

تمارين مقترحة - 02

04

التطورات الرتبة ٥

تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

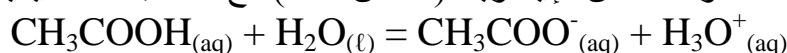
الشعب : علوم تجريبية
رياضيات ، تقني رياضي

www.sites.google.com/site/faresfergani

تاريخ آخر تحديث : 2013/11/24

التمرين (1) : (بكالوريا 2008 - علوم تجريبية)

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



- 1- أعط تعريفا للحمض وفق نظرية برونشتد .
 - 2- أكتب الثنائيتين (أساس/ حمض) الداخلتين في التفاعل الحاصل .
 - 3- أكتب عبارة ثابت التوازن K الموافق للتفاعل الكيميائي السابق .
- II- نحضر محلولاً مائياً لحمض الإيثانويك حجمه $V = 100 \text{ mL}$ ، و تركيزه المولي $C = 2.7 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ ، و قيمة الـ pH له في الدرجة 25°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 و التقدم الأعظمي X_{\max} .
 - 3- أحسب قيمة النسبة النهائية (τ_F) لتقدم التفاعل . ماذا تستنتج ؟
 - 4- أحسب :
 - أ- التركيز المولي النهائي لكل من (CH_3COOH) و $(\text{CH}_3\text{COO}^{-})$.
 - ب- قيمة pK_a للثنائية $(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^{-})$ ، و استنتج النوع الكيميائي المتغلب في المحلول الحمضي .

التمرين (2) : (بكالوريا 2008 - رياضيات)

نعتبر محلولاً مائياً لحمض الإيثانويك حجمه $V = 100 \text{ mL}$ و تركيزه المولي $C = 1.0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$. نقيس الناقلية G لهذا المحلول في الدرجة 25°C بجهاز قياس الناقلية ، ثابت خليته $k = 1.2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ فكانت النتيجة $G = 1.92 \cdot 10^{-4} \text{ S}$.

- 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} و عبر عنه بدلالة التركيز C للمحلول و حجمه V .
- 4- (أ) أعط عبارة الناقلية النوعية σ للمحلول :

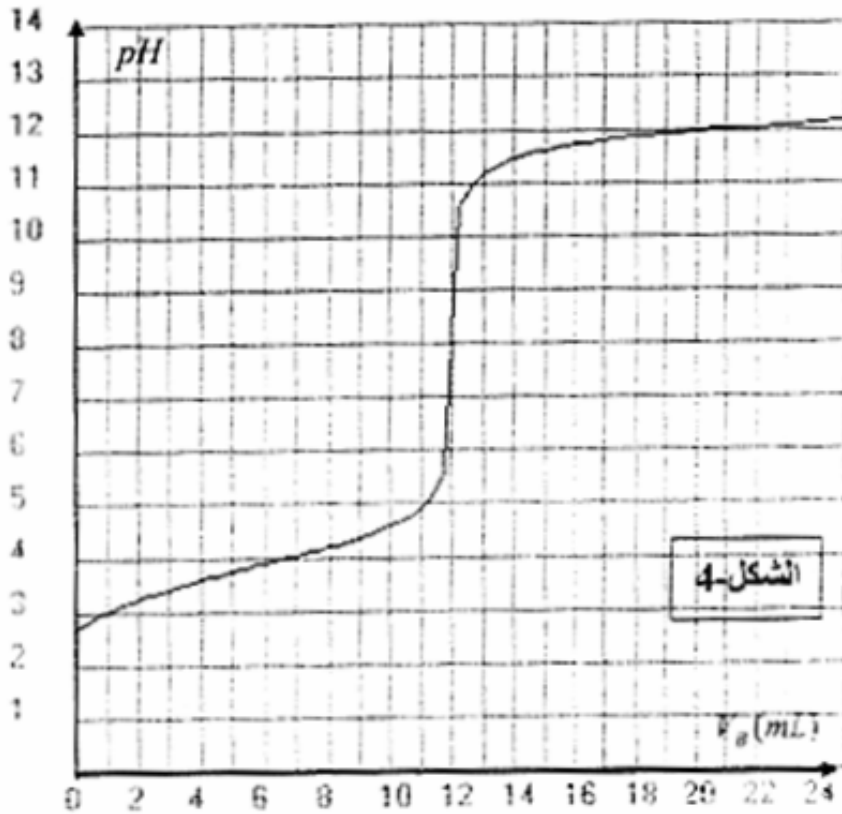
- بدلالة الناقلية G للمحلول و الثابت k للخلية .
- بدلالة التركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم $[H_3O^+]$ ، و الناقلية المولية الشاردية $\lambda(H_3O^+)$ و الناقلية المولية الشاردية $\lambda(CH_3COO^-)$ (نهمل التشرّد الذاتي للماء) .
- (ب) استنتج عبارة $[H_3O^+]_f$ في الحالة النهائية (حالة التوازن) بدلالة G ، k ، $\lambda(H_3O^+)$ ، $\lambda(CH_3COO^-)$. أحسب قيمته .
- (ج) استنتج قيمة pH المحلول .
- (5) أوجد 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 pka للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) . يعطى :
 $M(O) = 16 \text{ g/mol}$ ، $M(H) = 1 \text{ g/mol}$ ، $M(C) = 12 \text{ g/mol}$
 $\lambda(H_3O^+) = 35 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ ، $\lambda(CH_3COO^-) = 4.1 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ ، $Ke = 10^{-14}$

