

بكالوريا 2008 تر + ر

التمرين رقم: 01

I- نأخذ محلولاً مائياً ( $S_1$ ) لحمض البنزويك  $C_6H_5 - COOH$  تركيزه المولي  $C_1 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ ، نقيس عند التوازن في درجة الحرارة  $25^\circ C$  ناقلية النوعية فنجدها  $\sigma = 0,86 \times 10^{-2} S \cdot m^{-1}$ .

1- أكتب معادلة التفاعل المنمذجة لتحويل حمض البنزويك في الماء.

2- أنشئ جدول تقدم التفاعل.

3- أحسب التراكيز المولية للأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول ( $S_1$ ) عند التوازن.

تعطى: الناقلية المولية الشاردية:  $\lambda(H_3O^+) = 35 \times 10^{-3} S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$  ،  $\lambda(C_6H_5COO^-) = 3,24 \times 10^{-3} S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$  ،  
نهمل التشرذ الذاتي للماء.

4- جد النسبة النهائية  $\tau_{1f}$  لتقدم التفاعل، ماذا تستنتج؟

5- أحسب ثابت التوازن الكيميائي  $K_1$ .

II- نعتبر محلولاً مائياً ( $S_2$ ) لحمض الساليسيليك، الذي يمكن أن نرمز له ( $HA$ )، تركيزه المولي  $C_1 = C_2$  وله  $pH = 3,2$  في الدرجة  $25^\circ C$ .

1- جد النسبة النهائية  $\tau_{2f}$  لتقدم تفاعل حمض الساليسيليك مع الماء.

2- قارن بين  $\tau_{1f}$  و  $\tau_{2f}$ ، استنتج أي الحمضين أقوى؟

بكالوريا 2010 تر + ر

التمرين رقم: 02

بغرض تحضير المحلول ( $S_1$ ) لغاز النشادر  $NH_3$  نحل منه  $1,2 L$  في  $500 mL$  من الماء المقطر.

1- أ. أحسب التركيز المولي  $C_1$  للمحلول ( $S_1$ )، علماً أن الحجم المولي الغازي في شروط التجربة هو:  $V_M = 24 L \cdot mol^{-1}$ .

ب. أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل المنمذج لتحويل الكيميائي الحاصل.

2- إن قياس  $pH$  المحلول ( $S_1$ ) في الدرجة  $25^\circ C$  أعطى القيمة  $11,1$ .

أ. أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل.

ب. أحسب النسبة النهائية للتقدم  $\tau_{1f}$ ، ماذا تستنتج؟

3- كلف الأستاذ في حصة الأعمال المخبرية فوج من التلاميذ لتحضير المحلول ( $S_2$ ) حجمه  $V = 50 mL$  و تركيزه المولي

$C_2 = 2 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$  انطلاقاً من المحلول ( $S_1$ ).

أ. ما هي الخطوات العملية المتبعة لتحضير المحلول ( $S_2$ ).

ب. إن قيمة  $pH$  المحلول ( $S_2$ ) المحضرتساوي  $10,8$ . أحسب قيمة النسبة النهائية  $\tau_{2f}$  لتقدم التفاعل.

ج. ما تأثير الحالة الابتدائية للجملة على النسبة النهائية لتقدم التفاعل؟

4- أحسب قيمة ثابت الحموضة  $Ka$  للثنائية ( $NH_4^+ / NH_3$ ).

بكالوريا 2016 ع ت

التمرين رقم: 03

كل القياسات مأخوذة في الدرجة  $25^\circ C$  وتعطى ( $C_6H_5COOH$ )  $M$ .

1- حمض البنزويك جسم صلب أبيض اللون يستعمل كحافظ للمواد الغذائية صيغته  $C_6H_5COOH$  أساسه المرافق شاردة

البنزوات  $C_6H_5COO^-$  نحضر منه محلولاً مائياً ( $S_1$ ) حجمه  $V_1 = 50 mL$ ، تركيزه المولي  $C_1 = 0,01 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  انطلاقاً من محلوله

التجاري ذي التركيز  $C_0 = 0,025 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ .

