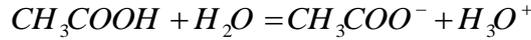


بكالوريا 2008 ع ت

التمرين رقم: 01

I- نمذج التحول الكيميائي المحدود لحمض الإيثانويك (حمض الخل) مع الماء بتفاعل كيميائي معادلته:



- 1- أعط تعريف الحمض وفق نظرية برونشتد.
  - 2- أكتب الشائيتين (أساس/حمض) الداخلتين في التفاعل الحاصل.
  - 3- أكتب عبارة ثابت التوازن  $K$  الموافق للتفاعل الكيميائي السابق.
- II- نحضر محلولاً مائياً لحمض الإيثانويك حجمه  $V = 100\text{mL}$  وتركيزه المولي  $C = 2,7 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$  وقيمة الـ  $pH$  له في الدرجة  $25^\circ C$  تساوي 3,7.
- 1- استنتج التركيز المولي النهائي لشوارد الهيدرونيوم في محلول حمض الإيثانويك.
  - 2- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل ثم أحسب كلا من التقدم النهائي  $x_f$  والتقدم الأعظمي  $x_{\max}$ .
  - 3- احسب قيمة النسبة النهائية  $\tau_f$  لتقدم التفاعل، ماذا تستنتج؟
  - 4- أحسب: أـ التركيز المولي النهائي لكل من  $(CH_3COOH)$  و  $(CH_3COO^-)$ .
- بـ قيمة الـ  $pKa$  للشائية  $(CH_3COOH / CH_3COO^-)$  واستنتج النوع الكيميائي المتغلب في المحلول الحمضي. برر اجابتك.

بكالوريا 2008 تر + ر

التمرين رقم: 02

- نعتبر محلولاً مائياً لحمض الإيثانويك حجمه  $V = 100\text{mL}$  وتركيزه المولي  $C = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ ، نقيس الناقلية  $G$  لهذا المحلول في الدرجة  $25^\circ C$  بجهاز قياس الناقلية، ثابت خليته  $k = 1,2 \times 10^{-2} \text{ m}$ ، فكانت النتيجة  $G = 1,92 \times 10^{-4} \text{ S}$ .
- 1- أحسب كتلة الحمض النقي المنحلة في الحجم  $V$  من المحلول.
  - 2- أكتب معادلة التفاعل المنمذج لانحلال حمض الإيثانويك في الماء.
  - 3- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل. عرف التقدم الأعظمي  $x_{\max}$  وعبر عنه بدلالة التركيز  $C$  للمحلول وحجمه  $V$ .
  - 4- أـ أعط عبارة الناقلية النوعية  $\sigma$  للمحلول:  
بـ بدلالة الناقلية  $G$  للمحلول والثابت  $k$  للخلية.
  - بدلالة التركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم  $[H_3O^+]$  و الناقلية المولية الشاردية  $\lambda(H_3O^+)$  و الناقلية المولية الشاردية  $\lambda(CH_3COO^-)$  (نهمل التشرذ الذاتي للماء).
  - بـ استنتج عبارة  $[H_3O^+]_f$  في الحالة النهائية (حالة التوازن) بدلالة  $G$  و  $\lambda(H_3O^+)$  و  $\lambda(CH_3COO^-)$ . أحسب قيمته.
  - جـ استنتج قيمة  $pH$  المحلول.
  - 5- جد عبارة كسر التفاعل  $Q_{rf}$  في الحالة النهائية (حالة التوازن) بدلالة  $[H_3O^+]_f$  و التركيز  $C$  للمحلول. ماذا يمثل  $Q_{rf}$  في هذه الحالة؟

6- أحسب الـ  $pKa$  للشائية  $(CH_3COOH / CH_3COO^-)$ .

**تعطى:**  $M(O) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ،  $M(H) = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ،  $M(C) = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\lambda(CH_3COO^-) = 4,1 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$  ،  $\lambda(H_3O^+) = 35 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$  ،  $Ke = 10^{-14}$

بكالوريا 2011 تر + ر

التمرين رقم: 03

- محلول مائي لحمض الإيثانويك  $CH_3COOH$  حجمه  $V_0$  وتركيزه المولي  $C_0 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ .
- 1- أكتب معادلة التفاعل المنمذج لانحلال حمض الإيثانويك في الماء.
  - 2- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل. نرسم بـ  $x_{\text{eq}}$  إلى تقدم التفاعل عند التوازن.
  - 3- أكتب عبارة كل من:

أ النسبة النهائية للتقدم  $\tau_f$  بدلالة  $C_0$  و  $[H_3O^+]_{\acute{e}q}$ .

ب- كسر التفاعل عند التوازن وبين أنه يمكن كتابته على الشكل:  $Q_{r,f} = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}^2}{C_0 - [H_3O^+]_{\acute{e}q}}$

ج- الناقلية النوعية  $\sigma_{\acute{e}q}$  عند التوازن بدلالة  $\lambda(H_3O^+)$  و  $\lambda(CH_3COO^-)$  (نهمل  $[OH^-]_{\acute{e}q}$  أمام  $[H_3O^+]_{\acute{e}q}$ ).