التمرين (3) : (بكالوريا 2008 – رياضيات)

- I- نأخذ محلولاً مائياً (S_1) لحمض البنزويك C_6H_5-COOH تركيزه المولي $C_1 = 1.0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$. نقيس عند التوازن في الدرجة $25^\circ C$ ناقلية النوعية فنجدها $\sigma = 0.86 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$.
- أكتب معادلة التفاعل المنمّج لتحويل حمض البنزويك في الماء .
 - أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل .
 - أحسب التراكيز المولية للأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول (S_1) عند التوازن .
 تعطى الناقلية المولية للشاردة H_3O^+ و الشاردة $C_6H_5COO^-$:
 $\lambda(H_3O^+) = 35.0 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ ، $\lambda(C_6H_5COO^-) = 3.24 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ (نهمل التشرّد الذاتي للماء) .
 - أوجد النسبة النهائية τ_{1f} لتقدم التفاعل . ماذا تستنتج ؟
 - أحسب ثابت التوازن الكيميائي K_1 .
- II- نعتبر محلولاً مائياً (S_2) لحمض الساليسيليك ، الذي يمكن أن نرمز له (HA) ، تركيزه المولي $C_1 = C_2$ و له $pH = 3.2$ في الدرجة $25^\circ C$.
- أوجد النسبة النهائية τ_{2f} لتقدم تفاعل حمض الساليسيليك مع الماء .
 - قارن بين τ_{1f} و τ_{2f} . استنتج أي الحمضين أقوى .

التمرين (4) : (بكالوريا 2008 – علوم تجريبية)

- يحتوي الحليب على حمض اللاكتيك (حمض اللبن) الذي تزداد كميته عندما لا تحترم شروط الحفظ ، و يكون الحليب غير صالح للاستهلاك إذا زاد تركيز حمض اللاكتيك فيه عن $2.4 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
- الصيغة الكيميائية لحمض اللاكتيك هي $(CH_3-CHOH-COOH)$ و نرمز لها اختصاراً (HA) .
- أثناء حصة الأعمال المخبرية ، طلب الأستاذ من تلميذين تحقيق معايرة عينة من حليب قصد معرفة مدى صلاحيته .
- التجربة الأولى : أخذ التلميذ الأول حجماً 20 mL من الحليب و عايره بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (محلول الصود) تركيزه المولي $C_B = 5.0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ متتبعاً تغيرات pH المزيج بواسطة pH متر ، فتحصل على المنحنى الممثل في الشكل المقابل .



التجربة الثانية : أخذ التلميذ الثاني حجما و مدده بالماء المقطر إلى أن أصبح حجمه 200mL ثم عاير المحلول الناتج بمحلول الصود السابق مستعملا كاشفا ملونا مناسباً ، فلاحظ أن لون الكاشف يتغير عند إضافة حجم من الصود قدره $V_B = 12.9 \text{ mL}$.

- 1- أكتب معادلة التفاعل النمذج لعملية المعايرة .
- 2- ضع رسما تخطيطيا للتجربة الأولى .
- 3- لماذا أضاف التلميذ الماء في التجربة الثانية ؟ هل يؤثر ذلك على نقطة التكافؤ ؟
- 4- عين التركيز المولي لحمض اللاكتيك في الحليب المعايير في كل تجربة . ماذا تستنتج عن مدى صلاحية الحليب المعايير للاستهلاك ؟
- 5- برأيك . أي تجربة أكثر دقة .