أ. ما هو حجم المحلول التجاري  $V_0$  الواجب استعماله؟

ب. أكتب البروتوكول التجريبي لتحضير المحلول ( $S_1$ ) مبينا الزجاجيات المستعملة من بين ما يلي:

- حوجلات عيارية ( $50 mL, 100 mL, 500 mL$ )

- ماصات عيارية ( $5 mL, 10 mL, 20 mL$ )

ج- ماذا يعني مصطلح عيارية المقترن بالمصاتر و الحوجلات المذكورة في السؤال أ.ب؟

2- إن قياس  $pH$  المحلول ( $S_1$ ) أعطى القيمة 3,12.

أ- أكتب معادلة تشرد حمض البنزويك في الماء موضعا الثنائيتين (حمض/أساس) المشاركتين في هذا التحول.

ب- أحسب كسر التفاعل النهائي  $Q_{rf}$ .

3- نسكب 10 mL من المحلول ( $S_1$ ) في بيشر و نضع هذا الأخير فوق مخلوط مغناطيسي و نضيف الماء له كل مرة حجما من الماء ثم

نقيس  $pH$  المحلول الناتج فنحصل على النتائج المدونة في الجدول التالي:

حجم الماء المضاف $V_{H_2O}$	0	10	40
$C (mol.L^{-1})$			
$pH$	3,12	3,28	3,49
$\tau_f$			

فيزياء تاشطة

أ- ما الفائدة من استعمال المخلوط المغناطيسي في هذه العملية؟

ب- أكمل الجدول أعلاه و استنتج تأثير إضافة الماء للمحاليل العنصرية على  $C$  و  $\tau_f$ .

بكالوريا 2016 تر+ر

التمرين رقم: 04

تحتوي قارورة على المحلول ( $S_0$ ) لحمض عضوي  $HA$  تركيزه المولي  $C_0$ .

1- أ- أكتب معادلة انحلال الحمض  $HA$  في الماء.

ب- أنشئ جدول التقدم لهذا التفاعل.

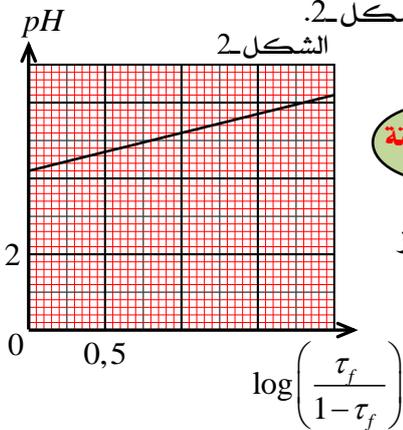
ج- أكتب عبارة النسبة النهائية  $\tau_f$  لتقدم التفاعل بدلالة  $pH$  المحلول و  $C_0$ .

د- بين أن  $pH$  المحلول ( $S_0$ ) يعطى بالعبارة:  $pH = pKa + \log\left(\frac{\tau_f}{1-\tau_f}\right)$

2- لغرض تحديد التركيز المولي  $C_0$  لهذا الحمض و التعرف على صيغته، نحضر مجموعة محاليل ممددة مختلفة التراكيز المولية

انطلاقا من المحلول ( $S_0$ ).

قياس الـ  $pH$  لكل محلول سمح برسم بيان الدالة  $pH = f\left(\log\left(\frac{\tau_f}{1-\tau_f}\right)\right)$  المبين في الشكل 2.



الشكل 2

فيزياء تاشطة

أ- أكتب عبارة الدالة الموافقة للمنحنى البياني.

ب- استنتج ثابت الحموضة  $Ka$  للثنائية ( $HA/A^-$ ).

ج- حدد النوع الكيميائي الغالب في محلول الحمض  $HA$  من أجل  $\tau_f = 0,7$ .

