سلسلة دروس و تمارين في مادة العلوم الفيزيائية- ثانية ثانوي

إعداد الأستاذ : فرقاني فارس

تمارين مقترحة-01

04

الشعب : علوم تجريبية
رياضيات ، تقني رياضي

التطورات الرتيبة

تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

****

www.sites.google.com/site/faresfergani

تاريخ آخر تحديث : 2013/11/24

التمرين (1) :

هل التفاعلات التالية تفاعلات حمض أساس ؟ بين الثنائيات (أساس/حمض) الداخلة في التفاعل في حالة الإيجاب :

A) $Cu^{2+}_{(aq)} + 2HO^{-}_{(aq)} = Ca(OH)_{2\,(s)}$

B) $CH_3NH_{2(aq)} + CH_3COOH_{(aql} = CH_3NH_3^{+}{}_{(aq)} + CH_3COO^{-}{}_{(aq)}$

C) $CH_3COOH_{(\ell)} + CH_3OH_{(\ell)} = CH_3COOCH_{3(\ell)} + H_2O_{(aq)}$

D) $HCl_{(g)} + NH_{3(g)} = NH_4^{+}{}_{(aq)} + Cl^{-}{}_{(aq)}$

E) $C_6H_5COOH_{(\ell)} + H_2O_{(\ell)} = C_6H_5COO^{-}{}_{(aq)} + H_3O^{+}{}_{(aq)}$

التمرين (2) :

أكمل الجدول التالي ثم بين كيف يتغير pH محلول عندما يتناقص $[H_3O^+]$:

pH	2		3.4		8		
$[H_3O^+]\ (mol.L^{-1})$		$4 . 10^{-3}$				$1.25 . 10^{-9}$	
$[HO^-]\ (mol.L^{-1})$							$1.25 . 10^{-4}$
الطبيعة				معتدل			

التمرين (3) :

نعتبر محلولا لحمض كلور الإيثانويك $CH_2ClCOOH$ حجمه $V = 20\ mL$ تركيزه $C = 10^{-2}\ mol/L$ و له pH = 2.4 .

1- أكتب معادلة تفاعل الحمض مع الماء .

2- مثل جدول التقدم ثم عين من خلاله التقدم الأعظمي x_{max} لهذا التفاعل .

3- عين التقدم النهائي x_f و النسبة النهائية للتقدم . ماذا تستنتج ؟

التمرين (4) :

نحضر محلولا لحمض الإيثانويك حجمه $V = 1\ L$ و تركيزه المولي $C = 10^{-3} mol/L$. قسنا في نهاية التفاعل الناقلية النوعية لهذا المحلول فوجدنا $\sigma_f = 4.9 . 10^{-3}\ S/m$.

1- أكتب معادلة انحلال حمض الإيثانويك في الماء المقطر .

2- مثل جدول التقدم ثم عين من خلاله التقدم الأعظمي x_{max} لهذا التفاعل .

3- أوجد نسبة التقدم النهائي τ_f . ماذا تستنتج ؟

يعطى : $\lambda(CH_3COO^-) = 4.1 . 10^{-3}\ S.m^2/mol$ ، $\lambda(H_3O^+) = 35 . 10^{-3}\ Sm^2/mol$.

التمرين (5) :

1- نشكل مزيج يتكون من 2 moL من حمض عضوي RCOOH و 2mol من كحول R'OH ثم نوفر الضروف الملائمة لحدوث التفاعل ، ينتج نوع كيميائي عضوي صيغته RCOOR' (أستر) و ماء H_2O وفق المعادلة :

$$RCOOH + R'OH = RCOOR' + H_2O$$

أ- إذا علمت أن هذا التفاعل غير تام (محدود) و أن نسبة التقدم النهائي هي $\tau_f = 0.6$. أوجد التركيب المولي للمزيج عند حدوث التوازن الكيميائي .

ب- أحسب ثابت التوازن الكيميائي K لهذا التفاعل .

