**BACCALAURÉAT GÉNÉRAL**

**Épreuve pratique de l’enseignement de spécialité physique-chimie**

**Évaluation des Compétences Expérimentales**

Cette situation d’évaluation fait partie de la banque nationale.

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

|  |  |
| --- | --- |
| NOM : | Prénom : |
| Centre d’examen : | n° d’inscription : |

Cette situation d’évaluation comporte **six** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses.

Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d’initiative tout au long de l’épreuve.

En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l’examinateur afin de lui permettre de continuer la tâche.

L’examinateur peut intervenir à tout moment, s’il le juge utile.

L’usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L’usage de calculatrice sans mémoire « type collège » est autorisé.

CONTEXTE DE LA SITUATION D’ÉVALUATION

En chimie, de nombreuses transformations aboutissent à un équilibre. Celui-ci est le résultat de deux réactions chimiques antagonistes.

Même si d’un point de vue microscopique, des transformations ont lieu en permanence dans le milieu réactionnel, dans le cas où un équilibre chimique est atteint, le milieu réactionnel n’évolue pas d’un point de vue macroscopique. Il peut alors être caractérisé par son quotient de réaction à l’équilibre.

***Le but de cette épreuve est d’étudier l’influence des conditions initiales sur la valeur du quotient de réaction à l’équilibre pour une transformation chimique correspondant à la réaction entre un acide et de l’eau et de relier ce quotient à une valeur de référence.***

**INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT**

Réaction entre l’acide méthanoïque et l’eau

L’acide méthanoïque est un acide faible selon Brönsted. Il réagit avec l’eau selon la réaction d’équation :

HCOOH(ℓ) + H2O(ℓ)  HCO(aq) + H3O+ (aq)

Lorsqu’on introduit une quantité de matière *n0* d’acide méthanoïque dans de l’eau, le tableau d’avancement associé à cette réaction s’écrit :

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| État | Avancement | HCOOH(ℓ) + H2O (ℓ)  HCO(aq) + H3O+ (aq) | | | |
| État initial | *x* = 0 | *n0* | excès | 0 | 0 |
| État d’équilibre | *x* = *xeq* | *n0* - *xeq* | excès | *xeq* | *xeq* |

Cette réaction aboutit à un équilibre pour lequel le quotient de réaction s’écrit :

où les valeurs de chaque terme sont celles des concentrations exprimées en mol·L–1 et *C*° est la concentration standard qui est égale à 1 mol·L–1.

Conductivité d’une solution

La conductivité σ d’une solution aqueuse traduit sa capacité à conduire le courant électrique. Elle se mesure en Siemens par mètre (S·m–1) et sa valeur dépend de la nature et de la concentration des ions présents dans la solution.

Pour une solution peu concentrée contenant des ions An+ et Bm–, elle peut être calculée en utilisant la loi de Kohlrausch :

 = · [An+] + · [Bm–]

avec : : conductivité molaire ionique de l’ion An+ (en S·m²·mol–1)

 : conductivité molaire ionique de l’ion Bm- (en S·m²·mol–1)

[An+]: concentration en quantité de matière effective en ion An+ (en mol·m–3)

[Bm–] : concentration en quantité de matière effective en ion Bm– (en mol·m–3)

Étalonnage d’un conductimètre

La mesure de la conductivité d’une solution s'effectue à l'aide d'une cellule reliée à un conductimètre. Comme la conductivité dépend de la température et des caractéristiques de la cellule, il est nécessaire d’étalonner le conductimètre avant utilisation. Cette opération consiste à mesurer la conductivité connue d’une solution de chlorure de potassium dite « étalon » et de régler l’appareil si nécessaire afin qu’il affiche la bonne valeur.

Données utiles

* Conductivités molaires ioniques de quelques ions (à 25 °C) :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  en S·m²·mol–1 |  | **en S·m²·mol–1 |
| ion H3O+ | 3,5 × 10–2 | ion H | 2,0 × 10–­­2 |
| ion Na+ | 5,0 × 10–3 | ion Cℓ– | 7,6 × 10–3 |
| ion HCO | 5,5 × 10–3 | ion K+ | 7,4 × 10–3 |

* *pK*A du couple HCOOH / HCO : 3,75 (à 25 °C). Cette grandeur sera notée aussi .
* Unités de concentration en quantité de matière : 1,0 mol·L–1 = 1,0 × 103 mol·m–3.
* Unités de conductivité : 1,0 S·cm–1 = 1,0 × 10² S·m–1.
* Notation des puissances de dix en langage Python : 1×10**n** s’écrit **1en** (par exemple : 1×10–2 s’écrit **1e-2**).
* Incertitude-type sur la mesure de conductivité : on prendra u(σ) = 0,002 S·m–1.

