|  |
| --- |
| **Niveau :** terminale spécialité physique chimie |
| **Type de ressources :** activité |
| **Notions et contenus :**   * Constante d’acidité KA d’un couple acide-base * Réaction d’un acide ou d’une base avec l’eau, cas limite des acides forts et des bases fortes dans l’eau. * Solutions courantes d’acides et de bases. * Diagrammes de prédominance et de distribution d’un couple acide-base ; espèce prédominante |
| **Capacités travaillées ou évaluées :**   * Associer le caractère fort d’un acide (d’une base) à la transformation quasi-totale de cet acide (cette base) avec l’eau. * Prévoir la composition finale d’une solution aqueuse de concentration donnée en acide fort ou faible apporté. * Comparer la force de différents acides ou de différentes bases dans l’eau. * **Capacité numérique :** Déterminer, à l’aide d’un langage de programmation, le taux d’avancement final d’une transformation, modélisée par la réaction d’un acide sur l’eau. * Exploiter un diagramme de prédominance ou de distribution * **Capacité numérique :** Tracer, à l’aide d’un langage de programmation, le diagramme de distribution des espèces d’un couple acide-base de pKA donné. |
| **Nature de l’activité :** activité incluant des éléments de programmation |
| **Résumé :**  Cette activité permet aux élèves de découvrir par eux même les caractéristiques de la réaction d’un acide avec l’eau. Dans une première partie, ils utilisent la condition d’équilibre pour calculer le taux d’avancement final de la réaction de différents acides avec l’eau et concluent sur la distinction acide fort/acide faible, et sur la composition réelle de plusieurs solutions d’acide courant. Dans la seconde partie, les élèves sont amenés à discuter du rapport en fonction de la valeur de *K*A et du pH. L’activité se termine avec le tracé du diagramme de distribution à l’aide d’un programme Python. |
| **Mots clefs** **:** réaction acide avec l’eau ; Python ; diagramme de distribution |
| **Académie où a été produite la ressource :** Strasbourg |

Physique-chimie

Programme de la classe de Terminale spécialité physique chimie

**Documents élèves**

Activité de cours – réaction d’un acide avec l’eau

**I/ Détermination du taux d’avancement de la réaction**

On introduit une quantité n0 d’acide noté AH dans de l’eau considérée comme pure. On obtient une solution aqueuse de volume V.

1. Écrire l’équation de réaction de l’acide avec l’eau.

La constante de cet équilibre est appelée **constante d’acidité** et est notée **KA.**

1. Rappeler la condition d’équilibre chimique. À l’aide d’un tableau d’avancement, montrer qu’elle peut s’écrire :
2. En déduire que l’avancement final de la réaction est solution de l’équation du second degré suivante :

On propose de déterminer la valeur de puis du taux d’avancementde la transformation pour différents cas à l’aide d’un programme Python disponible en annexe dans le programme « calcul de x et taux\_python\_élève.py »

1. Compléter les lignes manquantes du programme.
2. Pourquoi la valeur x2 n’est pas utilisée pour le calcul du taux d’avancement final ?
3. À l’aide du programme, compléter le tableau suivant :

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Acide | Acide méthanoïque | Acide éthanoïque | Acide propanoïque | Acide nitrique | Acide chlorhydrique | Acide éthanoïque |
| KA à 25°C | 10-3,8 | 10-4,8 | 10-4,9 | 102 | 106,3 | 10-4,8 |
|  | 10-2 mol.L-1 | 10-2 mol.L-1 | 10-2 mol.L-1 | 10-2 mol.L-1 | 10-2 mol.L-1 | 10-4 mol.L-1 |
| Taux d’avancement de la réaction |  |  |  |  |  |  |

1. Quels paramètres influencent le taux d’avancement final ? Quel paramètre semble le plus important ?

Si la **transformation de l’acide avec l’eau** peut toujours être considérée comme **totale**, on dit que l’acide est **fort**. Dans ce cas, l’acide est entièrement consommé et n’existe pas dans l’eau.  
Dans le cas contraire, on parle d’acide faible.