4-أ باستخدام العلاقات المستنتجة سابقا، أكمل الجدول التالي:

المحلول	$C (mol.L^{-1})$	$\sigma (S.m^{-1})$	$[H_3O^+]_{\acute{e}q} (mol.L^{-1})$	$\tau_f (%)$	$Q_{r,f}$
( $S_0$ )	$1,0 \times 10^{-2}$	0,016			
( $S_1$ )	$5,0 \times 10^{-2}$	0,036			

علما أن:  $\lambda(CH_3COO^-) = 3,6 mS.m^2.mol^{-1}$  ،  $\lambda(H_3O^+) = 35 mS.m^2.mol^{-1}$

ب- استنتج تأثير التركيز المولي للمحلول على كل من:

- النسبة النهائية للتقدم  $\tau_f$ .

- كسر التفاعل النهائي  $Q_{r,f}$ .

بكالوريا 2013 تر + ر

التمرين رقم: 04

نحضر محلولاً مائياً ( $S_1$ ) لحمض الإيثانويك  $CH_3COOH$ ، وذلك بانحلال كتلة  $m = 0,72 g$  من حمض الإيثانويك النقي في 800 mL من الماء المقطر. في درجة الحرارة  $25^\circ C$ ، كانت قيمة الـ  $pH$  لمحلوله 3,3.

1- أحسب  $C_1$  التركيز المولي للمحلول ( $S_1$ ).

ب- أكتب المعادلة المنمذجة لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء.

ج- أنشئ جدول تقدم التفاعل.

د- عبر عن التقدم  $x_{\acute{e}q}$  عند التوازن بدلالة  $pH$  و  $V$  حجم المحلول ( $S_1$ ).

هـ- بين أن قيمة الـ  $pKa$  للثنائية ( $CH_3COOH / CH_3COO^-$ ) هي 4,76.

2- نمزج حجماً  $V_1$  من المحلول ( $S_1$ ) كمية مادته  $n_0$  مع حجم  $V_2$  من محلول النشادر له نفس كمية المادة  $n_0$ .

أ- أكتب معادلة التفاعل بين  $CH_3COOH$  و  $NH_3$ .

ب- أحسب ثابت التوازن  $K$ .

ج- بين أن النسبة النهائية لتقدم التفاعل يمكن كتابتها على الشكل  $\tau_{\acute{e}q} = \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}}$ .

د- استنتج قيمة  $\tau_{\acute{e}q}$ ، ماذا تستنتج؟

**المعطيات:**  $pKa(NH_4^+/NH_3) = 9,2$  ،  $M(C) = 12 g.mol^{-1}$  ،  $M(H) = 1 g.mol^{-1}$  ،  $M(O) = 16 g.mol^{-1}$

بكالوريا 2014 ع ت

التمرين رقم: 05

في حصة الأعمال التطبيقية، طلب الأستاذ من تلامذته تحضير محاليل مائية لاجد الأحماض الصلبة  $HA$  بتركيز مولية مختلفة و قياس  $pH$  كل محلول في درجة الحرارة  $25^\circ C$ ، فكانت النتائج كالتالي:

$C (mol.L^{-1})$	$1,0 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-4}$
$pH$	3,10	3,28	3,65	3,83	4,27
$[H_3O^+]_{\acute{e}q} (mol.L^{-1})$					
$[A^-]_{\acute{e}q} (mol.L^{-1})$					
$[HA]_{\acute{e}q} (mol.L^{-1})$					
$\log \frac{[A^-]_{\acute{e}q}}{[HA]_{\acute{e}q}}$					

- 1- أعط بروتوكولا تجريبيا توضح فيه كيفية تحضير محلولاً للحمض الصلب  $HA$  تركيزه المولي  $C$  وحجمه  $V$ .
- 2- عرف الحمض  $HA$  حسب برونشتد و أكتب معادلة تفاعله مع الماء.
- 3- أكمل الجدول السابق.
- 4- جد عبارة  $pH$  المحلول المائي للحمض  $HA$  بدلالة الثابت  $pKa$  للثنائية  $(HA/A^-)$ .

5- أرسم المنحنى  $pH = f \left( \log \frac{[A^-]_{\text{éq}}}{[HA]_{\text{éq}}} \right)$  و أكتب معادلته.

ب- حدد بيانيا قيمة الثابت  $pKa$  للثنائية  $(HA/A^-)$  ثم استنتج صيغة الحمض  $HA$  من الجدول التالي:

$HA/A^-$	$HCOOH/HCOO^-$	$C_2H_5COOH/C_2H_5COO^-$	$C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$
$pKa$	3,8	4,87	4,2

ج- رتب هذه الأحماض حسب تزايد قوتها الحمضية مع التعليل.

