التمرين 01: BAC 2008 (ت.ر)

نعتبر محلولا مائيا لحمض الإيثانويك حجمه $V = 100mL$ وتركيزه المولي $C = 1,0 \times 10^{-2} mol/L$.

نقيس الناقلية G لهذا المحلول في الدرجة $25°C$ بجهاز الناقلية، ثابت خليته $k = 1,2 \times 10^{-2} m$، فكانت النتيجة $G = 1,92 \times 10^{-4} S$.

1ـ احسب كتلة الحمض النقي المنحلة في الحجم V من المحلول.

2ـ اكتب معادلة التفاعل المنمذج لانحلال حمض الإيثانويك في الماء.

3ـ أنشئ جدولا لتقدم التفاعل. عرّف التقدم الأعظمي x_{max} وعبر عنه بدلالة التركيز C للمحلول وحجمه V.

4ـ أ/ أعط عبارة الناقلية النوعية σ للمحلول:

ـ بدلالة الناقلية G للمحلول والثابت k للخلية.

ـ بدلالة التركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم، $[H_3O^+]$، والناقلية المولية الشاردية $\lambda_{H_3O^+}$ والناقلية المولية الشاردية $\lambda_{CH_3COO^-}$ (نهمل التشرد الذاتي للماء).

ب/ استنتج عبارة $[H_3O^+]_f$ في الحالة النهائية (حالة التوازن) بدلالة G ، k ، $\lambda_{H_3O^+}$ ، $\lambda_{CH_3COO^-}$.احسب قيمته.

جـ/ استنتج قيمة pH المحلول.

5/ أوجد عبارة كسر التفاعل Q_{rf} في الحالة النهائية (حالة التوازن) بدلالة $[H_3O^+]_f$ والتركيز C للمحلول .ماذا يمثل Q_{rf} في هذه الحالة؟

6/ احسب pKa للثنائية (CH_3COOH / CH_3COO^-).

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

$Ke = 10^{-14}$ ، $\lambda_{CH_3COO^-} = 4,1mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{H_3O^+} = 35mS.m^2.mol^{-1}$

التمرين 02: BAC 2008 (ت.ر)

I ـ نأخذ محلولا مائيا (S_1) لحمض البنزويك $C_6H_5 - COOH$ تركيزه المولي $C_1 = 1,0 \times 10^{-2} mol/L$.

نقيس عند التوازن في الدرجة $25°C$ ناقليته النوعية فنجدها $\sigma = 0,86 \times 10^{-2} S/m$.

1) أكتب معادلة التحول المنمذج لتحول حمض البنزويك في الماء.

2) أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

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

تعطى الناقلية المولية للشوارد: $\lambda(C_6H_5 - COO^-) = 3,24 \times 10^{-3} S.m^2/mol$ ، $\lambda(H_3O^+) = 35 \times 10^{-3} S.m^2/mol$.

(نهمل تشرد الماء)

4) أوجد النسبة النهائية τ_{1f} لتقدم التفاعل.ماذا تستنتج؟

5) أحسب ثابت الوازن الكيميائي K_1.

II ـ نعتبر محلولا مائيا S_2 لحمض الساليسليك الذي يمكن إن نرمز له HA ، تركيزه المولي $C_2 = C_1$ وله $pH = 3,2$ في الدرجة $25°C$.

1) أوجد النسبة النهائية τ_{2f} لتقدم تفاعل حمض الساليسليك مع الماء.

قارن بين τ_{1f} و τ_{2f} .استنتج أي الحمضين أقوى.

التمرين 03: BAC 2008 (ع ت)

I ـ ننمذج التحول الكيميائي المحدود لحمض الايثانويك (حمض الخل) مع الماء بتفاعل كيميائي معادلته :

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \quad = \quad CH_3COO^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

1 ـ أعط تعريفا للحمض وفق نظرية برونشتد .

2 ـ أكتب الثنائيتين (أساس / حمض) الداخلتين في التفاعل الحاصل .