التمرين (5) : (بكالوريا 2009 - علوم تجريبية)

- محلول لحمض الإيثانويك CH_3COOH تركيزه C مقدر بالوحدة (mol.L^{-1}) .
- 1- اكتب معادلة التفاعل الكيميائي النمذج للتحويل الكيميائي الحاصل بين حمض الإيثانويك و الماء .
 - 2- انشئ جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي السابق .
 - 3- أوجد عبارة $[\text{H}_3\text{O}^+]$ بدلالة C ، τ (نسبة تقدم التفاعل) .
 - 4- بين أنه يمكن كتابة عبارة ثابت الحموضة (K_a) للثنائية $(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-)$ على الشكل :

$$K_a = \frac{\tau^2 C}{1 - \tau}$$

5- نحدد قيمة τ للتحويل من أجل تراكيز مختلفة (C) و ندون النتائج في الجدول أدناه :

$C(\text{mol.L}^{-1}) \times 10^{-2}$	17,8	8,77	1,78	1,08
$\tau (\times 10^{-2})$	1,0	1,4	3,1	4,0
$A = 1/C (\text{L.mol}^{-1})$				
$B = \tau^2 / 1 - \tau$				

أ/ أكمل الجدول السابق .

ب/ مثل البيان $A = f(B)$.

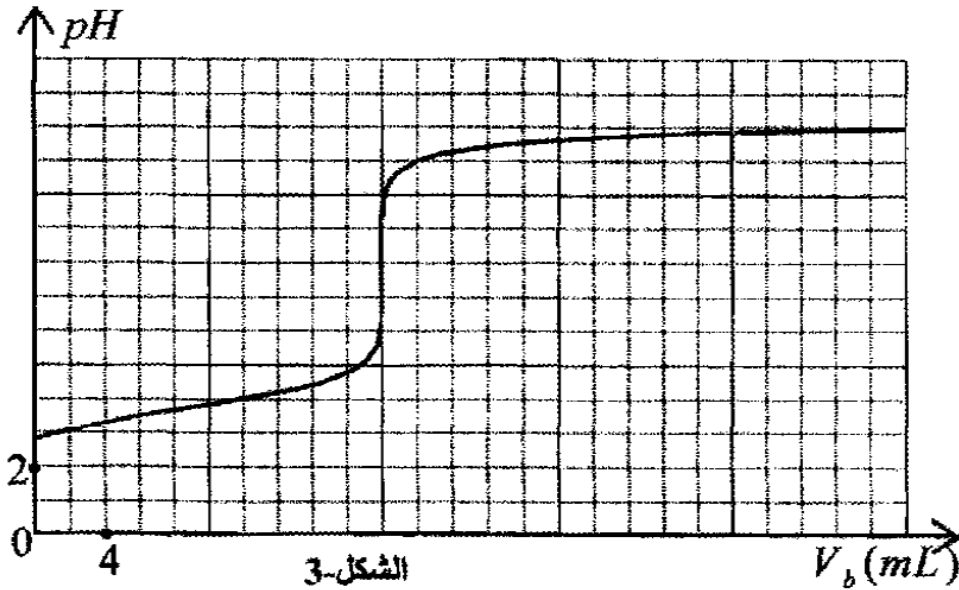
ج/ استنتج ثابت الحموضة K_a للثنائية $(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-)$.

التمرين (6) : (بكالوريا 2010 - علوم تجريبية)

المحاليل المائية مأخوذة في الدرجة 25°C .

لأجل تعيين قيمة التركيز المولي لمحلول مائي (S_0) لحمض الميثانويك $\text{HCOOH}_{(\text{aq})}$ نحقق التجريبتين التاليتين :
التجربة الأولى : نأخذ حجما V_0 من المحلول (S_0) و نمده 10 مرات (أي إضافة 180 mL من الماء المقطر) لنحصل على محلول (S_1) .

التجربة الثانية : نأخذ حجما $V_1 = 20 \text{ mL}$ من المحلول الممدد (S_1) و نعايره بمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $(\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})})$ تركيزه المولي $C_b = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}$.
أعطت نتائج المعايرة البيان (الشكل-3) .

