الكيمياء (7 نقط): التحولات حمض ـ قاعدة ؛ دراسة عمود

الجزءان (1) و (2) مستقلان

الجزء 1: دراسة الإيبوبروفين (ibuprofène) كحمض كربوكسيلي

الإيبوبروفين جزيئة صيغتها الإجمالية $C_{13}H_{18}O_2$ وتشكل العنصر الفعال في مجموعة من الأدوية من فئة مضادات الالتهابات.

يهدف هذا الجزء إلى:

- دراسة محلول مائي للإيبوبروفين؛
- معايرة محلول مائي للإيبوبروفين.

معطى: $M(C_{13}H_{18}O_2) = 206\ g.mol^{-1}$

1. دراسة محلول مائي للإيبوبروفين

أعطى قياس pH محلول مائي للإيبوبروفين تركيزه المولي $C = 5{,}0.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ القيمة $pH = 2{,}7$ عند $25°C$.

معادلة التفاعل المنمذجة للتحول بين الإيبوبروفين والماء تكتب:

$$C_{13}H_{18}O_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_{13}H_{17}O^-_{2(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

0,5 **1.1.** بيّن أن هذا التحول محدود.

0,75 **2.1.** أحسب قيمة $Q_{r,éq}$ خارج التفاعل للمجموعة الكيميائية عند التوازن.

0,25 **3.1.** استنتج قيمة pK_A للمزدوجة $(C_{13}H_{18}O_{2(aq)} / C_{13}H_{17}O^-_{2(aq)})$.

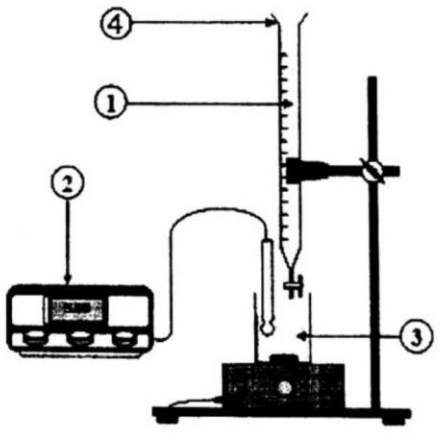
2. معايرة محلول مائي للإيبوبروفين

تشير لصيقة دواء إلى المعلومة " **إيبوبروفين ...** $400\ mg$ ".

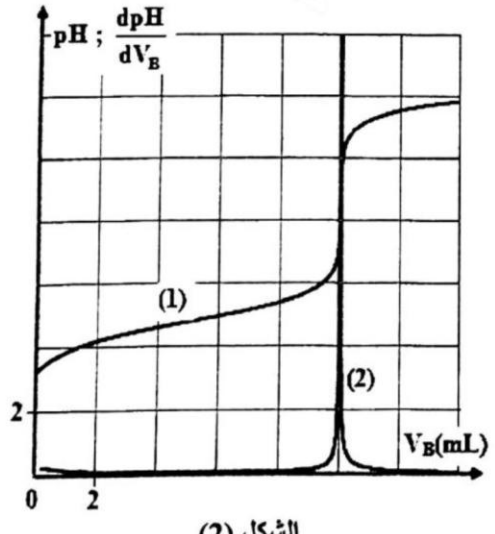
نذيب قرصا يحتوي على الإيبوبروفين حسب بروتوكول محدد من أجل الحصول على محلول مائي (S) للإيبوبروفين حجمه $V_S = 100\ mL$.

للتحقق من كتلة الإيبوبروفين الموجود في هذا القرص، نقوم بالمعايرة حمض ـ قاعدة للحجم V_S بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_B = 1{,}94.10^{-1}\ mol.L^{-1}$، باستعمال التركيب التجريبي الممثل في الشكل (1).

يعطي الشكل (2)، المنحنيين $pH = f(V_B)$ و $\frac{dpH}{dV_B} = g(V_B)$ المحصلين خلال المعايرة.