2- نشكل مزيج آخر يتكون من 4mol من كحول آخر R''OH و 4mol من الحمض العضوي السابق ثم نوفر الضروف الملائمة لحدوث التفاعل . إذا كان ثابت التوازن الكيميائي للتفاعل في هذه الحالة هو $K = 4$. أوجد مقدار التقدم النهائي x_f .

التمرين (6) :

حضرنا محلول حمض الإيثانويك CH_3COOH تركيزه المولي $C = 10^{-3}\ mol/L$ و حجمه $V = 100\ mL$ وعندما قمنا بقياس pH المحلول الناتج عند الدرجة 25 ^{0} م ، وجدنا $pH = 3.9$.

1- أكتب معادلة الإنحلال حمض الإيثانويك في الماء .

2- أكتب الثنائيتين (أساس/ حمض) الداخلتين في هذا التفاعل .

3- مثل جدول التقدم ثم أحسب نسبة التقدم النهائي τ_f ، ماذا تستنتج ؟

4- أحسب تراكيز الأفراد الكيمائية المتواجدة بالمحلول عند حدوث التوازن الكيميائي .

5- أحسب ثابت الحموضة للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) ثم استنتج قيمة الـ pKa هذه الثنائية .

6- قارن بين الحمضين CH_3COOH ، HCOOH من حيث القوة علما أن قيمة الـ pKa للثنائية ($HCOOH/HCOO^-$) هي $pKa_2 = 3.8$.

التمرين (7) :

المحاليل مأخوذة في الدرجة 25 ^{0} م ، لدينا محلول مائي للنشادر NH_3 تركيزه المولي $C = 10^{-2}\ mol/L$ و ذو $pH = 10.6$.

1- أكتب معادلة تفاعل NH_3 مع الماء .

2- أحسب تراكيز الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول عند حدوث التوازن .

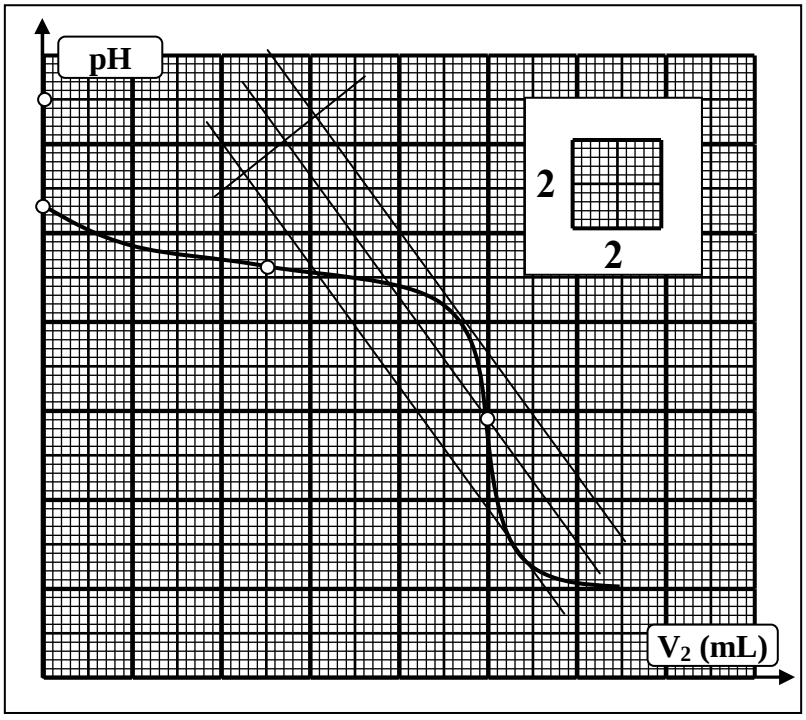
3- أكتب عبارة ثابت الحموضة (Ka) للثنائية (NH_4^+ / NH_3) .

4- أحسب قيمة الـ pKa الموافقة .