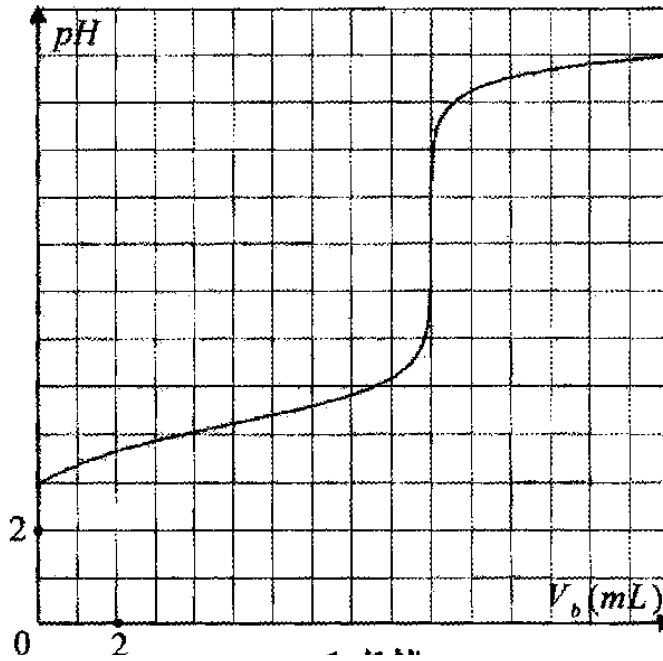


- 1- اشرح باختصار كيفية تمديد المحلول (S_0) و ما هي الزجاجيات الضرورية لذلك ؟
- 2- أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي الحادث أثناء المعايرة .
- 3- عين بيانيا إحداثي نقطة التكافؤ ، و استنتج التركيز المولي للمحلول الممدد (S_1) .
- 4- أوجد بالاعتماد على البيان القيمة التقريبية لثابت الحموضة K_a للثنائية $(\text{HCOOH}_{(\text{aq})}/\text{HCOO}^-_{(\text{aq})})$.
- 5- استنتج قيمة التركيز المولي للمحلول الأصلي (S_0) .

التمرين (7) : (بكالوريا 2010 - علوم تجريبية)

يتكون مشروب غازي من غاز ثنائي أكسيد الكربون CO_2 منحل في الماء و السكر و حمض البنزويك ذو الصيغة $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$. يريد أحد التلاميذ إجراء عملية معايرة لمعرفة التركيز المولي C_a للحمض في هذا المشروب ، و لأجل ذلك يأخذ منه حجما قدره $V_a = 50 \text{ mL}$ بعد إزالة غاز CO_2 عن طريق رجه جيدا و يضعه في بيشر ثم يعايره بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم $(\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})})$ ذي التركيز المولي $C_b = 1.0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

1- من أجل كل حجم V_b لهيدروكسيد الصوديوم المضاف يسجل التلميذ في كل مرة pH المحلول عند الدرجة 25°C باستعمال مقياس الـ pH متر فتمكن من رسم المنحنى البياني $\text{pH} = f(V_b)$ (الشكل).



باعتبار حمض البنزويك الحمض الوحيد في المشروب الغازي .
أ- أكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل المنذج للتحويل الكيميائي الحاصل خلال المعايرة .
ب- حدد بيانيا إحدائي نقطة التكافؤ E .

ج- استنتج التركيز المولي C_a لحمض البنزويك .
2- من أجل حجم $V_b = 10.0 \text{ mL}$ لهيدروكسيد الصوديوم المضاف :

أ- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل .
ب- أوجد كمية مادة كل من شوارد الهيدرونيوم $(\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})})$ و جزيئات البنزويك المتبقية في الوسط التفاعلي مستعينا بجدول التقدم .
3- ما هو الكاشف المناسب لمعرفة نقطة التكافؤ من بين اللكواشف المذكورة في الجدول أدناه مع التعليل .

اسم الكاشف	pH مجال التغير اللوني
أحمر الميثيل	4,2 - 6,2
أزرق البروموتيمول	6,0 - 7,6
الفينول فتالين	8,0 - 10,0

التمرين (8) : (بكالوريا 2010 - رياضيات)