الشكل (1)



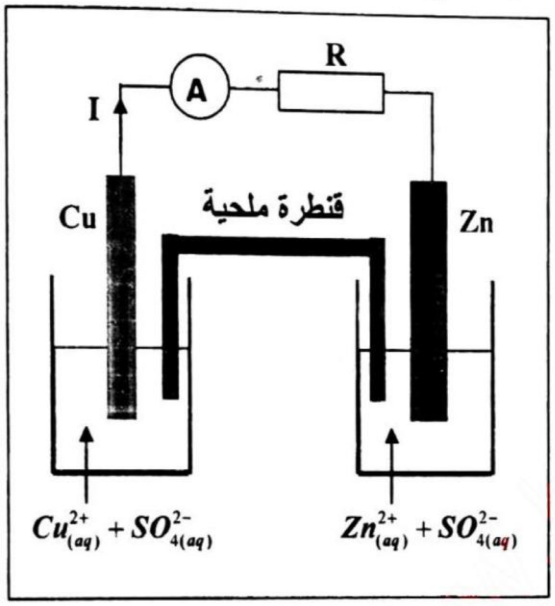
الشكل (2)

1	**1.2.** أعط أسماء عناصر التركيب التجريبي المرقمة 1 و 2 و 3 و4 في الشكل (1).
0,25	**2.2.** من بين المنحنيين (1) و(2) في الشكل (2) ، ما المنحنى الذي يمثل $pH = f(V_B)$ ؟
0,5	**3.2.** حدد مبيانيا قيمة الحجم $V_{B.E}$ المضاف عند التكافؤ.
0,5	**4.2.** أكتب معادلة التفاعل الحاصل خلال المعايرة والذي نعتبره كليا.
0,5	**5.2.** أحسب قيمة n_A كمية مادة الإيبوبروفين في المحلول (S).
0,75	**6.2.** استنتج قيمة m كتلة الإيبوبروفين الموجود في القرص، وقارنها بالقيمة المشار إليها على لصيقة الدواء.

الجزء 2: دراسة عمود

تُشكل الأعمدة مجموعات كيميائية يعتمد اشتغالها على تفاعلات أكسدة ـ اختزال، حيث تمكن دراسة هذه المجموعات من التنبؤ بمنحى تطورها وتعرف كيفية اشتغالها.

يهدف هذا الجزء إلى تحديد مدة اشتغال العمود (زنك/نحاس) الممثلة تبيانته في الشكل جانبه.



معطيات:

- كتلة الجزء المغمور من إلكترود الزنك : $m = 6,54\ g$ ؛
- حجم كل محلول: $V = 50\ mL$ ؛
- تركيز كل محلول: $C = 1,0\ mol.L^{-1}$ ؛
- $1\mathscr{F} = 9,65.10^{4} C.mol^{-1}$ ؛
- $M(Zn) = 65,4\ g.mol^{-1}$.

نترك العمود يشتغل لمدة Δt طويلة نسبيا إلى أن يصبح مستهلكا. المعادلة الحصيلة خلال اشتغال العمود هي:

$$Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$$

0,5	**1.** أنقل على ورقة تحريرك رقم السؤال واكتب الحرف الموافق للاقتراح الصحيح. التبيانة الاصطلاحية لهذا العمود هي:

A	$\ominus\ Cu_{(s)} \vert Cu^{2+}_{(aq)} \Vert Zn^{2+}_{(aq)} \vert Zn_{(s)}\ \oplus$	**B**	$\oplus\ Zn_{(s)} \vert Zn^{2+}_{(aq)} \Vert Cu^{2+}_{(aq)} \vert Cu_{(s)}\ \ominus$
C	$\ominus\ Zn_{(s)} \vert Zn^{2+}_{(aq)} \Vert Cu^{2+}_{(aq)} \vert Cu_{(s)}\ \oplus$	**D**	$\oplus\ Cu^{2+}_{(aq)} \vert Cu_{(s)} \Vert Zn_{(s)} \vert Zn^{2+}_{(aq)}\ \ominus$

0,75	**2.** بيّن أن كمية مادة النحاس المتوضع هي: $n(Cu) = 5.10^{-2}\ mol$.
0,75	**3.** حدد قيمة المدة Δt لاشتغال العمود علما أنه يعطي تيارا شدته ثابتة $I = 100\ mA$.