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Préparation d’une solution par dilution (10 minutes conseillées)

On souhaite préparer une solution S2 d’acide méthanoïque de concentration   
*C2* = 1,0 × 10–3 mol·L–1 en diluant 10 fois la solution disponible S1. Pour cela, on fournit le protocole suivant :

* verser un peu de solution S1 dans un becher ;
* prélever à l’aide d’une pipette jaugée munie d’une propipette 10,0 mL de la solution S1 ;
* verser les 10,0 mL de solution S1 dans une fiole jaugée de 100 mL ;
* y rajouter de l’eau distillée jusqu’aux 2/3 de la fiole ;
* mélanger ;
* compléter d’eau distillée jusqu’au trait de jauge, boucher, homogénéiser.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | APPEL n°1 |  |
| 🖐 | Appeler le professeur pour réaliser devant lui le protocole  ou en cas de difficulté | 🖐 |

Mettre en œuvre le protocole proposé afin de préparer la solution S2.

1. Détermination de la valeur d’un quotient de réaction à l’équilibre (30 minutes conseillées)

Étalonner le conductimètre.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | APPEL n°2 |  |
| 🖐 | Appeler le professeur avant d’effectuer les mesures suivantes. | 🖐 |

Mesurer la conductivité σ1 de la solution S1 puis la conductivité σ2 de la solution S2.

σ1 = ……………………

σ2 = …………………….

Établir l’expression littérale permettant de calculer, à l’équilibre, la concentration en ions méthanoate HCO ou en ions oxonium H3O+ en fonction de la conductivité σ de la solution et des conductivités molaires ioniques des ions qu’elle contient.

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

À partir de la relation précédente, calculer les concentrations en mol·L–1 des ions méthanoate HCOet des ions oxonium H3O+ dans les solutions S1 et S2.

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

En déduire la valeur du quotient de réaction à l’équilibre pour chaque solution.

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

À l’équilibre, la valeur du quotient de réaction dépend-elle des conditions initiales ?

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | APPEL FACULTATIF |  |
| 🖐 | Appeler le professeur en cas de difficulté | 🖐 |

1. Comparaison du *pKA* à une valeur de référence (20 minutes conseillées)
   1. Détermination de u(*C2*)

Les résultats obtenus précédemment dépendent des incertitudes sur les mesures des volumes effectuées lors de la dilution ainsi que sur les mesures de conductivité.

Calculer la valeur u(*C2*) de l’incertitude-type associé à la concentration de la solution S2 à l’aide de la relation ci-dessous :

Remarque : dans ce contexte, on considère que et . Les valeurs des tolérances et sont visibles sur la verrerie. Les caractéristiques de la solution S1 sont indiquées sur le flacon contenant cette solution. On conservera un chiffre significatif pour l’écriture de u*(C2)*.

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

u(*C2*) = …………………………

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | APPEL FACULTATIF |  |
| 🖐 | Appeler le professeur en cas de difficulté | 🖐 |

* 1. *KA*, *pKA* et compatibilité des résultats

Le quotient de réaction à l’équilibre est égal au *KA* du couple HCOOH/HCO.

Le programme Python mis à disposition permet de déterminer numériquement le *pKA* de ce couple.

Ce programme doit être complété pour fonctionner correctement (voir **« Partie du programme Á MODIFIER »** au début du programme).

Une fois complété, le programme Python permet de générer 100 000 valeurs de *Qr,eq* et de *pKA*= – *.*

Ce programme permet alors de déterminer numériquement :

* l’histogramme de la distribution des valeurs du *pKA*;
* la valeur moyenne des 100 000 valeurs du *pKA* ;
* l’incertitude-type associée *u*(*pKA*).

Pour la solution S1, compléter le programme Python à l’aide des indications présentes sur la paillasse et dans l’énoncé.

Exécuter le programme et compléter la ligne ci-dessous :

*pKA1*  = …………………… u(*pKA1*) = ……………………

Commenter l’allure de l’histogramme des valeurs de *pKA1*.

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

Renouveler l’opération pour la solution S2 cette fois.

*pKA2*  = …………………… u(*pKA2*) = ……………………

Commenter l’allure de l’histogramme des valeurs de *pKA2*.

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | APPEL FACULTATIF |  |
| 🖐 | Appeler le professeur en cas de difficulté | 🖐 |

Dans le cadre de cette étude, on considère que le *pKA* déterminé avec la méthode numérique est compatible avec la valeur de référence fournie si :

Les valeurs du *pKA* du couple HCOOH/HCO déterminées avec les solutions S1 et S2 sont-elles compatibles avec la valeur de référence fournie dans l’énoncé ?

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

…………………………………………………………………………………………………..……….………..………………..

**Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.**