د- أعطى قياس الـ  $pH$  لـ احد المحاليل الممددة بـ 160 مرة القيمة 4,2. أحسب قيمة التركيز

المولي  $C_0$ .

هـ- يبين الجدول التالي قيم ثابت  $pKa$  لبعض الثنائيات ( $HA/A^-$ ).

تعرف على الحمض  $HA$  الموجود في القارورة.

$HA/A^-$	$(CH_3COOH / CH_3COO^-)$	$(HCOOH / HCOO^-)$	$(C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-)$
$pKa$	4,8	3,8	4,2

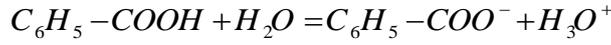
كل المحاليل مأخوذة عند الدرجة  $25^\circ C$



اسم الصفحة على الفايس بوك: فيزياء تاشطة

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

1- معادلة التفاعل المنمذجة لتحويل حمض البنزويك في الماء:



2- جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		$C_6H_5-COOH + H_2O = C_6H_5-COO^- + H_3O^+$			
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة بـ (mol)			
الابتدائية	0	$C_1V$	بوفرة	0	0
الانتقالية	$x$	$C_1V - x$	بوفرة	$x$	$x$
النهائية	$x_f$	$C_1V - x_f$	بوفرة	$x_f$	$x_f$

3- حساب التراكيز المولية للأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول ( $S_1$ ) عند التوازن:

لدينا من جدول تقدم التفاعل:  $[C_6H_5-COO^-]_f = [H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V}$

ولدينا:  $\sigma_f = \lambda(H_3O^+)[H_3O^+]_f + \lambda(C_6H_5COO^-)[C_6H_5COO^-]_f$

ومنه:  $[H_3O^+]_f = \frac{\sigma_f}{\lambda(H_3O^+) + \lambda(C_6H_5COO^-)}$  وعليه:  $\sigma_f = (\lambda(H_3O^+) + \lambda(C_6H_5COO^-))[H_3O^+]_f$

$$[H_3O^+]_f = \frac{0,86 \times 10^{-2}}{(35 + 3,24) \times 10^{-3}} = 0,22 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} = 2,2 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

إذن:  $[H_3O^+]_f = [C_6H_5COO^-]_f = 2,2 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

ولدينا كذلك من جدول تقدم التفاعل:  $[C_6H_5-COOH]_f = \frac{C_1}{V} - \frac{x_f}{V} = C_1 - [H_3O^+]_f$

إذن:  $[C_6H_5-COOH]_f = 1,0 \times 10^{-2} - 2,2 \times 10^{-4} = 9,78 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

4- النسبة النهائية  $\tau_{1f}$  لتقدم التفاعل:

$$\tau_{1f} = \frac{[H_3O^+]_f V}{C_1 V} = \frac{[H_3O^+]_f}{C_1} \text{ حيث } \tau_{1f} = \frac{x_f}{x_{\max}} \text{ و } x_{\max} = C_1 V \text{ وعليه: } \tau_{1f} = \frac{[H_3O^+]_f}{C_1}$$

ت.ع:  $\tau_{1f} = \frac{2,2 \times 10^{-4}}{1,0 \times 10^{-2}} = 0,022 = 2,2\%$

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

5- حساب ثابت التوازن الكيميائي  $K_1$ :

$$K_1 = \frac{[H_3O^+]_f [C_6H_5COO^-]_f}{[C_6H_5-COOH]_f} = \frac{(2,2 \times 10^{-4})^2}{9,78 \times 10^{-3}} = 4,94 \times 10^{-6}$$

II.1- النسبة النهائية  $\tau_{2f}$  لتقدم تفاعل حمض الساليسيليك مع الماء.

$$\tau_{2f} = \frac{[H_3O^+]_f}{C_1} = \frac{10^{-pH}}{C_1} = \frac{10^{-3,2}}{1,0 \times 10^{-2}} = 0,063 = 6,3\%$$

2- المقارنة بين  $\tau_{1f}$  و  $\tau_{2f}$ :

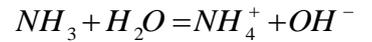
بما أن  $C_1 = C_2$  و  $\tau_{2f} > \tau_{1f}$  فإن حمض الساليسيليك أقوى من حمض البنزويك.