5- إذا علمت أن : $Ka(CH_3NH_3^+/CH_3NH_2) = 1.9 \cdot 10^{-11}$ mol/L . قارن بين قوتي الأساسين NH_3 ، CH_3NH_2 . علل إجابتك ؟

التمرين (8):

عند الدرجة 25°C نضع في كأس بيشر محلولا للنشادر حجمه $V_1 = 20$ mL و تركيزه الإبتدائي $C_1 = 0.1$ mol/L ثم نضع في سحاحة مدرجة محلولا لحمض كلور الهيدروجين تركيزه الإبتدائي C_2. نسجل قيمة pH المزيج الإبتدائي ثم نسكب تدريجيا الحمض على الأساس مع الرج المستمر و نقيس pH الوسط التفاعلي المتجانس من أجل كل حجم V_2 مضاف من محلول كلور الهيدروجين .
نسجل النتائج في جدول ، ثم نرسم البيان $pH = f(V_2)$ الذي يعبر عن تغيرات pH الوسط التفاعلي بدلالة حجم الحمض المضاف ، فنحصل على البيان الموضح في الشكل الآتي :



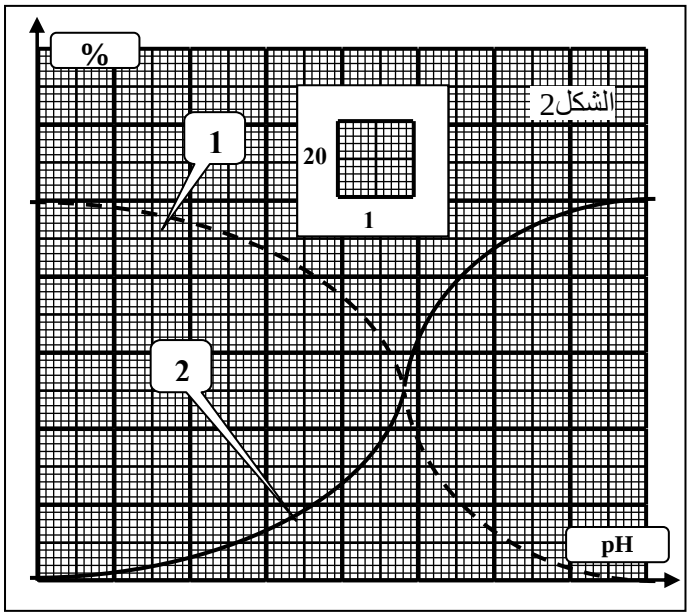
1- معادلة التفاعل المنمذج للمعايرة .
2- أذكر الثنائيات (أساس/حمض) الداخلة في التفاعل .
3- استنتج من البيان إحداثيي كل من نقطة التكافؤ ، و نصف التكافؤ و كذا قيمة pH محلول النشادر قبل المعايرة
4- من النتائج المتحصل عليها :
أ- ما هي طبيعة الوسط التفاعلي عند التكافؤ .
ب- من بين الكواشف التي تضمنها الجدول التالي ما هو أنسب كاشف لهذه المعايرة ؟

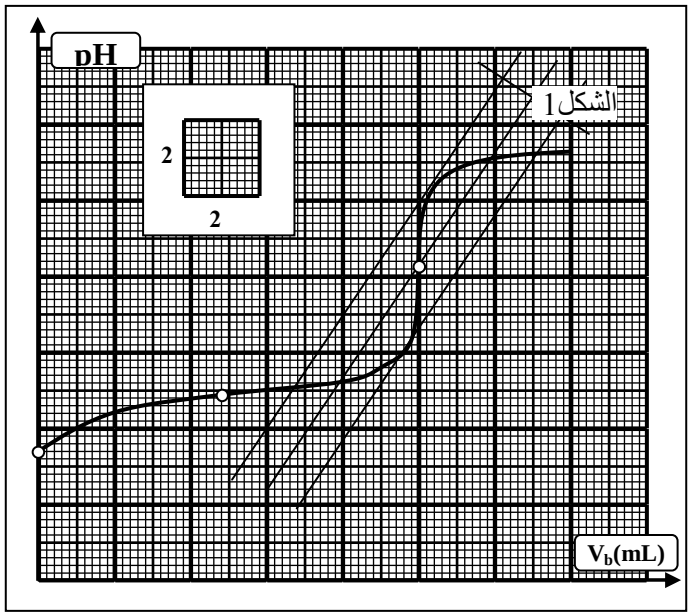
الكاشف	أزرق البروموتيمول	الفينول فتالين	أحمر الميثيل
مجال تغير لونه PH	6.2 – 7.6	8.2 – 9.5	4.2 – 6.0

جـ- أوجد التركيز C_2 .
د- أوجد ثابت الحموضة Ka للثنائية NH_4^+ / NH_3 .