- نحضر محلول (S) لحمض الإيثانويك (CH_3COOH) لهذا الغرض ندخل كتلة m في حجم قدره 100 mL من الماء المقطر . نقيس pH المحلول (S) بواسطة مقياس الـ pH متر عند الدرجة 25°C فكانت قيمته 3.4 .
- 1- أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي الحادث .
 - 2- أ/ أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي .
ب/ أوجد قيمة التقدم النهائي x_f .
ج/ إذا علمت أن نسبة التقدم النهائي $\tau_f = 0.039$ بين أن قيمة التركيز المولي $C = 10^{-2} \text{ mol/L}$ ثم استنتج m قيمة الكتلة المنحلة في المحلول (S) .
 - 3- أحسب كسر التفاعل الابتدائي Q_{ri} و كسر التفاعل عند التوازن Q_{rf} . ما هي جهة تطور الجملة الكيميائية ؟
 - 4- بهدف التأكد من قيمة التركيز المولي C للمحلول (S) ، نعاير حجما $V_a = 10 \text{ mL}$ منه بواسطة محلول أساسي لهيدروكسيد الصوديوم ($\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$) تركيزه المولي $C_b = 4.0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ فيحدث التكافؤ عند إضافة حجم $V_{bE} = 25 \text{ mL}$ من المحلول الأساسي .
أ/ أذكر البروتوكول التجريبي لهذه المعايرة .
ب/ أكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحويل .
ج/ أحسب قيمة التركيز المولي C للمحلول (S) . قارنها مع القيمة المعطاة سابقا .
د/ ما هي قيمة pH المزيج لحظة إضافة 12.5 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم ؟
يعطى : $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$ ، $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$ ، $M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$
 $\text{pKa}(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4.8$

التمرين (9) : (بكالوريا 2011 - علوم تجريبية)

- انحلال حمض الإيثانويك CH_3COOH في الماء هو تحول كيميائي ينمذج بالتفاعل ذي المعادلة التالية :
- $$\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} = \text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$$
- نقيس في الدرجة 25°C الناقلية النوعية للمحلول الذي تركيزه المولي الابتدائي $C_0 = 1.0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ فنجدها $\sigma = 1.6 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$.
- 1- حدد الثنائيات (أساس/حمض) المشاركة في هذا التحويل .
 - 2- أكتب عبارة ثابت التوازن الكيميائي K بدلالة C_0 و $[\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}]_{eq}$.
 - 3- يعطى الشكل العام لعبارة الناقلية النوعية في كل لحظة بدلالة التركيز المولي و الناقلات النوعية المولية الشاردية لمختلف الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول بالصيغة $\sigma = \sum_{i=1}^{i=n} \lambda_i [x_i]$.
اكتب العبارة الحرفية للناقلية النوعية σ للمحلول السابق ، (يهمل التفكك الذاتي للماء) .
 - 4- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الحادث .
 - 5- أ- احسب التراكيز المولية لمختلف الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول عند توازن الجملة الكيميائية .
ب- احسب ثابت التوازن الكيميائي K .
ج- عين النسبة النهائية للتقدم τ_f . ماذا تستنتج ؟

المعطيات :

$$\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35.9 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1} ; \quad \lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4.10 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$$

التمرين (1) : (بكالوريا 2011 - رياضيات)

محلول مائي لحمض الإيثانويك CH_3COOH ، حجمه V_0 و تركيزه المولي $C_0 = 1.0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

- 1- أكتب معادلة التفاعل النمذجة لانهلال حمض الإيثانويك في الماء .
- 2- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل . نرمز ب $x_{\text{éq}}$ إلى تقدم التفاعل عن التوازن .
- 3- أكتب عبارة كل من :

أ- نسبة التقدم النهائي τ_f بدلالة C_0 و $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_f$.

ب- كسر التفاعل عند التوازن ، و بين أنه يمكن كتابته على الشكل : $Q_{r \text{ éq}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}^2}{C_0 - [\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}}$.

ج- الناقلية النوعية $\sigma_{\text{éq}}$ عند التوازن بدلالة $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+)$ ، $\lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ و $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}$ ، نهمل $[\text{HO}^-_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}$ أمام $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}$.

4- باستخدام العلاقات المستنتجة سابقا ، أكمل الجدول الموالي :

المحلول	$C \text{ (mol.L}^{-1}\text{)}$	$\sigma_{\text{éq}} \text{ (S.m}^{-1}\text{)}$	$[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_{\text{éq}} \text{ (mol.L}^{-1}\text{)}$	$\tau_f \text{ (\%)}$	$Q_{e \text{ éq}}$
S_0	$1.0 \cdot 10^{-2}$	0.016			
S_1	$5.0 \cdot 10^{-2}$	0.036			

علما أن : $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35.0 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ و $\lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 3.6 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$

ب- استنتج تأثير التركيز المولي للمحلول على كل من :

- نسبة التقدم النهائي τ_f .
- كسر التفاعل عند التوازن $Q_{r \text{ éq}}$.

التمرين (10) : (بكالوريا 2011 - رياضيات)

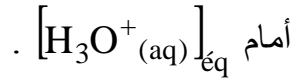
محلول مائي لحمض الإيثانويك CH_3COOH ، حجمه V_0 و تركيزه المولي $C_0 = 1.0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

- 1- أكتب معادلة التفاعل النمذجة لانهلال حمض الإيثانويك في الماء .
- 2- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل . نرمز ب $x_{\text{éq}}$ إلى تقدم التفاعل عن التوازن .
- 3- أكتب عبارة كل من :

أ- نسبة التقدم النهائي τ_f بدلالة C_0 و $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_f$.