فيزياء تاشطة

1-أ. حساب التركيز المولي للمحلول ( $S_1$ ):

$$C_1 = \frac{n}{V_1} = \frac{V_g}{V_M V_1} = \frac{1,2}{24 \times 500 \times 10^{-3}} = 0,1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

ب. المعادلة الكيميائية للتفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي الحاصل:



2-أ. جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		$NH_3 + H_2O = NH_4^+ + OH^-$			
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة ب ( $mol$ )			
الابتدائية	0	$C_1 V_1$	بوفرة	0	0
الانتقالية	$x$	$C_1 V_1 - x$	بوفرة	$x$	$x$
النهائية	$x_f$	$C_1 V_1 - x_f$	بوفرة	$x_f$	$x_f$

ب. حساب النسبة النهائية للتقدم  $\tau_{1f}$ :

$$[OH^-]_f = \frac{Ke}{[H_3O^+]_f} = Ke 10^{pH} \text{ حيث } x_f = [OH^-]_f V_1 \text{ من جدول تقدم التفاعل: } \tau_{1f} = \frac{x_f}{x_{max}}$$

$$\tau_{1f} = \frac{Ke 10^{pH} V_1}{C_1 V_1} = \frac{Ke 10^{pH}}{C_1} \text{ ومنه: } x_{max} = C_1 V_1 \text{ و } x_f = Ke 10^{pH} V_1$$

$$\tau_{1f} = \frac{10^{-14} \times 10^{11,1}}{0,1} = 0,0125 = 1,25\%$$

- نستنتج أن تفاعل النشادر مع الماء غير تام ( $\tau_f < 1$ ) والأساس ضعيف.

3-أ. الخطوات العملية المتبعة لتحضير المحلول ( $S_2$ ):

نأخذ بواسطة ماصة عيارية سعتها  $10 \text{ mL}$  حجما  $V_1 = 10 \text{ mL}$  يوضع في حوجلة عيارية سعتها  $50 \text{ mL}$  تحتوي قليلا من الماء المقطر ثم نكمل بالماء المقطر لخط العيار نرج و نجانس المحلول.

ب. حساب قيمة النسبة النهائية  $\tau_{2f}$  لتقدم التفاعل:

$$\tau_{2f} = \frac{Ke 10^{pH}}{C_2} = \frac{10^{-14} \times 10^{10,8}}{2 \times 10^{-2}} = 0,031 = 3,1\%$$

ج. تأثير الحالة الابتدائية للجملة على النسبة النهائية لتقدم التفاعل:

عملية التمديد ترفع من قيمة النسبة النهائية لتقدم التفاعل  $\tau_f$ .

4. حساب قيمة ثابت الحموضة  $Ka$  للشائبة ( $NH_4^+/NH_3$ ):

$$pKa = pH - \log \frac{[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f} \text{ ومنه: } pH = pKa + \log \frac{[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f}$$

$$[NH_3]_f = C_2 - \frac{x_f}{V} = C_2 - \frac{Ke}{[H_3O^+]_f} \text{ و } [NH_4^+]_f = [OH^-]_f = \frac{Ke}{[H_3O^+]_f} = \frac{x_f}{V}$$

$$pKa = 10,8 - \log \left( \frac{2 \times 10^{-2} \times 10^{-10,8}}{10^{-14}} - 1 \right) \text{ ت.ع. } pKa = pH - \log \left( \frac{C_2 10^{-pH}}{Ke} - 1 \right) \text{ إذن: } pKa = pH - \log \left( \frac{C_2 - \frac{Ke}{[H_3O^+]_f}}{\frac{Ke}{[H_3O^+]_f}} \right) \text{ ومنه:}$$

$$Ka = 10^{-pKa} = 10^{-9,2} = 6,3 \times 10^{-10} \text{ ومنه: } pKa(NH_4^+/NH_3) = 9,2 \text{ إذن:}$$