التمرين (9) :

نضع في كأس بيشر $V_a = 10\ mL$ من حمض الإيثانويك تركيزه المولي C_a ، ثم نضيف له تدريجيا بواسطة سحاحة محلول الصود NaOH تركيزه المولي $C_b = 10^{-2}\ mol/L$ ، الدراسة التجريبية لهذه المعايرة أعطت البيانين التاليين :





1- أكتب معادلة التفاعل الحادث أثناء المعايرة مبينا الثنائيات (أساس/حمض) الداخلة في التفاعل .
2- من (الشكل-2) أي المنحنيين (1) ، (2) يعبر عن الصفة الأساسية و أيهما يعبر عن الصفة الحمضية . علل .
3- اعتمادا على الشكلين :

- حدد احداثيتي نقطة التكافؤ (V_b , pH) ، ثم استنتج C_a تركيز المحلول الحمضي .
- استنتج ثابت الحموضة Ka للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) .
- حدد مجال الـ pH الذي فيه يتغلب الحمض CH_3COOH على أساسه المرافق CH_3COO^- .
- استنتج النسبة المئوية للصفة الحمضية و كذا النسبة المئوية للصفة الأساسية عند إضافة $V_b = 6ml$ من الصود .

التمرين (10) :

نحضر محلول لحمض الإيثانويك CH_3COOH تركيزه المولي الابتدائي $C_1 = 2,7 \cdot 10^{-3}\ mol/L$ وحجمه $V_1 = 100ml$ قيمة pH له $pH = 3,7$ عند الدرجة 25^0C .

1- أكتب معادلة انحلال حمض الإيثانويك في الماء .
2- أنشئ جدول تقدم التفاعل .
3- أحسب نسبة التقدم النهائي τ_{f1} . ماذا تستنتج ؟
4- أكتب عبارة ثابت التوازن للتفاعل ثم بين أنه يساوي القيمة: $K_1 = 1,6 \cdot 10^{-5}$
5- نقيس عند الدرجة 25^0C الناقلية النوعية لمحلول آخرلحمض الإيثانويك تركيزه $C_2 = 1,0 \cdot 10^{-1}\ mol/L$ فنجد: $\sigma = 5,00 \cdot 10^{-2} S/m$.

أ- أكتب عبارة $[H_3O^+]_f$ و $[CH_3COO^-]_f$ بدلالة $\lambda(H_3O^+)$ و $\lambda(CH_3COO^-)$ و σ . ثم أحسب قيمتها
ب- بين أن نسبة التقدم النهائي $\tau_{f2}=1.25\%$.

جـ- بين أن ثابت التوازن للتفاعل K_2 يعطى بالعلاقة: $K_2 = \frac{\tau_{f2}^2 C_2}{1-\tau_{f2}}$ ثم أحسب قيمته

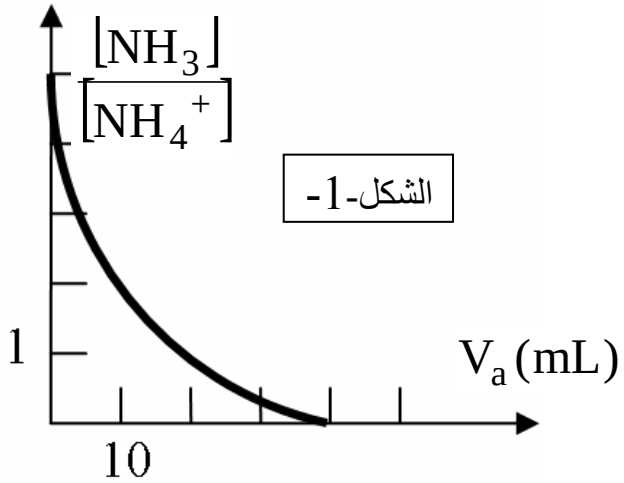
د- من خلال قيم كل من τ_{f1} ، τ_{f2} ، K_1 ، K_2 :

- ما تأثير التراكيز الابتدائية على ثابت التوازن K .
- ما تأثير التراكيز الابتدائية على نسبة التقدم النهائي τ_f .