3 ـ أكتب عبارة ثابت التوازن (K) الموافق للتفاعل الكيميائي السابق .

II ـ نحضر محلولا مائيا لحمض الايثانويك حجمه $V = 100mL$ ، و تركيزه المولي $C = 2,7\times10^{-3} mol/L$
وقيمة الـ pH له في الدرجة $25°C$ تساوي 3,7.

1 ـ استنتج التركيز المولي النهائي لشوارد الهيدرونيوم في محلول حمض الايثانويك .

2 ـ انشئ جدولا لتقدم التفاعل ، ثم أحسب كلا من التقدم النهائي x_f و التقدم الأعظمي x_{max} .

3 ـ أحسب قيمة النسبة النهائية (τ_f) لتقدم التفاعل . ماذا تستنتج ؟

4 ـ أحسب : أ ـ التركيز المولي النهائي لكل من (CH_3COO^-) و (CH_3COOH) .

ب ـ قيمة pKa للثنائية (CH_3COOH / CH_3COO^-) ، واستنتج النوع الكيميائي المتغلب في المحلول الحمضي . برر إجابتك .

التمرين 04: BAC 2008 (ع ت)

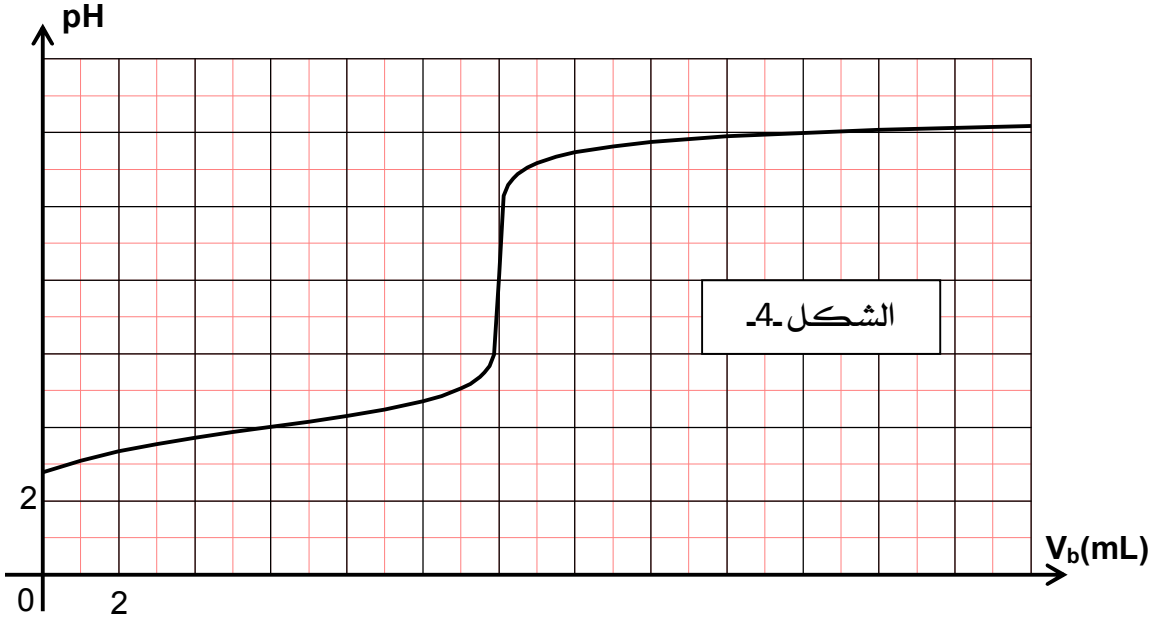
يحتوي الحليب على حمض اللاكتيك (حمض اللبن) الذي تزداد كميته عندما لا تحترم شروط الحفظ ، و يكون الحليب غير صالح للاستهلاك إذا زاد تركيز حمض اللاكتيك فيه عن $2,4\times10^{-2} mol/L$.