بكالوريا 2015 ع ت

التمرين رقم: 06

I- نحضر محلولاً مائياً لحمض الميثانويك  $HCOOH$  حجمه  $V$  وتركيزه المولي  $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  وله  $pH = 2,9$  عند الدرجة  $25^\circ C$ .

- 1- أكتب معادلة انحلال حمض الميثانويك في الماء و أذكر الثنائيتين (أساس/حمض) الداخلتين في التفاعل.
- 2- أنشئ جدول تقدم التفاعل.
- 3- أحسب النسبة النهائية  $\tau_f$  لتقدم التفاعل. ماذا تستنتج؟
- 4- أحسب قيمة الـ  $pKa$  للثنائية  $(HCOOH/HCOO^-)$ .

II- نحضر عدة محاليل من حمض البنزويك  $C_6H_5CO_2H$  مختلفة التراكيز  $C$  ونحسب في كل مرة النسبة  $\frac{[C_6H_5CO_2^-]}{[C_6H_5CO_2H]}$

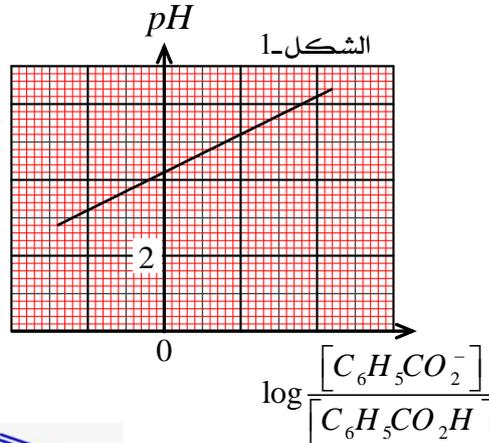
لنرسم البيان  $pH = f \left( \log \frac{[C_6H_5CO_2^-]}{[C_6H_5CO_2H]} \right)$  المبين في الشكل-1.

1- أكتب عبارة  $Ka$ ، ثابت الحموضة للثنائية  $(C_6H_5CO_2H/C_6H_5CO_2^-)$ .

2- جد علاقة  $pH$  بدلالة  $pKa$  الثنائية  $(C_6H_5CO_2H/C_6H_5CO_2^-)$  والنسبة  $\frac{[C_6H_5CO_2^-]}{[C_6H_5CO_2H]}$ .

3- اعتماداً على البيان، استنتج قيمة الثابت  $pKa$  للثنائية  $(C_6H_5CO_2H/C_6H_5CO_2^-)$ .

4- أي الحمضين أقوى  $HCOOH$  أم  $C_6H_5CO_2H$  إذا علمت أن لمحلوليهما نفس التركيز المولي؟ برر اجابتك.



اسم الصفحة على الفايس بوك: فيزياء ناشدنة

رابط الصفحة: [www.facebook.com/physiquetacheta](http://www.facebook.com/physiquetacheta)

I- 1. تعريف الحمض وفق نظرية برونشتد:

الحمض هو كل فرد كيميائي (شاردة أو جزيء) قادر على فقد بروتون ( $H^+$ ) أو أكثر خلال تحول كيميائي.

2- كتابة الشائيتين (أساس/حمض) الداخلتين في التفاعل الحاصل:



3- عبارة ثابت التوازن  $K$  الموافق للتفاعل الكيميائي السابق:

$$\cdot K = \frac{[H_3O^+]_f [CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f}$$

II- 1. استنتاج التركيز المولي النهائي لشوارد الهيدرونيوم في محلول حمض الإيثانويك:

$$[H_3O^+]_f = 10^{-pH} = 10^{-3,7} = 2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \text{ ومنه: } pH = -\log[H_3O^+]_f$$

2- جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		$CH_3COOH + H_2O = CH_3COO^- + H_3O^+$			
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة بـ (mol)			
الابتدائية	0	CV	بوفرة	0	0
الانتقالية	x	CV - x	بوفرة	x	x
النهائية	$x_f$	CV - $x_f$	بوفرة	$x_f$	$x_f$

- حساب كلا من التقدم النهائي  $x_f$  والتقدم الاعظمي  $x_{\max}$ :

$$\text{من جدول التقدم وفي الحالة النهائية: } n_f(H_3O^+) = x_f \text{ ومنه: } x_f = [H_3O^+]_f V$$

$$\text{ت.ع: } x_f = 2 \times 10^{-4} \times 100 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$$x_{\max} = CV \text{ ومنه: } CV - x_{\max} = 0$$

$$\text{ت.ع: } x_{\max} = 2,7 \times 10^{-3} \times 100 \times 10^{-3} = 2,7 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

3- حساب قيمة النسبة النهائية  $\tau_f$  لتقدم التفاعل:

$$\cdot \tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{2 \times 10^{-5}}{2,7 \times 10^{-4}} = 0,074$$

نستنتج أن تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء غير تام ( $\tau_f < 1$ ) والحمض ضعيف.

