سلم التنقيط

## التمرين الأول ( 7 نقط )

**الجزءان الأول والثاني مستقلان**

**الجزء الأول: العمود ألومينيوم – نحاس**

يعتمد اشتغال الأعمدة الكهركيميائية على مبدإ تحويل جزء من الطاقة الناتجة عن تحولات كيميائية تلقائية إلى طاقة كهربائية تستهلك عند الحاجة.
نقترح في هذا الجزء، دراسة مبسطة للعمود ألومينيوم – نحاس.

لدراسة العمود ألومينيوم – نحاس ننجز التجربة التالية:

- نغمر إلكترودا من النحاس في كأس تحتوي على الحجم $V=65mL$ من محلول مائي لكبريتات النحاس $Cu^{2+}_{(aq)}+SO^{2-}_{4(aq)}$ ، حيث التركيز المولي البدئي للأيونات $Cu^{2+}_{(aq)}$ هو $\left[Cu^{2+}_{(aq)}\right]_i=6,5.10^{-1}mol.L^{-1}$.
- نغمر إلكترودا من الألومينيوم في كأس أخرى تحتوي على نفس الحجم $V=65mL$ من محلول مائي لكبريتات الألومينيوم $2Al^{3+}_{(aq)}+3SO^{2-}_{4(aq)}$، حيث التركيز المولي البدئي للأيونات $Al^{3+}_{(aq)}$ هو $\left[Al^{3+}_{(aq)}\right]_i=6,5.10^{-1}mol.L^{-1}$.
- نوصل المحلولين بقنطرة ملحية ونركب على التوالي بين قطبي العمود موصلا أوميا وأمبيرمترا وقاطعا للتيار.

عند غلق الدارة، يمر فيها تيار كهربائي شدته ثابتة.

**معطيات:**

- المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل هما: $Al^{3+}_{(aq)}/Al_{(s)}$ و $Cu^{2+}_{(aq)}/Cu_{(s)}$.
- ثابتة فرادي: $1F=9,65.10^4C.mol^{-1}$.
- ثابتة التوازن المقرونة بالتفاعل $3Cu^{2+}_{(aq)}+2Al_{(s)}\underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftarrows}}3Cu_{(s)}+2Al^{3+}_{(aq)}$ هي $K=10^{200}$.

0,5 **1-** اكتب تعبير $Q_{r,i}$ خارج التفاعل الكيميائي للمجموعة عند الحالة البدئية ثم احسب قيمته.

0,5 **2-** حدد، معللا جوابك، منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية خلال اشتغال العمود.

0,5 **3-** مثّل التبيانة الاصطلاحية للعمود المدروس.

0,75 **4-** أوجد q، كمية الكهرباء المارة في الدارة عندما تصبح قيمة تركيز الأيونات $Cu^{2+}_{(aq)}$ :
$\left[Cu^{2+}_{(aq)}\right]=1,6.10^{-1}mol.L^{-1}$.

**الجزء الثاني: تفاعلات حمض البوتانويك**

يستعمل حمض البوتانويك $C_3H_7COOH$، في تحضير بعض المواد العطرية والنكهات الغذائية...الخ
يهدف هذا الجزء من التمرين إلى دراسة تفاعل حمض البوتانويك مع الماء ومقارنة تأثير هذا الحمض وأندريد البوتانويك على الإيثانول $C_2H_5OH$.

**1- تفاعل حمض البوتانويك مع الماء:**

نحضر في مختبر الكيمياء محلولا مائيا لحمض البوتانويك حجمه $V$ وتركيزه المولي $C=1,0.10^{-2}mol.L^{-1}$.
قيمة $pH$ هذا المحلول هي $pH=3,41$.
ننمذج التحول الحاصل بالمعادلة الكيميائية التالية:

$$C_3H_7COOH_{(aq)}+H_2O_{(l)}\rightleftarrows C_3H_7COO^-_{(aq)}+H_3O^+_{(aq)}$$

0,75 **1.1-** حدد نسبة التقدم النهائي للتفاعل، ماذا تستنتج؟

0,75 **1.2-** أوجد تعبير $Q_{r,eq}$ خارج التفاعل عند توازن المجموعة الكيميائية بدلالة $C$ و $pH$ ثم احسب قيمته.

0,5 **1.3-** استنتج قيمة $pK_A$ للمزدوجة $C_3H_7COOH_{(aq)} / C_3H_7COO^-_{(aq)}$ .

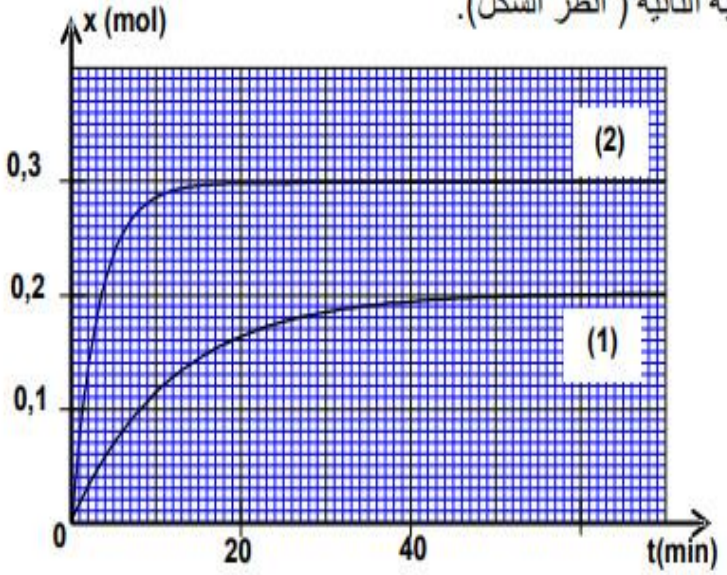
**2- تفاعل كل من حمض البوتانويك وأندريد البوتانويك مع الإيثانول:**

لمقارنة تأثير كل من حمض البوتانويك وأندريد البوتانويك على الإيثانول، ننجز تجربتين منفصلتين عند نفس درجة الحرارة:

- التجربة الأولى: نحضر في حوجلة خليطا متساوي المولات بمزج نفس كمية المادة $n_0 = 0,3\,mol$ من الإيثانول ومن حمض البوتانويك. بعد إضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز، نسخن الخليط التفاعلي بالارتداد فيحدث تفاعل الأسترة.

- التجربة الثانية: نحضر في حوجلة أخرى خليطا متساوي المولات بمزج نفس كمية المادة $n_0 = 0,3\,mol$ من الإيثانول ومن أندريد البوتانويك، ثم نسخن الخليط التفاعلي بالارتداد فيحدث تفاعل كيميائي.

يمثل المنحنى (1) التطور الزمني لتقدم التفاعل خلال التجربة الأولى، ويمثل المنحنى (2) التطور الزمني لتقدم التفاعل خلال التجربة الثانية ( انظر الشكل).




0,5 **2.1–** ما الفائدة من التسخين بالارتداد؟

0,75 **2.2–** حدد قيمة $t_{1/2}$ زمن نصف التفاعل في كل تجربة، ثم استنتج أي التفاعلين الكيميائيين أسرع.

0,75 **2.3–** حدد نسبة التقدم النهائي للتفاعل في كل تجربة، ثم استنتج التفاعل التام من بين التفاعلين المدروسين.

0,75 **2.4–** باستعمال الصيغ نصف المنشورة، اكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحاصل في التجربة الثانية.