1. Quels acides peuvent être considérés comme « forts » ?
2. Que contiennent *réellement* les solutions suivantes : (rayer les mentions inutiles)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Nom de la solution | Solution aqueuse d’acide éthanoïque | Solution aqueuse d’acide méthanoïque | Solution aqueuse d’acide nitrique | Acide chlorhydrique |
| solutés présents | CH3COOH(aq) CH3COO-(aq) H3O+(aq) | HCOOH(aq) HCOO-(aq) H3O+(aq) | HNO3 NO3-(aq) H3O+(aq) | HCl Cl-(aq) H3O+(aq) |

**II/ Espèces en présence – cas des acides faibles**

Si les acides forts réagissent totalement avec l’eau pour ne plus exister en solution aqueuse, les acides faibles coexistent en solution avec leur base conjuguée. L’objectif de cette partie est d’étudier la proportion des formes acides et basiques présentent dans une solution d’acide faible.

1. **Comparaison de la force de plusieurs acides faibles**
2. On considère deux acides, l’un de constante d’acidité KA,1 = 10-2 et un de constante d’acidité KA,2= 10-3. Quel est l’acide se rapprochant le plus d’un acide fort ? Justifier.

Les valeurs de KA varient sur plusieurs ordres de grandeurs. Pour restreindre l’échelle, on définit le pKA comme **pKA = - log KA**

1. Donner les pKA des acides méthanoïque, éthanoïque et propanoïque. Quel est l’acide le plus fort des 3 ?
2. **Espèces en présences et pH**
3. Rappeler la condition d’équilibre chimique liant les concentrations à l’équilibre en forme acide [AH], en forme basique [A-], en ions oxonium [H3O+] à la constante d’acidité KA et la concentration standard C0. Montrer que :
4. Discuter du quotient en fonction de la valeur de KA puis de la concentration en ions oxonium.
5. Après avoir rappelé la définition du pH, montrer que cette relation (1) peut se réécrire :
6. Commenter : que dire des concentrations en forme acide et basique si

* pH = pKA
* pH = pKA + 2
* pH = pKA – 2
* pH > pKA
* pH < pKA

À l’aide d’un programme Python, on désire représenter les proportions sous forme de pourcentage de la forme acide et de la forme basique présentes en fonction du pH de la solution. C’est un diagramme de distribution.

1. Montrer que :

et

1. Compléter le fichier python disponible en annexe appelé « Tracer un diagramme de distribution\_python\_élève.py ».
2. Tracer, à l’aide du programme, le diagramme de distribution de l’acide éthanoïque de pKA = 4,8. Comparer le diagramme aux réponses de la question 6). Ces réponses sont-elles en accord avec le diagramme de distribution ?

**Pour le professeur (mise œuvre, éléments de correction, ...)**

Cette activité peut être faite en classe en petits groupes ou même en travail à la maison. Comme toutes les activités python, il peut être intéressant d’utiliser le service de partage d’activités de codage en ligne développé par l’académie de paris CAPYTALE, disponible sur <https://capytale2.ac-paris.fr/web/accueil> . En effet, tous les élèves travaillent dans un environnement Python similaire et peuvent poster leur programme en ligne afin d’avoir un retour de leur enseignant.

Les prérequis Python sont minimum, l’objectif de ces questions étant de montrer l’intérêt de la programmation dans l’étude et pour la compréhension de quelques transformations.

Cette activité est également l’occasion de retravailler la notion de modèle. En effet, certaines réactions vérifiant la condition d’équilibre chimique peuvent néanmoins être *considérées comme* totales. A ce titre, il est intéressant de mettre en évidence le fait que le taux d’avancement final n’est pas uniquement fonction de la valeur de la constante d’acidité, mais également de la concentration en acide apporté.