4- حساب:

أ- التركيز المولي النهائي لكل من ( $CH_3COOH$ ) و ( $CH_3COO^-$ ):

$$n_f(H_3O^+) = n_f(CH_3COO^-) = x_f$$

$$\text{ومنه: } [H_3O^+]_f = [CH_3COO^-]_f = \frac{x_f}{V} = 2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[CH_3COOH]_f = C - [H_3O^+]_f \text{ ومنه: } [CH_3COOH]_f = \frac{CV}{V} - \frac{x_f}{V}$$

$$\text{ت.ع: } [CH_3COOH]_f = 2,7 \times 10^{-2} - 2 \times 10^{-4} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

بدقيمة الـ  $pKa$  للشائبة  $(CH_3COOH / CH_3COO^-)$ :

$$Ka = K = \frac{[H_3O^+]_f [CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f} \text{ و } K = \frac{[H_3O^+]_f [CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f} \text{ لدينا: طريقة الأولى:}$$

$$Ka = \frac{(2 \times 10^{-4})^2}{2,5 \times 10^{-3}} = 1,6 \times 10^{-5} \text{ ومنه:}$$

$$pKa = -\log(1,6 \times 10^{-5}) = 4,8 \text{ لدينا: } pKa = -\log Ka \text{ ت.ع:}$$

$$pKa = pH - \log \frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f} \text{ ومنه: } pH = pKa + \log \frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f} \text{ طريقة الثانية:}$$

$$pKa = 3,7 - \log \frac{2 \times 10^{-4}}{2,5 \times 10^{-3}} = 4,8 \text{ ت.ع:}$$

- استنتاج النوع الكيميائي المتغلب في المحلول الحمضي:

$$pKa > pH \text{ لدينا: } pKa = 4,8 \text{ و } pH = 3,7 \text{ و } pKa = pH - \log \frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f}$$

$$\log \frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f} = pH - pKa < 0 \text{ وعليه: } \log \frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f} < 1 \text{ وعليه: } \frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f} < 1$$

ومنه:  $[CH_3COOH]_f > [CH_3COO^-]_f$  إذن الصفة الغالبة هي الصفة الحمضية.

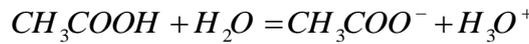
بكالوريا 2008 تر + ر

التمرين رقم: 02

1- حساب كتلة الحمض النقي المنحلة في الحجم  $V$  من المحلول:

$$n = CV = \frac{m}{M} \text{ ومنه: } m = CV M \text{ ت.ع: } m = 1,0 \times 10^{-2} \times 100 \times 10^{-3} \times 60 = 60 \times 10^{-3} \text{ g} = 60 \text{ mg}$$

2- معادلة التفاعل المنمذج لانحلال حمض الإيثانويك في الماء:



3- جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		$CH_3COOH + H_2O = CH_3COO^- + H_3O^+$			
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة بـ (mol)			
الابتدائية	0	$CV$	بوفرة	0	0
الانتقالية	$x$	$CV - x$	بوفرة	$x$	$x$
النهائية	$x_f$	$CV - x_f$	بوفرة	$x_f$	$x_f$

- تعريف التقدم الأعظمي  $x_{max}$  وتعبير عنه بدلالة التركيز  $C$  للمحلول وحجمه  $V$ :

هو التقدم الذي يبلغه التفاعل عندما يختفي المتفاعل المحد.

$$CV - x_{max} = 0 \text{ ومنه: } x_{max} = CV$$

4- أ. عبارة الناقلية النوعية  $\sigma$  للمحلول:

- بدلالة الناقلية  $G$  للمحلول والثابت  $k$  الخلية.

$$G = k \sigma \text{ ومنه: } \sigma = \frac{G}{k}$$

- بدلالة التركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم  $[H_3O^+]$  و الناقلية المولية الشاردية  $\lambda(H_3O^+)$  و الناقلية المولية الشاردية

$$\lambda(CH_3COO^-)$$

$$\sigma = \lambda(H_3O^+) [H_3O^+]_f + \lambda(CH_3COO^-) [CH_3COO^-]_f$$

ومن جدول تقدم التفاعل وفي حالة توازن:  $n_f (H_3O^+) = n_f (CH_3COO^-) = x_f$  ومنه:  $[H_3O^+]_f = [CH_3COO^-]_f = \frac{x_f}{V}$

$$\sigma = (\lambda(H_3O^+) + \lambda(CH_3COO^-)) [H_3O^+]_f$$

ب- استنتاج عبارة  $[H_3O^+]_f$  في الحالة النهائية (حالة التوازن) بدلالة  $G$  و  $\lambda(CH_3COO^-)$  و  $\lambda(H_3O^+)$ :

$$\frac{G}{k} = (\lambda(H_3O^+) + \lambda(CH_3COO^-)) [H_3O^+]_f$$

$$[H_3O^+]_f = \frac{G}{k (\lambda(H_3O^+) + \lambda(CH_3COO^-))}$$

$$[H_3O^+]_f = \frac{1,92 \times 10^{-4}}{1,2 \times 10^{-2} \times (35 + 4,1) \times 10^{-3}} = 0,4 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} = 0,4 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