يعطى: $\lambda(H_3O^+) = 35,9 .10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$, $\lambda(CH_3COO^-) = 4,1 .10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$

التمرين (11) :

نحضر عند الدرجة 25°C محلول مائيا النشادر (NH_3) حجمه $V_b = 20\ mL$ و تركيزه المولي C_b ، ثم نضيف له تدريجيا محلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي $C_a = 10^{-2}\ mol/L$ مع بعض قطرات من الهيليالتين ، يتغير لون الكاشف بعد سكب حجم V_{aE} من المحلول الحمضي ، (الشكل-1) المقابل يمثل تغيرات النسبة بين التركيز المولي لمحلول النشادر المتبقي $[NH_3]$ و التركيز المولي لحمضه المرافق $[NH_4^+]$ بدلالة حجم المحلول الحمضي المضاف V_a



الشكل-1-

1- أوجد :

أ- حجم المحلول الحمضي V_{aE} اللازم للتكافؤ .

ب التركيز المولي الابتدائي C_b لمحلول النشادر .

2- استنتج من الشكل المعطى قيمة الـ Pka للثنائية (NH_4^+/NH_3) ، علما أن pH محلول النشادر قبل المعايرة هو 11.5 .

التمرين (12) :

1- لدينا قارورة لكاشف ملون مكتوب عليها $C_0 = 2.9 . 10^{-4}\ mol/L$ ، $pH = 4.18$ فنستنتج أن تركيزه بشوارد الأوكسونيوم (الهيدرونيوم) $[H_3O^+] = 6.6.10^{-5}\ mol/L$.

يرمز للثنائية حمض-أساس للكاشف بـ (HIn/In^-) ، حضر محلول الكاشف انطلاقا من الشكل الحمضي للكاشف HIn و معادلة تفاعله مع الماء :

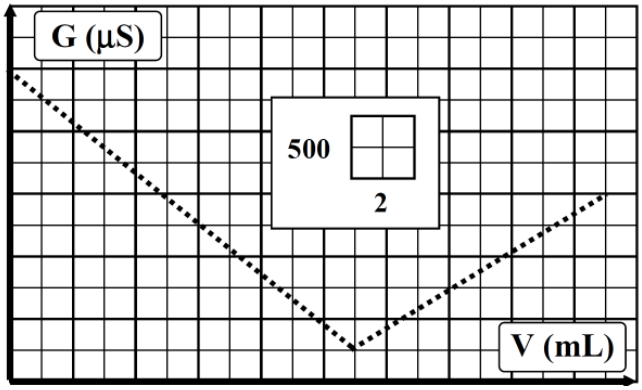
$$HIn_{(aq)} + H_2O_{(l)} = In^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

أ- لدينا حجم $V = 100\ mL$ من الكاشف ، حدد نسبة التقدم النهائي لتفاعل الحمض HIn (الكاشف) مع الماء .

ب- أكتب العبارة الحرفية لثابت الحموضة Ka للثنائية (HIn/In^-) .
جـ- إن تراكيز الأنواع الكيميائية المتواجدة عند التوازن سمحت بحساب ثابت الحموضة للتفاعل $Ka = 1.9 \cdot 10^{-5}$
أحسب pKa الثنائية (HIn/In^-) و حدد هذا الكاشف بالإعتماد على الوثيقة التالية :

pKa	لون الشكل الأساسي	منطقة التحول	لون الشكل الحمضي	الكاشف
3.7	أحمر	3.1 – 4.4	أصفر برتقالي	الهيليالتين
4.7	أزرق	3.8 – 5.4	أصفر	أخضر بروموكريزول
7.0	أزرق	6.0 – 7.6	أصفر	أزرق بروموتيمول
9.4	وردي	8.2 – 10.0	عديم اللون	فينول فتالين