الصيغة الكيميائية لحمض اللاكتيك هي $(CH_3-CHOH-COOH)$ و نرمز لها اختصارا (HA) .

أثناء حصة الأعمال التطبيقية، طلب الأستاذ من تلميذين تحقيق معايرة عينة من حليب قصد معرفة مدى صلاحيته.

التجربة الأولى:

أخذ التلميذ الأول حجما $V_A = 20mL$ من الحليب و عايره بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (محلول الصود) تركيزه المولي $C_B = 5\times10^{-2} mol/L$ متتبعا تغيرات pH المزيج بواسطة $pH-$ متر ، فتحصل على المنحنى الممثل في الشكل ـ4ـ



الشكل ـ4ـ

التجربة الثانية :

أخذ التلميذ الثاني حجما $V_A = 20mL$ من الحليب و مدده بالماء المقطر إلى أن أصبح حجمه $200\ mL$ ثم عاير المحلول الناتج بمحلول الصود السابق مستعملا كاشفا ملونا ، فلاحظ أن لون الكاشف يتغير عند إضافة حجم من الصود قدره $V_B = 12,9mL$.

1 ـ أكتب معادلة التفاعل المنمذج لعملية المعايرة .

2 ـ ضع رسما تخطيطيا للتجربة الأولى .

3 ـ لماذا أضاف التلميذ الماء في التجربة الثانية ؟ هل يؤثر ذلك على نقطة التكافؤ ؟

4 ـ عين التركيز المولي لحمض اللاكتيك في الحليب المعاير في كل تجربة .ماذا تستنتج عن صلاحية الحليب المعاير للاستهلاك ؟

5 ـ برأيك، أي تجربة أكثر دقة ؟

التمرين 05: BAC 2009 (ع ت)

محلول مائي لحمض الايثانويك CH_3COOH تركيزه C مقدرا بالوحدة $(mol.L^{-1})$.

1ـ اكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج للتحول الكيميائي الحاصل بين حمض الايثانويك والماء.

2ـ انشئ جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي السابق.

3ـ أوجد عبارة $[H_3O^+]$ بدلالة C ، τ (نسبة تقدم التفاعل).

4ـ بين انه يمكن كتابة عبارة ثابت الحموضة (k_a) للثنائية (CH_3COOH / CH_3COO^-) على الشكل:

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

نحدد قيمة τ للتحول من أجل تراكيز مولية مختلفة (C) وندون النتائج في الجدول أدناه:

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

أـ أكمل الجدول السابق.

بـ مثل البيان $A = f(B)$.

جـ استنتج ثابت الحموضة k_a للثنائية (CH_3COOH / CH_3COO^-).

التمرين 06: BAC 2010 (ت.ر)

نحضر محلولا (S) لحمض الإيثانويك (CH_3COOH) لهذا الغرض نحل كتلة m في حجم قدره $100mL$ من الماء المقطر. نقيس pH المحلول (S) بواسطة مقياس الـ pH متر عند الدرجة $25°C$ فكانت قيمته 3,4.

1ـ اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث.

2ـ أ/ أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي.

ب/ اوجد قيمة التقدم النهائي x_f .

جـ/ إذا علمت أن نسبة التقدم النهائي $\tau_f = 0,039$ ، بين أن قيمة التركيز المولي $C = 10^{-2} mol.L^{-1}$ ثم استنتج m قيمة الكتلة المنحلة في المحلول (S).

3ـ احسب كسر التفاعل الإبتدائي Q_{r_i} وكسر التفاعل عند التوازن Q_{r_f} .ماهي جهة تطور الجملة الكيميائية؟

4ـ بهدف التأكد من قيمة التركيز المولي C للمحلول (S)، نعاير حجما $V_a = 10mL$ منه بواسطة محلول أساسي لهيدروكسيد الصوديوم $((Na^+(aq) + HO^-(aq))$ تركيزه المولي $C_b = 4 \times 10^{-3} molL^{-1}$ فيحدث التكافؤ عند إضافة حجم $V_{bE} = 25mL$ من المحلول الأساسي.