ب- كسر التفاعل عند التوازن ، و بين أنه يمكن كتابته على الشكل : $Q_{r \text{ éq}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}^2}{C_0 - [\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}}$.

ج- الناقلية النوعية $\sigma_{\text{éq}}$ عند التوازن بدلالة $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+)$ ، $\lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ و $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}$ ، نهمل $[\text{HO}^-_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}$



4- باستخدام العلاقات المستنتجة سابقا ، أكمل الجدول الموالي :

المحلول	C (mol.L ⁻¹)	σ_{eq} (S.m ⁻¹)	$[H_3O^+]_{\text{eq}}$ (mol.L ⁻¹)	τ_f (%)	Q_e eq
S ₀	1.0 . 10 ⁻²	0.016			
S ₁	5.0 . 10 ⁻²	0.036			

علما أن : $\lambda(H_3O^+) = 35.0 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ و $\lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 3.6 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$

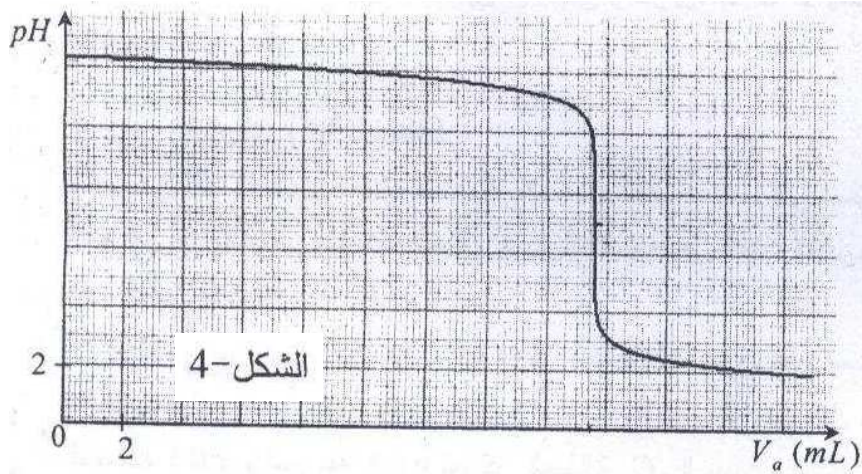
ب- استنتج تأثير التركيز المولي للمحلول على كل من :

- نسبة التقدم النهائي τ_f .
- كسر التفاعل عند التوازن Q_r eq .

التمرين (11) : (بكالوريا 2011 - رياضيات)

عينة مخبرية S₀ لمحلول هيدروكسيد الصوديوم تحمل المعلومات التالية : 27% و d = 1.3

- أ- بين بالحساب أن التركيز المولي للمحلول يقارب $C_0 = 8.8 \text{ mol.L}^{-1}$.
- ب- ما هو حجم محلول حمض كلور الهيدروجين الذي تركيزه المولي $C_a = 0.10 \text{ mol.L}^{-1}$ اللازم لمعايرة $V_0 = 10 \text{ mL}$ من العينة المخبرية .
- ج- هل يمكن تحقيق هذه المعايرة بسهولة ؟ علل .
- 2- نحضر محلولاً S بتمديد العينة المخبرية 50 مرة . صف البروتوكول التجريبي الذي يسمح بتحضير 500 mL من المحلول S .



3- نأخذ بواسطة ماصة حجما $V_b = 10.0 \text{ mL}$ من المحلول S ، نضع مسبار جهاز الـ pH- متر في البيشر و نضيف إليه كمية مناسبة من الماء المقطر تجعل المسبار مغمورا بشكل ملائم . نقيس قيمة الـ pH ، بعدها نسكب بواسطة سحاحة حجما من المحلول الحمضي ثم نعيد قياس الـ pH .

نكرر العملية ، مما يسمح لنا برسم المنحنى البياني (الشكل-4) .

أ- كيف نضع مسبار الـ pH- متر حتى يكون مغمورا بشكل ملائم ؟ لماذا ؟

ب- أكتب المعادلة المنمذجة للتحويل الحادث أثناء المعايرة .

ج- عين الإحداثيين (V_{aE}, pH_E) لنقطة التكافؤ E مع ذكر الطريقة المتبعة .