ج- استنتاج قيمة  $pH$  المحلول:

$$pH = -\log [H_3O^+]_f = -\log (0,4 \times 10^{-3}) = 3,4$$

5- جد عبارة كسر التفاعل  $Q_{rf}$  في الحالة النهائية (حالة التوازن) بدلالة  $[H_3O^+]_f$  والتركيز  $C$  للمحلول:

$$Q_{rf} = \frac{[H_3O^+]_f [CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f} = \frac{[H_3O^+]_f^2}{[CH_3COOH]_f}$$

$$Q_{rf} = \frac{[H_3O^+]_f^2}{C - [H_3O^+]_f}$$

-  $Q_{rf}$  في هذه الحالة: يمثل ثابت التوازن  $K$ .

6- حساب الـ  $pKa$  للشثائية  $(CH_3COOH / CH_3COO^-)$ :

$$Ka = K = Q_{rf} \text{ ومنه: } Ka = \frac{[H_3O^+]_f [CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f}$$

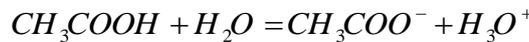
$$pKa = -\log Ka = -\log (1,66 \times 10^{-5}) = 4,8$$

$$Ka = Q_{rf} = \frac{(0,4 \times 10^{-3})^2}{1,0 \times 10^{-2} - 0,4 \times 10^{-3}} = 1,66 \times 10^{-5}$$

بكالوريا 2011 ت ر +

التمرين رقم: 03

1- معادلة التفاعل المنمذجة لانحلال حمض الايثانويك في الماء.



2- جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		$CH_3COOH + H_2O = CH_3COO^- + H_3O^+$			
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة بـ (mol)			
الابتدائية	0	$C_0 V_0$	بوفرة	0	0
الانتقالية	$x$	$C_0 V_0 - x$	بوفرة	$x$	$x$
النهائية	$x_{\acute{e}q}$	$C_0 V_0 - x_{\acute{e}q}$	بوفرة	$x_{\acute{e}q}$	$x_{\acute{e}q}$

3- عبارة كل من:

أ النسبة النهائية للتقدم  $\tau_f$  بدلالة  $C_0$  و  $[H_3O^+]_{\acute{e}q}$ :

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}} \text{ لدينا من جدول تقدم التفاعل: } [H_3O^+]_{\acute{e}q} = \frac{x_{\acute{e}q}}{V_0} \text{ ومنه: } x_{\acute{e}q} = [H_3O^+]_{\acute{e}q} V_0$$

$$\tau_f = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q} V_0}{C_0 V_0} = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}}{C_0} \text{ إذن } x_{\max} = C_0 V_0 \text{ ومنه } C_0 V_0 - x_{\max} = 0$$

$$Q_{rf} = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}^2}{C_0 - [H_3O^+]_{\acute{e}q}} \text{ بـ كسر التفاعل عند التوازن وبين أنه يمكن كتابته على الشكل:}$$

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} = [CH_3COO^-]_{\acute{e}q} = \frac{x_{\acute{e}q}}{V_0} \text{ ومن جدول تقدم التفاعل: } Q_{rf} = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q} [CH_3COO^-]_{\acute{e}q}}{[CH_3COOH]_{\acute{e}q}}$$

$$[CH_3COOH]_{\acute{e}q} = C_0 - \frac{x_{\acute{e}q}}{V_0} = C_0 - [H_3O^+]_{\acute{e}q} \text{ ومنه } n_f(CH_3COOH) = C_0 V_0 - x_{\acute{e}q} \text{ وكذلك:}$$

$$Q_{rf} = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}^2}{C_0 - [H_3O^+]_{\acute{e}q}} \text{ إذن:}$$

جـ- الناقلية النوعية  $\sigma_{\acute{e}q}$  عند التوازن بدلالة  $\lambda(H_3O^+)$  ،  $\lambda(CH_3COO^-)$  و  $[H_3O^+]_{\acute{e}q}$ .

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} = [CH_3COO^-]_{\acute{e}q} \text{ حيث: } \sigma_{\acute{e}q} = \lambda(H_3O^+) [H_3O^+]_{\acute{e}q} + \lambda(CH_3COO^-) [CH_3COO^-]_{\acute{e}q}$$

$$\text{ومنه: } \sigma_{\acute{e}q} = (\lambda(H_3O^+) + \lambda(CH_3COO^-)) [H_3O^+]_{\acute{e}q}$$

4- ا. إتمام الجدول التالي:

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} = \frac{\sigma_{\acute{e}q}}{\lambda(H_3O^+) + \lambda(CH_3COO^-)}$$

$Q_{rf}$	$\tau_f$ (%)	$[H_3O^+]_{\acute{e}q}$ (mol.L <sup>-1</sup> )	المحلول
$1,8 \times 10^{-5}$	4,15	$4,150 \times 10^{-4}$	(S <sub>0</sub> )
$1,8 \times 10^{-5}$	1,86	$9,326 \times 10^{-4}$	(S <sub>1</sub> )

ب- تأثير التركيز المولي للمحلول على مل من:

- النسبة النهائية للتقدم  $\tau_f$ : كلما زاد التركيز المولي للمحلول تناقصت نسبة التقدم النهائي.