أ/ اذكر البروتوكول التجريبي لهذه المعايرة.

ب/ اكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول.

جـ/ احسب قيمة التركيز المولي C للمحلول (S) .قارنها مع القيمة المعطاة سابقا.

د/ ماهي قيمة pH المزيج لحظة إضافة $12,5mL$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم؟

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

$$pKa(CH_3COOH / CH_3COO^-) = 4,8$$

التمرين 07: BAC 2010 (ت.ر)

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

1ـأ احسب التركيز المولي C_1 للمحلول (S_1)، علما ان الحجم المولي في شروط التجربة $V_M\ 24L.mol^{-1}$.

بـ اكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحاصل.

2ـ إن قياس pH المحلول (S_1)، في الدرجة $25°C$ أعطي القيمة 11,1.

أ ـ أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

بـ احسب نسبة التقدم النهائي τ_{1_f}. ماذا تستنتج؟

3ـ كلف الأستاذ في حصة الأعمال المخبرية فوج من التلاميذ بتحضير محلولا (S_2) حجمه $V = 50mL$ وتركيزه المولي $C_2 = 0,02mol.L^{-1}$ انطلاقا من المحلول (S_1).

أ ـ ماهي الخطوات العملية المتبعة لتحضير المحلول (S_2)؟

بـ إن قيمة pH المحلول (S_2) المحضر تساوي 10,8. احسب قيمة نسبة التقدم النهائي τ_{2_f} للتفاعل.

جـ ما تأثير الحالة الابتدائية للجملة على نسبة التقدم النهائي للتفاعل؟

4ـ احسب قيمة ثابت الحموضة K_a للثنائية $(NH_4^+(aq)/NH_3(aq))$.

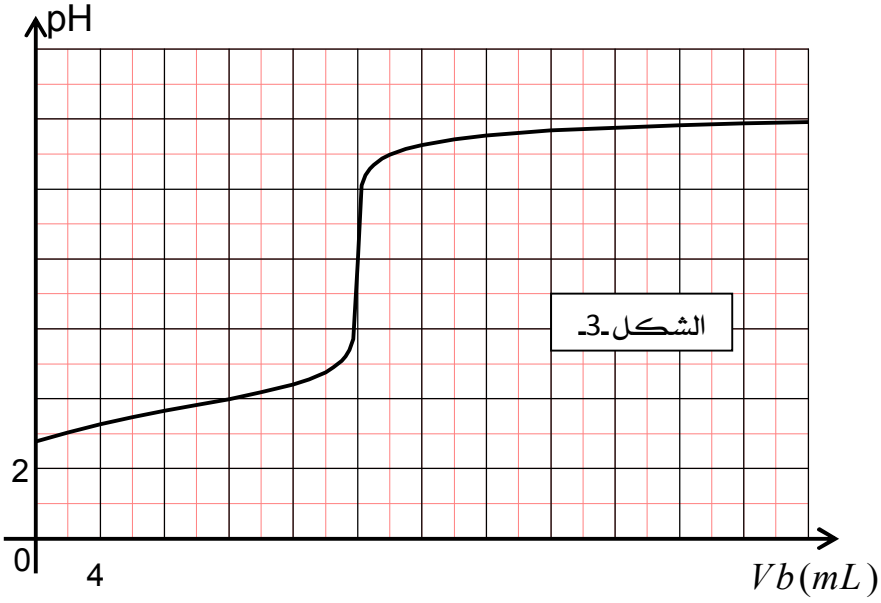
التمرين 08: BAC 2010 (ع ت)

المحاليل مأخوذة في الدرجة 25°C.

