

TITRE DE L'ACTIVITE

FORCE DES ACIDES Niveau Spécialité Terminale

Résumé de l'activité en quelques mots (5 lignes maximum)

Dans cette activité les élèves déterminent le pK_A d'acides faibles à l'aide d'une mesure de pH. Après une première étude théorique complète, ils s'aident de l'IA afin d'automatiser les calculs et déterminer la pK_A de plusieurs acides. Ils utilisent aussi un programme python généré par l'IA afin de déterminer le taux de dissociation d'un acide faible en solution et d'étudier l'influence de la concentration sur sa valeur.

Objectifs

Cette activité expérimentale s'inscrit dans la 3^{ème} partie du thème 1 du programme de spécialité de terminale intitulée « Prévoir l'évolution d'un système siège d'une transformation chimique ». Les élèves doivent, à l'issue de la séance de TP, être capable de déterminer le pK_A d'un acide faible à l'aide d'une mesure de pH et de classer les acides par force croissante en se basant sur cette valeur du pK_A . L'utilisation de l'IA permet de gagner du temps sur la partie « calculatoire » pour tester davantage d'acides faibles au cours de la séance de TP et augmenter ainsi la pertinence du classement.

B) Comparer la force des acides et des bases	
Constante d'acidité K_A d'un couple acide-base, produit ionique de l'eau K_e .	Associer K_A et K_e aux équations de réactions correspondantes. <i>Estimer la valeur de la constante d'acidité d'un couple acide-base à l'aide d'une mesure de pH.</i>
Réaction d'un acide ou d'une base avec l'eau, cas limite des acides forts et des bases fortes dans l'eau.	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. <i>Mesurer le pH de solutions d'acide ou de base de concentration donnée pour en déduire le caractère fort ou faible de l'acide ou de la base.</i> 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. Capacité mathématique : Résoudre une équation du second degré.

Un autre objectif est de les amener à regarder l'influence de la dilution sur le taux de dissociation d'un acide faible dans l'eau à l'aide d'un langage de programmation.

Scénario pédagogique

- Durée : 1h50 min.
- Format : séance de travaux pratiques, élèves en binômes.
- Matériel : un ordinateur ou tablette connectée à internet par binôme.

Après deux questions d'introduction sur la notion de constante d'acidité, les élèves mesurent le pH de quatre solutions d'acides (éthanoïque, lactique, chlorure d'ammonium, chlorure d'hydrogène) de concentration en soluté apporté égale à $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et notent le pH dans un tableau. En s'appuyant sur un tableau d'avancement et sur la valeur du pH, ils déterminent ensuite pour le premier acide :

- L'avancement maximal x_{max} ;
- L'avancement final x_f ;
- Le taux d'avancement finale τ ;
- Les concentrations des différentes espèces chimiques présentes à l'état final ;
- La constante d'acidité du couple acide – base ;
- La valeur du pK_A du couple.

Ils utilisent ensuite une IA générative (Le Chat de Mistral ai) pour retrouver les résultats de l'étude théorique en indiquant uniquement la concentration en soluté apporté, le volume de la solution et le pH mesuré. Une fois le prompt ajusté pour que les résultats soient conformes à ceux obtenus sans IA, ils réinvestissent le prompt pour déterminer toutes les valeurs pour trois autres acides.

Ils peuvent ensuite comparer la force des acides en comparant le taux final d'avancement ou les pK_A des couples.

Dans un deuxième temps, les élèves utilisent l'IA pour générer un programme python permettant de déterminer le taux d'avancement final connaissant le pK_A et la concentration en soluté apporté. Après avoir vérifié le fonctionnement du programme python sur l'exemple de l'acide éthanoïque de concentration en soluté apporté $C_1 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ pour lequel le taux d'avancement final est connu, ils calculent le taux d'avancement final dans le cas d'une solution d'acide très dilué.

La séance de TP contient aussi une détermination de l'incertitude – type de type A sur la valeur du pK_A de l'acide éthanoïque ainsi qu'une comparaison de la valeur expérimentale à la valeur théorique.