- كسر التفاعل النهائي  $Q_{rf}$ : كسر التفاعل عند التوازن لا يتعلق بالتركيز المولي للمحلول.

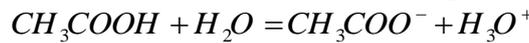
بكالوريا 2013 تر+ر

التمرين رقم: 04

1- أ. حساب  $C_1$  التركيز المولي للمحلول (S<sub>1</sub>):

$$C_1 = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV} = \frac{0,72}{60 \times 800 \times 10^{-3}} = 1,5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

ب- المعادلة المنمذجة لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء:



جـ- جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		$CH_3COOH + H_2O = CH_3COO^- + H_3O^+$			
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة بـ (mol)			
الابتدائية	0	$C_1 V$	بوفرة	0	0
الانتقالية	$x$	$C_1 V - x$	بوفرة	$x$	$x$
النهائية	$x_f$	$C_1 V - x_{\acute{e}q}$	بوفرة	$x_{\acute{e}q}$	$x_{\acute{e}q}$

د- التعبير عن التقدم  $x_{\acute{e}q}$  عند التوازن بدلالة  $pH$  و  $V$  حجم المحلول (S<sub>1</sub>):

$$n_f(H_3O^+) = x_{\acute{e}q} = [H_3O^+]_f V = 10^{-pH} V$$

هـ- تبيان أن قيمة الـ  $pKa$  للثنائية ( $CH_3COOH / CH_3COO^-$ ) هي 4,76 :

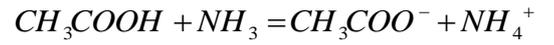
$$pH = pKa + \log \frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f} \text{ ومنه: } pKa = pH - \log \frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f} \text{ ومن جدول تقدم التفاعل:}$$

$$[CH_3COOH]_f = C_1 - \frac{x_{\acute{e}q}}{V} = C_1 - [H_3O^+]_f \text{ ومنه: } n_f(CH_3COOH) = C_1V - x_{\acute{e}q}$$

$$pKa = pH - \log \frac{[H_3O^+]_f}{C_1 - [H_3O^+]_f} = pH - \log \left( \frac{10^{-pH}}{C_1 - 10^{-pH}} \right) \text{ ومنه:}$$

$$pKa = 3,3 - \log \left( \frac{10^{-3,3}}{1,5 \times 10^{-2} - 10^{-3,3}} \right) = 4,76 \text{ ت.ع:}$$

2- معادلة التفاعل بين  $CH_3COOH$  و  $NH_3$ :



ب- حساب ثابت التوازن  $K$ :

$$K = \frac{[CH_3COO^-]_f [NH_4^+]_f}{[CH_3COOH]_f [NH_3]_f} \times \frac{[H_3O^+]_f}{[H_3O^+]_f} \text{ ومنه: } K = \frac{[CH_3COO^-]_f [NH_4^+]_f}{[CH_3COOH]_f [NH_3]_f}$$

$$K = \frac{Ka_1}{Ka_2} = \frac{10^{-pKa_1}}{10^{-pKa_2}} = 10^{pKa_2 - pKa_1} = 10^{9,2 - 4,76} = 2,75 \times 10^4 \text{ ومنه:}$$

$$\tau_{\acute{e}q} = \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}} \text{ ج- تبيان أن النسبة النهائية لتقدم التفاعل يمكن كتابتها على الشكل}$$

$$\sqrt{K} = \frac{x_{\acute{e}q}}{n_0 - x_{\acute{e}q}} \text{ لدينا: } K = \frac{[CH_3COO^-]_f [NH_4^+]_f}{[CH_3COOH]_f [NH_3]_f} = \frac{\left( \frac{x_{\acute{e}q}}{V} \right)^2}{\left( \frac{n_0 - x_{\acute{e}q}}{V} \right)^2} = \frac{x_{\acute{e}q}^2}{(n_0 - x_{\acute{e}q})^2}$$

$$x_{\acute{e}q} = \frac{n_0 \sqrt{K}}{\sqrt{K} + 1} \text{ وعليه: } n_0 \sqrt{K} - x_{\acute{e}q} \sqrt{K} = x_{\acute{e}q} \text{ ومنه: } n_0 \sqrt{K} = x_{\acute{e}q} (\sqrt{K} + 1) \text{ ومنه:}$$

$$\tau_{\acute{e}q} = \frac{x_{\acute{e}q}}{x_{\max}} = \frac{\frac{n_0 \sqrt{K}}{\sqrt{K} + 1}}{n_0} = \frac{\sqrt{K}}{\sqrt{K} + 1} \text{ ومنه: } x_{\max} = n_0$$

