse. Cependant, aucune arme n'a été trouvée près du lieu du crime. Dans la poche de la victime, deux tubes placés dans une enveloppe non libellée ont été trouvés. Ils contiennent tout deux de la poudre blanche : un est nommé X, l'autre Y. La police envisage la possibilité qu'il s'agisse de drogues. Cependant, les substances n'ont pas réagi aux différents tests de drogue réalisés. Après plusieurs témoignages, plusieurs personnes ont confirmé que la victime était un chercheur scientifique. Cela serait-il une piste ? La police est perplexe et a décidé d'investiguer le contenu des tubes. Voulez-vous savoir comment mon collègue a aidé à résoudre l'enquête ? Voici des échantillons des substances trouvées. Je vais vous montrer une partie des analyses chimiques que mon collègue a réalisé pour éclaircir l'enquête.

Après la démonstration, les étudiants peuvent échanger leurs hypothèses en petits groupes. L'enseignant peut décider d'informer les étudiants sur les zéolites et leur comportement comme échangeurs d'ions. Après cela, l'enseignant peut terminer la démonstration et conclure l'histoire de l'enquête.

Mon collègue a décidé de retourner aux bases. L'analyse chimique a montré que les substances

étaient constituées de silicium, d'aluminium et d'une grande concentration d'oxygène. Il a décidé de tester les propriétés acido-basiques et a trouvé ce dont vous venez d'être témoins. Il a découvert que les substances étaient des zéolites, des solides pouvant avoir des caractéristiques basiques et acides. Les zéolites sont des échangeurs d'ions ce qui les rend utilisables pour la confection d'objets du quotidien tels que des filtres d'eau et des détergents. La victime était en fait sur le point de faire une découverte qui aurait pu révolutionner le marché du détergent pour lessive pour enlever les ions calcium et magnésium de l'eau. Les zéolites peuvent aussi filtrer des métaux comme le cuivre, le zinc et le cadmium de l'eau ainsi qu'enlever le chlore ce qui améliore l'odeur et le goût de l'eau. Dans les années 80, cela aurait révolutionné le marché de l'eau. Avec cette connaissance, la police a concentré ses recherches sur les compagnies d'eau et a finalement été capable de capturer les coupables.

Résultats

Cette démonstration avec une histoire liée à la matière a été utilisée dans plusieurs cursus d'enseignements pour professeurs de chimie en Allemagne ainsi que lors de séminaires de développement professionnel. Cette technique d'implémentation a été inspirée par le modèle du 5E pour l'apprentissage scientifique (engage, explore, explain, elaborate, evaluate). Cette technique a été utilisée pour pousser les étudiants à l'exploration et à l'explication de ce phénomène, cela permettait aussi aux étudiants d'étendre leur compréhension conceptuelle du problème et de leur permettre de pratiquer leurs déductions. En outre, cela leur donne accès à l'utilisation industrielle des zéolites et l'enseignant peut évaluer ainsi la compréhension de ses étudiants sur le sujet.

Dans la plupart des cas, le fait qu'un solide insoluble se comporte comme un acide ou une base était très surprenant même pour les enseignants. Les étudiants et les professeurs ne trouvaient que rarement que l'expérience concernait les zéolites et exploraient donc les aspects plus familiers de la démonstration comme les changements de pH montrés par l'indicateur acido-basique. Pour la plupart, il devenait vite évident que l'expérience concernait les réactions acide-bases. En utilisant un travail coopératif en petits groupes, les sujets arrivaient dans la plupart des cas à l'explication des réactions d'équilibres des deux démonstrations. Tant les étudiants que les professeurs étaient surpris que des substances chimiques aient le nom X et Y. Finalement, en plus du modèle 5E pour l'apprentissage scientifique, des informations sur l'utilisation industrielle des zéolites étaient fournies aux participants.

Conclusions

La réussite et la compréhension des étudiants en chimie n'est pas atteinte uniquement en mémorisant des faits. A la place, la compréhension nécessite que les étudiants développent une compréhension conceptuelle du matériel tout en ayant une détermination constante et une envie de maîtriser et appliquer leurs connaissances. Instiller cette détermination peut être difficile pour les enseignants mais peut être réalisé à l'aide de démonstrations surtout celles visuelles et concrètes comme dans cette démonstration par exemple. La polyvalence de cette démonstration est aussi illustrée par l'histoire mystérieuse qui a été prouvée comme étant utile pour motiver les étudiants. Cependant, les enseignants ont besoin de temps pour maîtriser et être habitués à cette technique. Cette démonstration peut donc être utile dans l'apprentissage des étudiants de la chimie générale.

From:

<https://dvillers.umons.ac.be/wiki/> - **Didier Villers, UMONS - wiki**

Permanent link:

<https://dvillers.umons.ac.be/wiki/teaching:10.1021-acs.jchemed.7b00404?rev=1558606534>

Last update: **2019/05/23 12:15**