د- استنتج التركيز المولي للعينة المخبرية .

$$M(\text{Na}) = 23 \text{ g.mol}^{-1} ; M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1} ; M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$$

التمرين (12): (بكالوريا 2012 - علوم تجريبية)

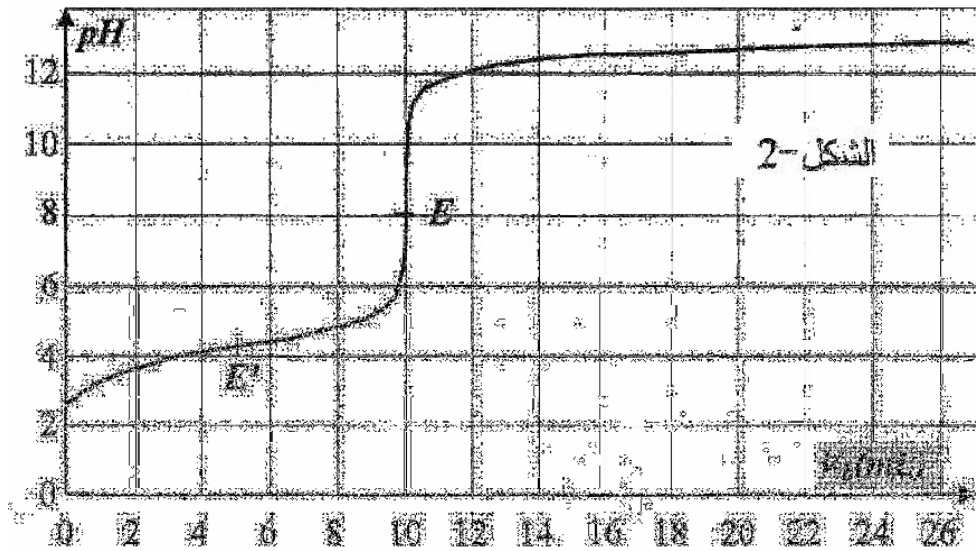
تؤخذ كل المحاليل في 25°C .

نحضر محلولاً S حجمه 500 mL بحل كتلة m من حمض البنزويك النقي $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ في الماء .

1- اكتب معادلة انحلال حمض البنزويك في الماء .

2- أعط عبارة ثابت الحموضة K_a للثنائية أساس/حمض .

3- نعاير حجماً $V_a = 20 \text{ mL}$ من محلول حمض البنزويك بمحلول هيدروكسيد الصوديوم $(\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})})$ تركيزه المولي $C_b = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$. المنحنى البياني (الشكل-2) يعطي تطور pH المزيج بدلالة حجم الصود المضاف V_b :



أ- اكتب معادلة تفاعل المعايرة .

ب- عين إحداثيات النقطتين E و E' من (الشكل-2) . ما مدلولهما الكيميائي .

ج- جد التركيز المولي C_a لحمض البنزويك .

د- احسب الكتلة m لحمض البنزويك النقي المستعملة لتحضير المحلول S .

هـ- جد قيمة K_a للثنائية $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}_{(\text{aq})}/\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$.

و- ما النوع الكيميائي الذي يشكل الصفة الغالبة في المزيج التفاعلي عند $\text{pH} = 6.0$ ؟

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

التمرين (1): (بكالوريا 2012 - رياضيات)

تؤخذ كل المحاليل في 25°C .

الإيبوبروفين حمض كربوكسيلي صيغته الجزيئية الإجمالية $\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2$ ، دواء يعتبر من المضادات الالتهابات ، شبيهه بالأسبرين ، مسكن للألام و مخفض للحرارة . تباع مستحضرات الإيبوبروفين في الصيدليات على شكل مسحوق في أكياس تحمل المقدار 200 mg يذوب في الماء . في كل هذا النشاط نرمز لحمض الإيبوبروفين بـ RCOOH ولأساسه المرافق بـ RCOO^- . $M(\text{RCOOH}) = 206 \text{ g.mol}^{-1}$.

أولاً: نذيب محتوى كيس الإيبوبروفين 200 mg من الحمض في بيشر به ماء فنحصل على محلول مائي S_0 تركيزه

المولي C_0 و حجمه $V_0 = 500 \text{ mL}$.