1. أ- حجم المحلول التجاري  $V_0$  الواجب استعماله:

$$V_0 = \frac{C_1 V_1}{C_0} = \frac{0,01 \times 50}{0,025} = 20 \text{ mL}$$

من علاقة التخفيف:  $C_0 V_0 = C_1 V_1$  ومنه:

ب- البروتوكول التجريبي لتحضير المحلول ( $S_1$ ):

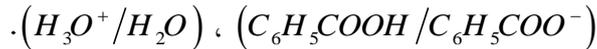
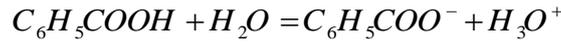
- باستخدام ماصة عيارية سعتها 20 mL نسحب الحجم  $V_0$  من المحلول التجاري.

- نسكب الحجم  $V_0$  في حوجة عيارية سعتها 50 mL.

- نضيف الماء المقطر مع الرج المستمر حتى خط العيار للحصول على المحلول ( $S_1$ ).

ج- معنى مصطلح عيارية: سعة حجمية محددة بخط دائري في أعلى الزجاجية.

2. أ- معادلة تشارد حمض البنزويك في الماء مع ذكر الثنائيتين (حمض/أساس) المشاركتين في هذا التحول:



ب- حساب كسر التفاعل النهائي  $Q_{rf}$ .

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

حيث:  $[C_6H_5COO^-]_f = [H_3O^+]_f$  و  $[C_6H_5COOH]_f + C - [H_3O^+]_f = [C_6H_5COO^-]_f$

$$Q_{rf} = \frac{(10^{-3,12})^2}{0,01 - 10^{-3,12}} = 6,22 \times 10^{-5}$$

ومنه:  $Q_{rf} = \frac{([H_3O^+]_f)^2}{C - [H_3O^+]_f} = \frac{(10^{-pH})^2}{C - 10^{-pH}}$  ت.ع:

3. أ- الفائدة من استعمال المخلوط المغناطيسي في هذه العملية: لجعل المزيج متجانس.

ب- اتمام الجدول واستنتاج تأثير إضافة الماء للمحاليل العضوية على  $C$  و  $\tau_f$ .

حجم الماء المضاف $V_{H_2O}$	0	10	40
$C \text{ (mol.L}^{-1}\text{)}$	0,01	0,005	0,002
pH	3,12	3,28	3,49
$\tau_f$	0,076	0,105	0,162

- بإضافة الماء: يقل تركيز المحلول - تزداد النسبة النهائية لتقدم التفاعل.

1. أ- معادلة انحلال الحمض  $HA$  في الماء:  $HA + H_2O = A^- + H_3O^+$

ب- جدول التقدم لهذا التفاعل:

معادلة التفاعل		$HA + H_2O = A^- + H_3O^+$			
حالة الجملة	التقدم	كمية المادة بـ (mol)			
الابتدائية	0	$C_0 V$	بوفرة	0	0
الانتقالية	$x$	$C_0 V - x$	بوفرة	$x$	$x$
النهائية	$x_f$	$C_0 V - x_f$	بوفرة	$x_f$	$x_f$

ج- عبارة النسبة النهائية  $\tau_f$  لتقدم التفاعل بدلالة  $pH$  المحلول و  $C_0$ .

$$x_f = [H_3O^+]_f V = 10^{-pH} V$$

ومنه:  $n_f(H_3O^+) = x_f$  وفي الحالة النهائية:  $n_f(H_3O^+) = x_f$  ونعلم أن:  $\tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}}$  ومن جدول التقدم وفي الحالة النهائية:

$$\tau_f = \frac{10^{-pH} V}{C_0 V} = \frac{10^{-pH}}{C_0}$$

إذن:  $x_{\max} = C_0 V$  ومنه:  $C_0 V - x_{\max} = 0$

د- تبين أن  $pH$  المحلول ( $S_0$ ) يعطى بالعلاقة:  $pH = pKa + \log\left(\frac{\tau_f}{1-\tau_f}\right)$ :