د- استنتاج قيمة  $\tau_{\acute{e}q}$ :

$$\tau_{\acute{e}q} = \frac{\sqrt{K}}{\sqrt{K} + 1} = \frac{\sqrt{2,75 \times 10^4}}{\sqrt{2,75 \times 10^4} + 1} = 0,99 \approx 1 \text{ ومنه: التفاعل تام.}$$

بكالوريا 2014 عت

التمرين رقم: 05

- البروتوكول التجريبي لكيفية تحضير محلولاً للحمض الصلب  $HA$  تركيزه المولي  $C$  وحجمه  $V$ .  
- نضع جفنة زجاجية ونظيفة فوق ميزان إلكتروني ثم نضبطه عند الصفر ووزن الكتلة الواجب إذابتها لتحضير المحلول.  
- نضع الكتلة في حوجلة عيارية مزودة بقمع.  
- نضيف الماء المقطر مع الرج المستمر حتى خط العيار للحصول على المحلول.
- تعريف الحمض وفق نظرية برونشتد: الحمض هو كل فرد كيميائي (شاردة أو جزئية) قادر على فقد بروتون ( $H^+$ ) أو أكثر خلال تحول كيميائي.



$$[HA]_{\acute{e}q} = C - [H_3O^+]_{\acute{e}q}, \quad [H_3O^+]_{\acute{e}q} = [A^-]_{\acute{e}q}, \quad [H_3O^+]_{\acute{e}q} = 10^{-pH}$$

$C (mol.L^{-1})$	$1,0 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-4}$
$pH$	3,10	3,28	3,65	3,83	4,27
$[H_3O^+]_{\acute{e}q} (mol.L^{-1})$	$79,4 \times 10^{-5}$	$52,4 \times 10^{-5}$	$22,3 \times 10^{-5}$	$14,7 \times 10^{-5}$	$5,3 \times 10^{-5}$
$[A^-]_{\acute{e}q} (mol.L^{-1})$	$79,4 \times 10^{-5}$	$52,4 \times 10^{-5}$	$22,3 \times 10^{-5}$	$14,7 \times 10^{-5}$	$5,3 \times 10^{-5}$
$[HA]_{\acute{e}q} (mol.L^{-1})$	$9,21 \times 10^{-3}$	$4,48 \times 10^{-3}$	$0,78 \times 10^{-3}$	$0,36 \times 10^{-3}$	$0,074 \times 10^{-3}$
$\log \frac{[A^-]_{\acute{e}q}}{[HA]_{\acute{e}q}}$	-1,07	-0,93	-0,54	-0,39	-0,14

4- عبارة  $pH$  المحلول المائي للحمض  $HA$  بدلالة الثابت  $pKa$  للشثائية  $(HA/A^-)$ .

$$- \log Ka = - \log \frac{[A^-]_f [H_3O^+]_f}{[HA]_f} \text{ ومنه: } Ka = \frac{[A^-]_f [H_3O^+]_f}{[HA]_f}$$

$$pH = pKa + \log \frac{[A^-]_f}{[HA]_f} \text{ إذن: } pKa = - \log \frac{[A^-]_f}{[HA]_f} + pH \text{ ومنه: } pKa = - \log \frac{[A^-]_f}{[HA]_f} - \log [H_3O^+]_f$$

$$5- \text{أ- رسم المنحنى } pH = f \left( \log \frac{[A^-]_{\acute{e}q}}{[HA]_{\acute{e}q}} \right)$$

- معادلة البيان: البيان عبارة عن خط مستقيم معادلته من الشكل:

$$pH = A \log \frac{[A^-]_{\acute{e}q}}{[HA]_{\acute{e}q}} + B$$

$$B = 4,2 \text{ و } A = \frac{3,10 - 4,2}{-1,07 - 0} \approx 1$$

$$\text{ومنه: } pH = \log \frac{[A^-]_{\acute{e}q}}{[HA]_{\acute{e}q}} + 4,2$$

ب- قيمة الثابت  $pKa$  للشثائية  $(HA/A^-)$ :

$$\text{لدينا العلاقة النظرية: } pH = pKa + \log \frac{[A^-]_f}{[HA]_f}$$

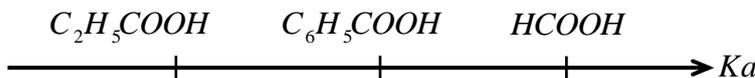
$$\text{العلاقة البيانية: } pH = \log \frac{[A^-]_{\acute{e}q}}{[HA]_{\acute{e}q}} + 4,2 \text{ بالمطابقة بين العلاقتين طرف لطرف نجد: } pKa = 4,2$$

- استنتاج صيغة الحمض  $HA$ :

لدينا  $pKa = 4,2$  وهي خاصة بالشثائية  $(C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-)$  وعليه الحمض  $HA$  هو:  $C_6H_5COOH$ .