لأجل تعيين قيمة التركيز المولي لمحلول مائي (S_0) لحمض الميثانويك $HCOOH(aq)$ نحقق التجربتين التاليتين:

التجربة الأولى: نأخذ حجما $V_0 = 20mL$ من المحلول (S_0)، ونمدده 10 مرات (أي اضافة $180mL$ من الماء المقطر) لنحصل على محلول (S_1).

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



الشكل-3-

1ـ اشرح باختصار كيفية تمديد المحلول (S_0) وماهي الزجاجيات الضرورية لذلك؟

2ـ اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث أثناء المعايرة.

3ـ عين بيانيا احداثيي نقطة التكافؤ، واستنتج التركيز المولي للمحلول الممدد (S_1).

4ـ اوجد بالاعتماد على البيان القيمة التقريبية لثابت الحموضة K_A للثنائية: $(HCOOH_{(aq)}/HCOO^-_{(aq)})$ 5ـ استنتج قيمة التركيز المولي للمحلول الأصلي (S_0).

التمرين 09: BAC 2010 (ع ت)

يتكون مشروب غازي من غاز ثنائي أكيسد الكربون CO_2 منحل في الماء والسكر وحمض البنزويك ذو الصيغة C_6H_5COOH. يريد أحد التلاميذ إجراء عملية معايرة لمعرفة التركيز المولي C_a للحمض في هذا المشروب، ولأجل ذلك يأخذ منه حجما قدره $V_a = 50mL$ بعد إزالة غاز CO_2 عن طريق رجه جيدا ويضعه في بيشر ثم يعايره بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)})$ ذي التركيز المولي $C_b = 0,1mol.L^{-1}$.

1ـ من اجل كل حجم V_b لهيدروكسيد الصوديوم المضاف يسجل التلميذ في كل مرة قيمة pH المحلول عند الدرجة 25°C باستعمال مقياس الـ pH ـ متر فتمكن من رسم المنحنى البياني $pH = f(V_b)$ (الشكل-01-).

باعتبار حمض البنزويك الحمض الوحيد في المشروب الغازي.

أ ـ اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحاصل خلال المعايرة.

ب ـ حدد بيانيا إحداثيي نقطة التكافؤ E .

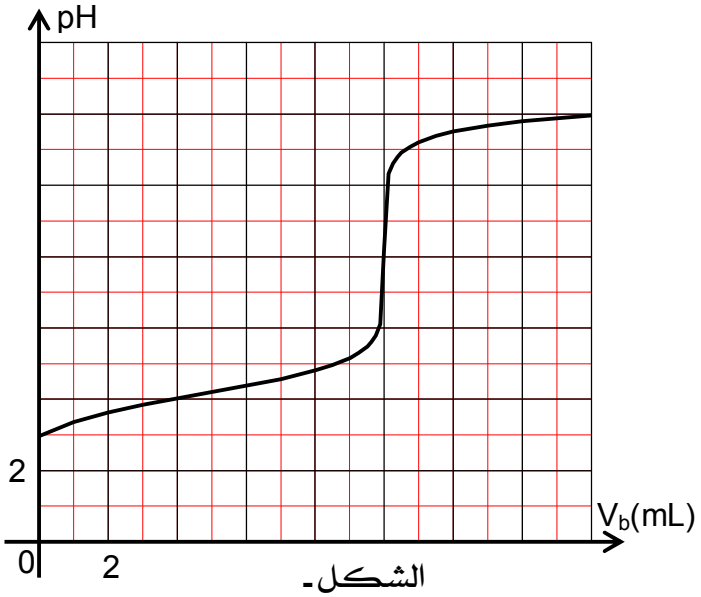
جـ ـ استنتج التركيز المولي C_a لحمض البنزويك.

2ـ من أجل حجم $V_b = 10mL$ لهيدروكسيد الصوديوم المضاف:

أ ـ انشئ جدولا لتقدم التفاعل.

ب ـ أوجد كمية مادة كل من شوارد الهيدرونوم $(H_3O^+(aq))$ وجزيئات حمض البنزويك المتبقية في الوسط التفاعلي ستعينا بجدول التقدم.