Documents d'accompagnements

Sujet élève : TP force des acides et des bases IA.docx ;

Corrigé : TP force des acides et des bases IA CORRECTION.docx

Exemples de prompt : prompt IA.docx

Analyse de l'activité

Intérêt de l'utilisation de l'IA dans cette activité :

- L'utilisation de l'IA permet de gagner du temps et de classer davantage d'acides.
- La vérification imposée sur l'acide éthanoïque est très intéressante car :
 - o Elle montre aux élèves la nécessité d'un regard critique sur les résultats proposés et l'importance de la précision du prompt utilisé.
 - o Elle permet aux élèves de s'autocorriger et donc d'avancer en autonomie.
- La génération du programme python est rapide et le programme fonctionne bien si le prompt est bien rédigé.
- L'IA explique la structure du programme python ce qui permet d'en comprendre rapidement l'architecture.

Inconvénient et/ou points de vigilance :

- Selon les IA, il peut y avoir des problèmes avec les notations dans les réponses proposées.
- Si le prompt manque de précision, les calculs et/ou les notations proposées par l'IA sont hors programme ou différent de celles utilisées par les élèves ce qui peut entraîner de la confusion.
- Les élèves favorisent une succession de prompts courts alors que l'IA donne des meilleurs résultats si on lui demande de faire l'étude complète en un seul prompt (x_f , x_{\max} , T , concentrations, K_a , pK_a) correctement rédigé.

Prolongements possibles – variantes

- Il peut être pertinent de demander aux élèves de préciser les modifications qu'ils ont faites sur le prompt initial pour obtenir des résultats satisfaisants. Il est possible de travailler l'art du prompt, en utilisant des outils comme ACTIF.
- Le calcul pour la solution d'acide chlorhydrique pose problème aux élèves, les résultats donnés par l'IA sont plus ou moins corrects. Il est préférable de leur faire faire le calcul à part, sans utilisation de l'IA.
- Il peut être intéressant d'utiliser l'analyse du programme python faite par l'IA pour faire réfléchir les élèves au contenu du programme.
- De même, il serait intéressant de faire travailler les binômes avec des IA génératives différentes pour comparer la qualité des résultats.
- Enfin, il est possible d'utiliser compare IA (<https://www.comparia.beta.gouv.fr/>) pour voir si on peut obtenir des résultats satisfaisants avec une IA moins énergivore.

Productions d'élèves

1^{ère} partie : calcul du pKa

Prompt IA : exemple 1

On fait réagir de l'acide acétique avec de l'eau. ($C_2H_4O_2 + H_2O = C_2H_3O_2^- + H_3O^+$). La solution S1 admet une concentration en soluté apporté de $C_1=1,0 \cdot 10^{-2}$ mol/L. A l'aide de ses valeurs détermine l'avancement maximal (x_f) en mol, la constante d'acidité (K_a), le pKa, et le taux d'avancement défini par x_f/x_{max}

un volume de 50ml

le ph au debut est égal à 3,9

t'es sur que K_a est égale à $1,6 \cdot 10^{-5}$ et pas $1,6 \cdot 10^{-6}$

refait donc le calcul de pKa, du taux d'avancement, K_a et x_f

mais x_f est égal à $6,3 \cdot 10^{-6}$ mol



Tu as raison de souligner cette incohérence ! Reprenons le calcul de x_f en utilisant le **pH donné (3,9)** pour être cohérent avec ta donnée initiale, et non la valeur tabulée de K_a .

ok, tu as les bonnes valeurs et les bons calculs. Maintenant on admet une solution S2 d'acide lactique ($C_3H_6O_3$) et de concentration en soluté apporté $c_2=1,0 \cdot 10^{-2}$ mol/L. Reprends les éléments importants (note que le ph vaut 3,46)

Prompt IA : exemple 2

"Je vais te donner des valeurs pour pouvoir calculer l'avancement finale d'une réaction non totale, la constante d'acidité, le potentiel de la constante d'acidité et le taux d'avancement de la réaction. Il s'agit d'une réaction entre l'acide acétique dans un volume de 50 mL et de concentration 1×10^{-2} mol/L, le pH de la solution est de 4,05 et le solvant est majoritaire."

2^{ème} partie : programme python

« je veux un programme python qui permette de calculer le taux d'avancement lors de la réaction d'un acide faible dans l'eau. On connaît le pKa et la concentration de l'acide. »

Non en fait il faudrait que tu me demandes d'entrer le pKa de l'acide et sa concentration.