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

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

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

$$[A^-]_f = [H_3O^+]_f = 10^{-pH} = \tau_f C_0 \text{ اعتمادا على جدول التقدم:}$$

$$pH = pKa + \log\left(\frac{\tau_f C_0}{C_0(1-\tau_f)}\right) \text{ ومنه: } [AH]_f = C_0 - [H_3O^+]_f = C_0 - \tau_f C_0 = C_0(1-\tau_f) \text{ و}$$

$$\text{إذن: } pH = pKa + \log\left(\frac{\tau_f}{1-\tau_f}\right)$$

2-أ. عبارة الدالة الموافقة للمنحنى البياني:

البيان عبارة عن خط مستقيم لا يمر من المبدأ معادلته من الشكل:  $pH = a \log\left(\frac{\tau_f}{1-\tau_f}\right) + b$  حيث  $a$  معامل توجيه البيان:

$$pH = \log\left(\frac{\tau_f}{1-\tau_f}\right) + 4,2 \text{ إذن: } b = 4,2 \text{ و } a = \frac{5,2-4,2}{1-0} = 1$$

ب- استنتاج ثابت الحموضة  $Ka$  للشئائية ( $HA/A^-$ ):

$$\text{لدينا: العلاقة النظرية: } pH = pKa + \log\left(\frac{\tau_f}{1-\tau_f}\right) \text{ والعلاقة البيانية: } pH = \log\left(\frac{\tau_f}{1-\tau_f}\right) + 4,2$$

$$\text{بالمطابقة بين العلاقتين نجد: } pKa = 4,2 \text{ ومنه: } Ka = 10^{-pKa} = 10^{-4,2} = 6,3 \times 10^{-5}$$

ج- تحديد النوع الكيميائي الغالب في محلول الحمض  $HA$  من أجل  $\tau_f = 0,7$ :

$$pH = 4,5 \text{ بالقراءة البيانية نجد: } \log\left(\frac{\tau_f}{1-\tau_f}\right) = \log\left(\frac{0,7}{1-0,7}\right) = 0,37$$

إذن:  $pH > pKa$  أي:  $[A^-] > [HA]$  وعليه الصفة الغالبة هي الصفة الأساسية.

د- حساب قيمة التركيز المولي  $C_0$ :

$$\text{لدينا: } pH = \log\left(\frac{\tau_f}{1-\tau_f}\right) + 4,2 \text{ حيث } pH = 4,2 \text{ وعليه: } \log\left(\frac{\tau_f}{1-\tau_f}\right) = 0 \text{ ومنه: } \log\left(\frac{\tau_f}{1-\tau_f}\right) = \log 1 \text{ أي: } \frac{\tau_f}{1-\tau_f} = 1$$

$$\text{ومنه: } 2\tau_f = 1 \text{ إذن: } \tau_f = 0,5$$

$$\text{ولدينا مما سبق: } \tau_f = \frac{10^{-pH}}{C} \text{ وعليه: } C = \frac{10^{-pH}}{\tau_f} = \frac{10^{-4,2}}{0,5} = 1,26 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{ونعلم أن: } F = \frac{C_0}{C} \text{ ومنه: } C_0 = FC = 160 \times 1,26 \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

هـ- التعرف على الحمض  $HA$  الموجود في القارورة

$$\text{لدينا: } pKa(HA/A^-) = 4,2 \text{ وهذا ما يوافق: } pKa(C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-) = 4,2$$

وعليه الحمض المعني هو:  $C_6H_5COOH$ .

اسم الصفحة على الفايس بوك: فيزياء تاشة

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

فيزياء تاشة