3ـ ماهو الكاشف المناسب لمعرفة نقطة التكافؤ من بين الكواشف المذكورة في الجدول أدناه مع التعليل؟



الشكل ـ

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

التمرين 10: BAC 2011 (ع ت)

إنحلال حمض الإيثانويك CH_3COOH في الماء هو تحول كيميائي ينمذج بالتفاعل ذي المعادلة التالية:

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} = CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

نقيس في الدرجة $25^\circ C$ الناقلية النوعية للمحلول الذي تركيزه المولي الإبتدائي : $c_0 = 1,0\times10^{-2} mol.L^{-1}$

فنجدها $\sigma = 1,6\times10^{-2} S.m^{-1}$.

1ـ حدد الثنائيات حمض/ أساس الماشركة في هذا التحول.

2ـ أكتب عبارة ثابت التوازن الكيميائي K بدلالة c_0 و $\left[H_3O^+_{(aq)}\right]$.

3ـ يعطى الشكل العام لعبارة الناقلية النوعية في كل لحظة بدلالة التراكيز المولية و الناقليات النوعية المولية الشاردية لمختلف الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول بالصيغة : $\sigma(t) = \sum_{i=1}^{i=n} \lambda_i \left[x_i\right]$.

أكتب العبارة الحرفية للناقلية النوعية $\sigma(t)$ للمحلول السابق ، (يهمل التفكك الذاتي للماء).

4ـ أنشء جدولا لتقدم التفاعل الحادث.

5ـ أ ـ أحسب التراكيز المولية لمختلف الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول عند توازن الجملة الكيميائية.

ب – أحسب ثابت التوازن الكيميائي K .

جـ ـ عين النسبة النهائية للتقدم τ_f . ماذا تستنتج؟

المعطيات: $\lambda_{H_3O^+} = 35,9\times10^{-3} S.m^2.mol^{-1}; \lambda_{CH_3COO^-} = 4,10\times10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$.

التمرين 11: BAC 2011 (ت ر)

محلول مائي S_0 لحمض الإيثانويك CH_3COOH، حجمه V_0 و تركيزه المولي $c_0 = 1,0\times10^{-2} mol.L^{-1}$.

1ـ أكتب معادلة التفاعل المنمذجة لإ نحلال حمض الإيثانويك في الماء.

2ـ أنشء جدولا لتقدم التفاعل . نرمز بـ x_{eq} إلى تقدم التفاعل عند التوازن.

3ـ أكتب عبارة كل من:

أ ـ نسبة التقدم النهائي τ_f بدلالة c_0 و $\left[H_3O^+_{(aq)}\right]$.

ب – كسر التفاعل عند التوازن، وبين أنه يمكن كتابته على الشكل: $Q_{r,eq}=\dfrac{\left[H_3O^+_{(aq)}\right]^2_{eq}}{c_0-\left[H_3O^+_{(aq)}\right]_{eq}}$

جـ- الناقلية النوعية σ_{eq} عند التوازن بدلالة $\lambda_{H_3O^+},\lambda_{CH_3OO^-}$ و $\left[H_3O^+_{(aq)}\right]_{eq}$. نهمل $\left[OH^-_{(aq)}\right]_{eq}$ أمام $\left[H_3O^+_{(aq)}\right]_{eq}$

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

المحلول	$c\,(mol.L^{-1})$	$\sigma_{eq}\,(S.m^{-1})$	$\left[H_3O^+_{(aq)}\right]_{eq}\,(mol.L^{-1})$	$\tau_f\,(\%)$	$Q_{r,eq}$
S_0	$1,0\times10^{-2}$	0,016			
S_1	$5,0\times10^{-2}$	0,036			

علما أن $\lambda_{H_3O^+}=35,0mS.m^2.mol^{-1};\lambda_{CH_3COO^-}=3,6mS.m^2.mol^{-1}$

بـ إستنتج تأثير التركيز المولي للمحلول على كل من :

- نسبة التقدم النهائي τ_f. - كسر التفاعل عند التوازن $Q_{r,eq}$.