Chimie (7 points) : Transformations acido-basiques ; Étude d'une pile

Les deux parties sont indépendantes

Partie 1 : Etude de l'ibuprofène comme acide carboxylique

L'ibuprofène est une molécule de formule brute $C_{13}H_{18}O_2$. Elle constitue le principe actif de divers médicaments de la classe des anti-inflammatoires.

Cette partie vise :

- l'étude d'une solution aqueuse d'ibuprofène;
- le titrage d'une solution aqueuse d'ibuprofène.

Donnée : $M(C_{13}H_{18}O_2) = 206\ g.mol^{-1}$.

1. Etude d'une solution aqueuse d'ibuprofène

Le pH d'une solution aqueuse d'ibuprofène de concentration molaire $C = 5,0.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ vaut $pH = 2,7$ à $25°C$.

L'équation de la réaction modélisant la transformation entre l'ibuprofène et l'eau est :

$$C_{13}H_{18}O_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_{13}H_{17}O^-_{2(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

0,5 **1.1.** Montrer que cette transformation est limitée.

0,75 **1.2.** Calculer la valeur du quotient de réaction $Q_{r,éq}$ du système chimique à l'équilibre.

0,25 **1.3.** En déduire la valeur du pK_A du couple $(C_{13}H_{18}O_{2(aq)} / C_{13}H_{17}O^-_{2(aq)})$.

2. Titrage d'une solution aqueuse d'ibuprofène

L'étiquette d'un médicament fournit l'information "**Ibuprofène…. 400 *mg***".

On dissout un comprimé contenant l'ibuprofène selon un protocole bien défini afin d'obtenir une solution aqueuse (S) d'ibuprofène de volume $V_S = 100\ mL$.

Pour vérifier, la masse d'ibuprofène contenu dans ce comprimé, on procède à un titrage acido-basique du volume V_S par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C_B = 1,94.10^{-1}\ mol.L^{-1}$, en utilisant le dispositif expérimental de la figure (1).

La figure (2) donne les courbes $pH = f(V_B)$ et $\frac{dpH}{dV_B} = g(V_B)$ obtenues lors de ce dosage.

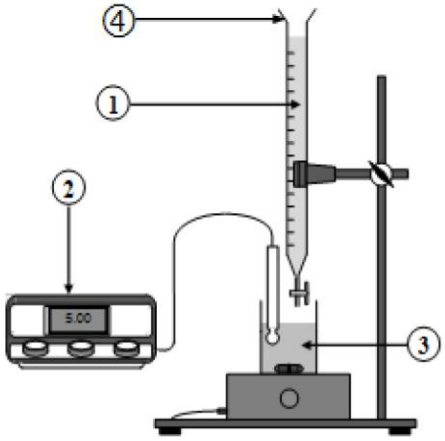


Figure (1)

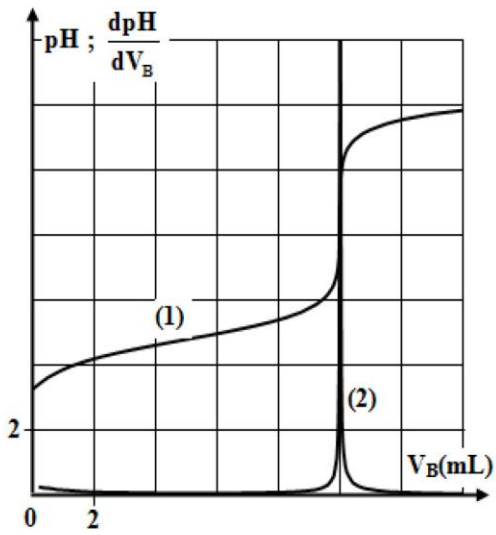


Figure (2)

1 **2.1.** Nommer les éléments du dispositif expérimental numérotés 1,2 ,3 et 4 sur la figure (1).