2- توجد في مخبر الثانوية قارورة لحمض كلور الهيدروجين المركز مكتوب عليها A_0 ، 34% ، الكتلة االحجمية لـ A_0 هي $\rho = 1180\ g/L$. النسبة المئوية الكتلية للحمض تعني كتلة الحمض المنحلة في 100 g من هذا المحلول .
المرحلة الأولى : نمدد عينة من المحلول A_0 100 مرة فنحصل على محلول A_1 تركيزه C_1 .
المرحلة الثانية : نأخذ من المحلول A_1 : $V_1 = 10\ mL$ و نعايره بمحلول الصود تركيزه $C_b = 0.1\ mol/L$
و بمتابعة تطور الناقلية و pH المحلول نحصل على المنحني التالي :



أ- اكتب معادلة التفاعل المنمذج للمعايرة .
ب- حدد بيانيا بواسطة المنحنى $G = f(V)$ التركيز المولي C_1 لمحلول حمض كلور الهيدروجين الممدد .
جـ - استنتج التركيز المولي C_0 و التركيز الكتلي C_{m0} لمحلول حمض كلور الماء المركز A_0 بالنوع الكيميائي النقي المنحل .
د- ما هي كتلة 1L من محلول A_0 .
هـ- ما هي كتلة كلور الهيدروجين HCl المنحل في 1L من المحلول A_0 ؟
و- أحسب النسبة الكتلية للمحلول A_0 ، هل تتوافق مع الكتابة الموجودة على القارورة ؟
ي- من هو الكاشف المناسب لهذه المعايرة مع التعليل .
يعطى : $M(H) = 1\ g/mol$ ، $M(Cl) = 35.5\ g/mol$.

سلسلة دروس و تمارين في مادة العلوم الفيزيائية- ثانية ثانوي

إعداد الأستاذ : فرقاني فارس

تمارين مقترحة-02

04

الشعب : علوم تجريبية
رياضيات ، تقني رياضي

التطورات الرتيبة

تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

****

www.sites.google.com/site/faresfergani

تاريخ آخر تحديث : 2013/11/24

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

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

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

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 محلولا مائيا لحمض الإيثانويك حجمه $V = 100\ mL$ ، و تركيزه المولي $C = 2.7 . 10^{-3}\ mol/L$ ، و قيمة الـ pH له في الدرجة $25°C$ تساوي 3.7 .

1- استنتج التركيز المولي النهائي لشوارد الهيدرونيوم في محلول حمض الإيثانويك .

2- انشئ جدولا 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_3COO^-) و (CH_3COOH) .

ب- قيمة pKa للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) ، و استنتج النوع الكيميائي المتغلب في المحلول الحمضي . برر أجابتك .

التمرين (2) : (بكالوريا 2008 – رياضيات)

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

1- أحسب كتلة الحمض النقي المنحلة في الحجم V من المحلول .

2- أكتب معادلة التفاعل المنمذج لانحلال حمض الإيثانويك في الماء .

3- أنشئ جدولا 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 التشرد الذاتي للماء) .

ب) استنتج عبارة $[H_3O^+]_f$ في الحالة النهائية (حالة التوزان) بدلالة G ، k ، $\lambda(H_3O^+)$ ، $\lambda(CH_3COO^-)$. أحسب قيمته .

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

$\lambda(H_3O^+) = 35\ mS.m^2.mol^{-1}$, $\lambda(CH_3COO^-) = 4.1\ mS.m^2.mol^{-1}$, $Ke = 10^{-14}$

التمرين (3) : (بكالوريا 2008 – رياضيات)

I- نأخذ محلولا مائيا (S_1) لحمض البنزويك $C_6H_5\text{-}COOH$ تركيزه المولي $C_1 = 1.0 \cdot 10^{-2}\ mol/L$. نقيس عند التوازن في الدرجة 25°C ناقليته النوعية فنجدها $\sigma = 0.86 \cdot 10^{-2}\ S.m^{-1}$.

