التحولات المقرونة بالتفاعلات حمض قاعدة

التمرين 2 : دراسة محلول حمض البنزويك (عن بكالوريا علوم رياضية 2008 الدورة العادية)

يستعمل حمض البنزويك C_6H_5COOH كمادة حافظة في صناعة المواد الغذائية ، وهو جسم صلب أبيض اللون .

يهدف هذا الجزء إلى دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء ومع محلول هيدروكسيد الصوديوم .

نحضر محلولا مائيا لحمض البنزويك بإذابة كتلة m من حمض البنزويك في الماء المقطر للحصول على حجم $V = 100m\ell$ تركيزه $C_A = 0,1mol/\ell$.

معطيات : الكتلة المولية لحمض البنزويك : $M = 122g/mol$

الجداء الأيوني للماء عند درجة الحرارة $25°C$: $K_e = 10^{-14}$

1 ـ تفاعل الحمض البنزويك مع الماء

نقيس pH محلول حمض البنزويك عند $25°C$ فنجد : $pH_1 = 2,6$

1 ـ 1 أحسب الكتلة m

1 ـ 2 أكتب معادلة التفاعل حمض البنزويك مع الماء

1 ـ 3 أنشئ الجدول الوصفي لتطور المجموعة ، وأحسب نسبة التقدم النهائي τ للتفاعل . استنتج

1 ـ 4 أعط تعبير خارج التفاعل $Q_{r,éq}$ عند التوازن بدلالة pH_1 و C_A . واستنتج قيمة الثابتة الحمضية pK_A للمزدوجة $C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-$

2 ـ تفاعل حمض البنزويك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم

نصب في كأس حجما $V_A = 20m\ell$ من محلول حمض البنزويك ذي التركيز $C_A = 0,1mol/\ell$ ونضيف إليه تدريجيا بواسطة سحاحة مدرجة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $C_B = 5.10^{-2}mol/\ell$:

عند إضافة الحجم $V_B = 10m\ell$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم يكون pH المحلول الموجود في الكأس ، عند درجة الحرارة $25°C$ ، هو $pH_2 = 3,7$.

2 ـ 1 أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند مزج المحلولين

2 ـ 2 أحسب كمية المادة $n(HO^-)_V$ التي تمت إضافتها وكمية المادة $n(HO^-)_R$ المتبقية في المحلول عند نهاية التفاعل .

2 ـ 3 أوجد تعبير نسبة التقدم النهائي τ لهذا التفاعل بدلالة $n(HO^-)_R$ و $n(HO^-)_V$. استنتج

التمرين 3 : تفاعل حمض كربوكسيلي مع الماء ثم مع الأمونياك (بكالوريا علوم رياضية 2008 الدورة الاستدراكية)

تعتبر الأحماض الكربوكسيلية من المركبات العضوية التي تظهر خاصية حمضية في المحاليل المائية . الصيغة العامة للأحماض الكربوكسيلية هي $C_nH_{2n+1}COOH$ ، حيث n عدد صحيح .

لتحضير محلول (S_A) لحمض كربوكسيلي ، نذيب في الماء المقطر كتلة $m = 450mg$ من هذا الحمض الخالص ونضيف إليه الماء المقطر للحصول على $V_0 = 500mL$ من هذا المحلول .

نأخذ حجما $V_A = 10mL$ من المحلول (S_A) ونعايره بواسطة محلول مائي (S_A) لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+aq + HO^-aq)$ تركيزه المولي $C_B = 10^{-2}mol/L$.

نحصل على التكافؤ حمض ـ قاعدة عند إضافة الحجم $V_B = 15mL$ من المحلول (S_B) .

معطيات : * ثابتة الحمضية للمزدوجة $NH_4^+(aq)/NH_3(aq)$ هي : $pK_{A1} = 9,2$.

* الكتل المولية الذرية :

$M(H) = 1g/mol$ $M(C) = 12g/mol$ $M(O) = 16g/mol$

1 ـ تحديد الصيغة الإجمالية لحمض كربوكسيلي

1 ـ 1 أكتب معادلة تفاعل المعايرة

1 ـ 2 أحسب التركيز المولي C_A للمحلول (S_A) ، ثم بين أن الصيغة الإجمالية للحمض الكربوكسيلي هي CH_3COOH ,

2 ـ تحديد الثابتة pK_{A2} للمزدوجة $CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq)$.

نأخذ حجما V من المحلول (S_A) ونقيس الـ pH عند $25°C$ ، فنجد $pH = 3,3$.

2 ـ 1 اعتمادا على الجدول الوصفي لتطور المجموعة ، عبر عن التقدم النهائي x_f لتفاعل الحمض مع الماء بدلالة V و pH ، ثم أثبت التعبير $\frac{[CH_3COOH]_f}{[CH_3COO^-]_f} = -1 + C_A.10^{pH}$ حيث $[CH_3COOH]_f$ و $[CH_3COO^-]_f$ تركيزا النوعين الكيميائيين عند التوازن .

2 ـ 2 استنتج قيمة الثابتة pK_{A2} .

3 ـ دراسة تفاعل الحمض CH_3COOH مع القاعدة NH_3

نأخذ من المحلول (S_A) حجما يحتوي على كمية المادة البدئية $n_i(CH_3COOH) = n_0 = 3.10^{-4}mol$ ونضيف إليه حجما من محلول الأمونياك يحتوي على نفس كمية المادة البدئية $n_i(NH_3) = n_0$.

3 ـ 1 أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث بين الحمض CH_3COOH والقاعدة NH_3

3 ـ 2 أحسب ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة هذا التفاعل .

3 ـ 3 بين أن نسبة التقدم النهائي τ لهذا التفاعل تكتب على الشكل التالي : $\tau = \frac{\sqrt{K}}{1+\sqrt{K}}$.

ماذا تستنتج بخصوص هذا التفاعل ؟