0,25 **2.2.** Parmi les courbes (1) et (2) de la figure (2), quelle est celle qui représente $pH = f(V_B)$?

0,5 **2.3.** Déterminer graphiquement la valeur du volume $V_{B,E}$ versé à l'équivalence.

0,5 **2.4.** Écrire l'équation de la réaction qui a eu lieu lors du dosage sachant qu'elle est totale.

0,5 **2.5.** Calculer la valeur de la quantité de matière n_A d'ibuprofène dans la solution (S).

0,75 **2.6.** Déduire la valeur de la masse m d'ibuprofène dans le comprimé et la comparer à celle indiquée sur l'étiquette du médicament.

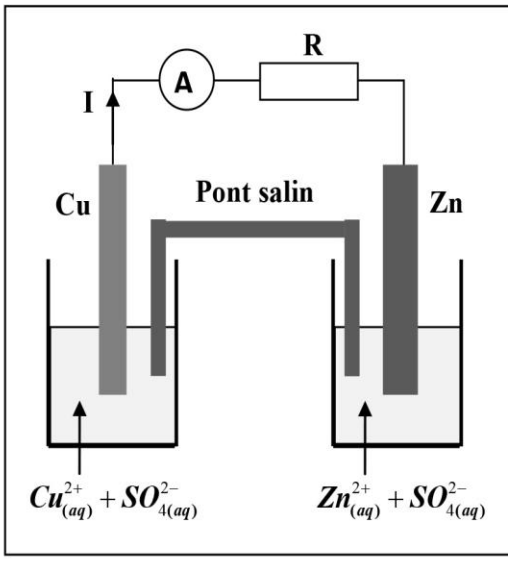
Partie 2 : Étude d'une pile

Les piles constituent des systèmes chimiques dont le fonctionnement est basé sur des réactions d'oxydo-réductions. L'étude de ces systèmes permet de prévoir le sens de leur évolution et reconnaitre le fonctionnement de ces piles.

Cette partie vise la détermination de la durée de fonctionnement de la pile (Zinc/Cuivre) schématisée dans la figure ci-contre.

Données :

- Masse de la partie immergée de l'électrode de Zinc : $m = 6,54\ g$;
- Volume de chaque solution : $V = 50\ mL$;
- Concentration de chaque solution : $C = 1,0\ mol.L^{-1}$;
- $1\mathscr{F} = 9,65.10^4\ C.mol^{-1}$;
- $M(Zn) = 65,4\ g.mol^{-1}$.



On laisse fonctionner la pile pendant une durée Δt suffisamment longue jusqu'à ce que la pile ne débite plus. L'équation bilan du fonctionnement de cette pile est :

$$Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$$

0,5 **1.** Recopier sur votre copie le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie.

Le schéma conventionnel de cette pile est :

A	$\Theta\, Cu_{(s)} \vert Cu^{2+}_{(aq)} \Vert Zn^{2+}_{(aq)} \vert Zn_{(s)}\, \oplus$	**B**	$\oplus\, Zn_{(s)} \vert Zn^{2+}_{(aq)} \Vert Cu^{2+}_{(aq)} \vert Cu_{(s)}\, \Theta$
C	$\Theta\, Zn_{(s)} \vert Zn^{2+}_{(aq)} \Vert Cu^{2+}_{(aq)} \vert Cu_{(s)}\, \oplus$	**D**	$\oplus\, Cu^{2+}_{(aq)} \vert Cu_{(s)} \Vert Zn_{(s)} \vert Zn^{2+}_{(aq)}\, \Theta$

0,75 **2.** Montrer que la quantité de matière du cuivre déposé est $n(Cu) = 5.10^{-2}\ mol$.

0,75 **3.** Déterminer la valeur de la durée Δt du fonctionnement de la pile sachant qu'elle délivre un courant d'intensité constante $I = 100\ mA$.