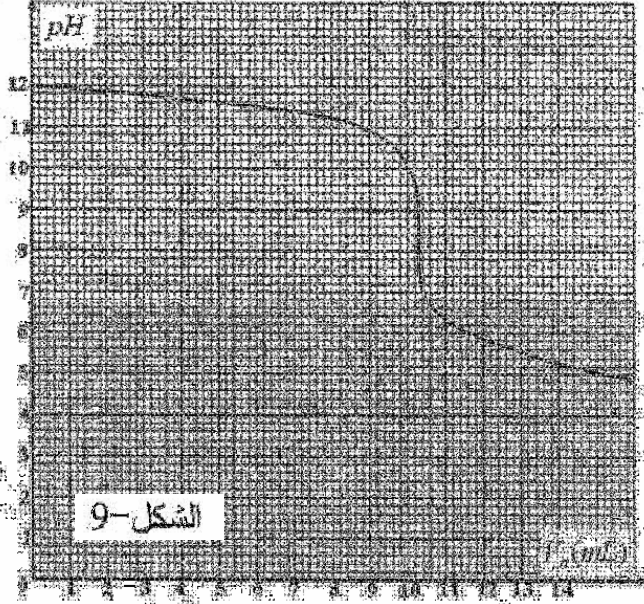
1- نأكد من أن : $C_0 = 0.002 \text{ mol.L}^{-1}$.

2- أعطى قياس pH المحلول S_0 القيمة $\text{pH} = 3.5$.

- أ- تحقق باستعانتك بجدول التقدم أن تفاعل حمض الإيبوبروفين مع الماء محدود .
ب- اكتب عبارة كسر التفاعل Q_r لهذا التحول .

ج- بين أن عبارة Q_r عند التوازن تكتب على الشكل : $Q_{r\text{éq}} = \frac{X_{\text{max}} \cdot \tau_f}{V_0 (1 - \tau_f)}$

- حيث τ_f : نسبة التقدم النهائي للتفاعل و X_{max} : التقدم الأعظمي و يعبر عنه بـ mol .
د- استنتج قيمة ثابت التوازن K .



ثانيا : للتحقق من صحة المقدار المسجل على الكيس ، نأخذ حجما $V_b = 100.0 \text{ mL}$ من محلول مائي S_b لهيدروكسيد الصوديوم $(\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})})$ تركيزه المولي $C_b = 2.0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ و نذيب فيه كليا محتوى الكيس فنحصل على محلول مائي S (نعتبر أن حجم المحلول S هو (V_b) . نأخذ 20 mL من المحلول S و نضعه في يشر و نعايره بمحلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي $C_a = 2.0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ فنحصل على المنحنى البياني (الشكل-9) ، معادلة تفاعل المعايرة هي :



- 1- ارسم بشكل تخطيطي عملية المعايرة .
- 2- عرف نقطة التكافؤ ، ثم حدد إحداثيتي هذه النقطة E .
- 3- جد كمية المادة لشوارد $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$ التي تمت معايرتها .
- 4- جد كمية المادة الأصلية لشوارد $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$ ، ثم استنتج تلك التي تفاعلت مع الحمض RCOOH المتواجد في الكيس .
- 5- احسب m كتلة حمض الإيبوبروفين المتواجدة في الكيس ، ماذا تستنتج ؟

التمرين (1) : (بكالوريا 2012 - رياضيات)

- 1- نحضر محلولاً مائياً S_1 حجمه $V = 200 \text{ mL}$ لحمض البنزويك $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ بتركيز مولي $C_1 = 1.00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ، ثم نقيس pH هذا المحلول فنجد $\text{pH}_1 = 3.1$.
أ- اكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء .
ب- أنشئ جدولاً لتقدم التفاعل .
ج- احسب نسبة التقدم النهائي τ_{1f} لهذا التفاعل . ماذا تستنتج ؟
د- اكتب عبارة ثابت الحموضة K_{a1} للثنائية $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}_{(\text{aq})}/\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-_{(\text{aq})}$.
هـ- أثبت أن : K_{a1} يعطى بالعلاقة : $K_{a1} = C_1 \frac{\tau_{1f}^2}{1 - \tau_{1f}}$ ، ثم احسب قيمته .
- 2- نأخذ حجماً 20 mL من المحلول S_1 و نمده 10 مرات بالماء فنحصل على محلول S_1' لحمض البنزويك بتركيز مولي $C_1' = 1.00 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ ، ثم نقيس pH هذا المحلول فنجد $\text{pH}_1' = 3.6$.
أ- أثبت أن : $C_1' = 1.00 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.
ب- احسب القيمة الجديدة لنسبة التقدم النهائي τ_{2f} لتفاعل حمض البنزويك مع الماء .
ج- ما هو تأثير تخفيف المحاليل على نسبة التقدم النهائي ؟