التمرين 12: BAC 2011 (ت ر)

عينة مخبرية S_0 لمحلول هيدروكسيد الصوديوم تحمل المعلومات التالية: 27% و $d=1,3$.

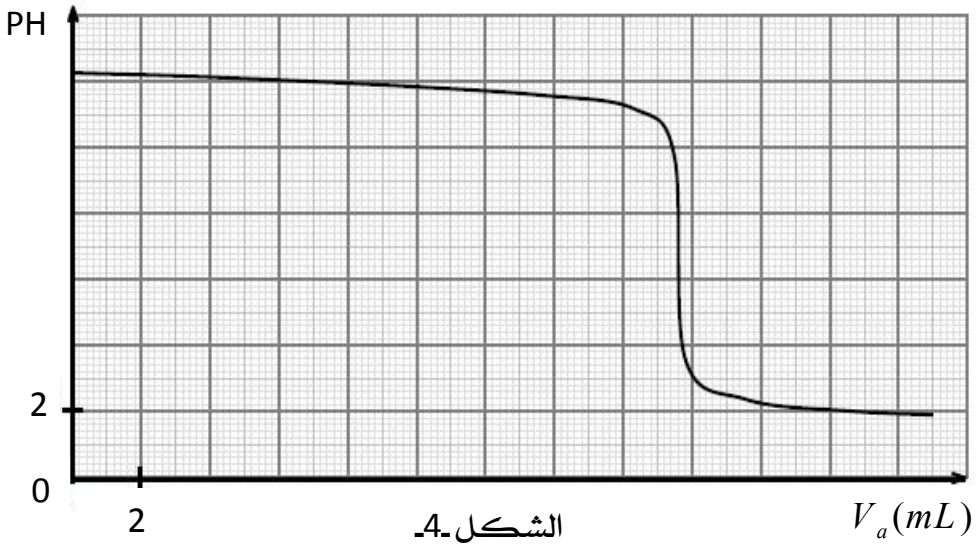
1- أ- بين بالحساب أن التركيز المولي للمحلول يقارب $c_0=8,8mol.L^{-1}$.

بـ ما هو حجم محلول حمض كلور الهيدروجين الذي تركيزه المولي $c_a=0,10mol.L^{-1}$ اللازم لمعارة $V_0=10ml$ من العينة المخبرية؟.

جـ هل يمكن تحقيق هذه المعايرة بسهولة ؟ علل.

2- نحضر محلولا S بتمديد العينة المخبرية 50 مرة. صف البروتوكول التجريبي الذي يسمح بتحضير $500mL$ من المحلول S.

3- نأخذ بواسطة ماصة حجما $V_b=10,0mL$ من المحلول S، نضعها في بيشر، نضع مسبار جهاز الـ PH متر في البيشر و نضيف إليه كمية مناسبة من الماء المقطر تجعل المسبار مغمورا بشكل ملائم. نقيس الـ PH ، بعدها نسكب بواسطة سحاحة حجما من المحلول الحمضي ثم نعيد قياس الـ PH. نكرر العملية مما سمح لنا برسم المنحني البياني (الشكل 4)



الشكل -4-

أ- كيف نضع مسبار الـ PH متر حتى يكون مغمورا بشكل ملائم في البيشر؟ لماذا؟.

بـ أكتب المعادلة المنمذجة للتحول الحادث أثناء المعايرة .

جـ- عين الإحداثيتين (V_{aE},PH_E) لنقطة التكافؤ E مع ذكر الطريقة المتبعة.

د- إستنتج التركيز المولي للعينة المخبرية. $M(Na)=23g.mol^{-1},M(O)=16g.mol^{-1},M(H)=1g.mol^{-1}$