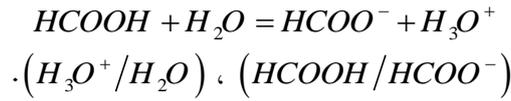
ج- ترتيب هذه الأحماض حسب تزايد قوتها الحمضية:

تزايد القوة الحمضية  $\longrightarrow$



$pKa \longleftarrow$

I- 1. معادلة انحلال حمض الميثانويك في الماء مع ذكر الثنائيتين (Acide/Base) الداخلتين في التفاعل.



2- جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		$HCOOH + H_2O = HCOO^- + H_3O^+$			
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة بـ (mol)			
الابتدائية	0	CV	بوفرة	0	0
الانتقالية	x	CV - x	بوفرة	x	x
النهائية	$x_f$	CV - $x_f$	بوفرة	$x_f$	$x_f$

3- النسبة النهائية  $\tau_f$  لتقدم التفاعل:

نعلم أن:  $\tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}}$  ومن جدول التقدم وفي الحالة النهائية:  $n_f(H_3O^+) = x_f$  ومنه:  $x_f = [H_3O^+]_f V = 10^{-pH} V$

$x_{\max} = CV$  ومنه:  $CV - x_{\max} = 0$

ومنه:  $\tau_f = \frac{10^{-2,9}}{10^{-2}} = 0,125$  ت. ع:  $\tau_f = \frac{10^{-pH} V}{CV} = \frac{10^{-pH}}{C}$

- نستنتج أن تفاعل حمض الميثانويك مع الماء غير تام ( $\tau_f < 1$ ) والحمض ضعيف.

4- حساب قيمة الـ  $pKa$  للثنائية ( $HCOOH / HCOO^-$ ):

$$[H_3O^+]_f = [HCOO^-]_f = \frac{x_f}{V} \text{ ومن جدول التقدم وفي الحالة النهائية: } pH = pKa + \log \frac{[HCOO^-]_f}{[HCOOH]_f}$$

و  $[HCOOH]_f = C - \frac{x_f}{V} = C - [H_3O^+]_f$

ومنه:  $pKa = pH - \log \frac{10^{-pH}}{C - 10^{-pH}}$  إذن:  $pH = pKa + \log \frac{[H_3O^+]_f}{C - [H_3O^+]_f} = pKa + \log \frac{10^{-pH}}{C - 10^{-pH}}$

ت. ع:  $pKa = 2,9 - \log \frac{10^{-2,9}}{10^{-2} - 10^{-2,9}} = 3,8$

II- 1. عبارة  $Ka$ ، ثابت الحموضة للثنائية ( $C_6H_5CO_2H / C_6H_5CO_2^-$ ):

$$Ka = \frac{[C_6H_5COO^-]_f [H_3O^+]_f}{[C_6H_5COOH]_f}$$

2- علاقة  $pH$  بدلالة  $pKa$  الثنائية ( $C_6H_5CO_2H / C_6H_5CO_2^-$ ) والنسبة  $\frac{[C_6H_5CO_2^-]}{[C_6H_5CO_2H]}$ :

لدينا:  $Ka = \frac{[C_6H_5COO^-]_f [H_3O^+]_f}{[C_6H_5COOH]_f}$  ومنه:  $\frac{Ka}{[H_3O^+]_f} = \frac{[C_6H_5COO^-]_f}{[C_6H_5COOH]_f}$

ومنه:  $\log \frac{Ka}{[H_3O^+]_f} = \log \frac{[C_6H_5COO^-]_f}{[C_6H_5COOH]_f}$

ومنه:  $pH = pKa + \log \frac{[C_6H_5COO^-]_f}{[C_6H_5COOH]_f}$  إذن:  $-\log [H_3O^+]_f = -\log Ka + \log \frac{[C_6H_5COO^-]_f}{[C_6H_5COOH]_f}$

3- استنتاج قيمة الثابت  $pKa$  للثنائية  $(C_6H_5CO_2H / C_6H_5CO_2^-)$ :

$$pH = pKa + \log \frac{[C_6H_5COO^-]_f}{[C_6H_5COOH]_f} = 0 \text{ : } \text{لذا } pH = pKa + \log \frac{[C_6H_5COO^-]_f}{[C_6H_5COOH]_f} \text{ لدينا}$$

بالقراءة البيانيتة نجد:  $pKa = 4,2$ .

4- لدينا:  $pKa(C_6H_5CO_2H / C_6H_5CO_2^-) = 4,2$  و  $pKa(HCOOH / HCOO^-) = 3,8$

كلما زاد  $pKa$  كان حمض أضعف، ومنه حمض البنزويك أضعف من حمض الميثانويك.



اسم الصفحة على الفايس بوك: [فيزياء تاشتة](#)

رابط الصفحة: [www.facebook.com/physiquetacheta](http://www.facebook.com/physiquetacheta)