1- أكتب معادلة التفاعل 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 للشاردة H_3O^+ و الشاردة $C_6H_5COO^-$:

$\lambda(C_6H_5COO^-) = 3.24 \cdot 10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$, $\lambda(H_3O^+) = 35.0 \cdot 10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$ (نهمل التشرد الذاتي للماء) .

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

5- أحسب ثابت التوازن الكيميائي K_1 .

II- نعتبر محلولا مائيا (S_2) لحمض الساليسيليك ، الذي يمكن أن نرمز له (HA) ، تركيزه المولي $C_1 = C_2$ و له pH = 3.2 في الدرجة 25°C .

1- أوجد النسبة النهائية τ_{2f} لتقدم تفاعل حمض الساليسيليك مع الماء .

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

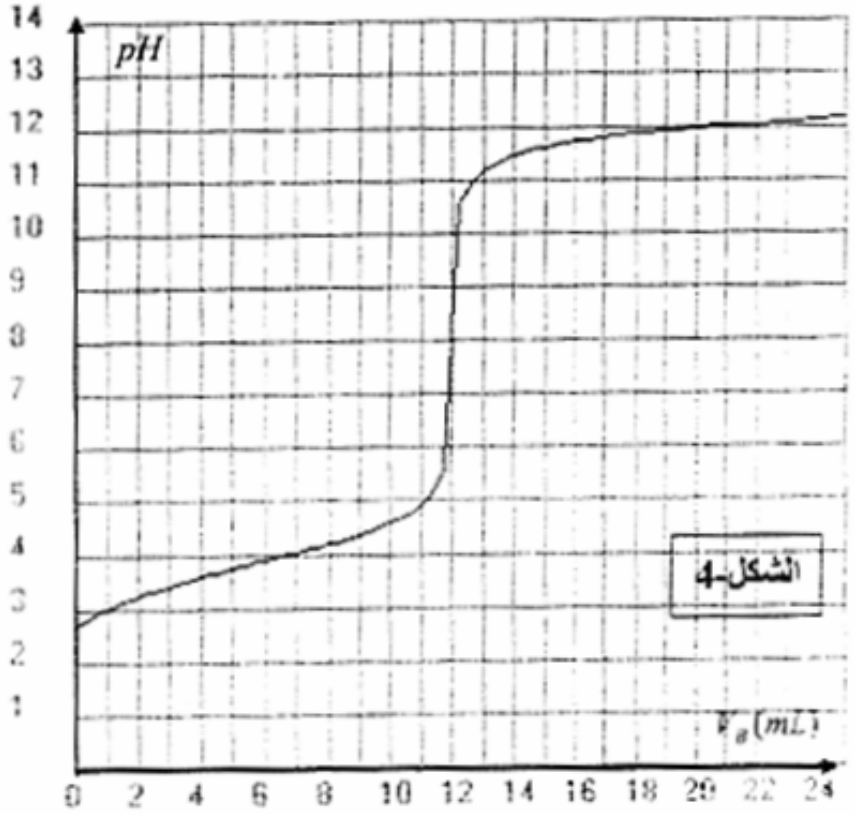
التمرين (4) : (بكالوريا 2008 – علوم تجريبية)

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 $2.4 \cdot 10^{-2}\ mol.L^{-1}$.

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

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

التجربة الأولى : أخذ التلميذ الأول حجما 20 mL من الحليب و عايره بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (محلول الصود) تركيزه المولي $C_B = 5.0 \cdot 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ متتبعا 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 مناسبا ، فلاحظ أن لون الكاشف يتغير عند إضافة حجم من الصود قدره $V_B = 12.9\ mL$.

1- أكتب معادلة التفاعل المنمذج 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 المعاير في كل تجربة . ماذا تستنتج عن مدى صلاحية الحليب المعاير للاستهلاك ؟

5- برأيك . أي تجربة أكثر دقة .

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

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

1- اكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج للتحول الكيميائي الحاصل بين حمض الإيثانويك و الماء .

2- انشئ جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي السابق .

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

4- بين أنه يمكن كتابة عبارة ثابت الحموضة (Ka) للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) على الشكل :

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

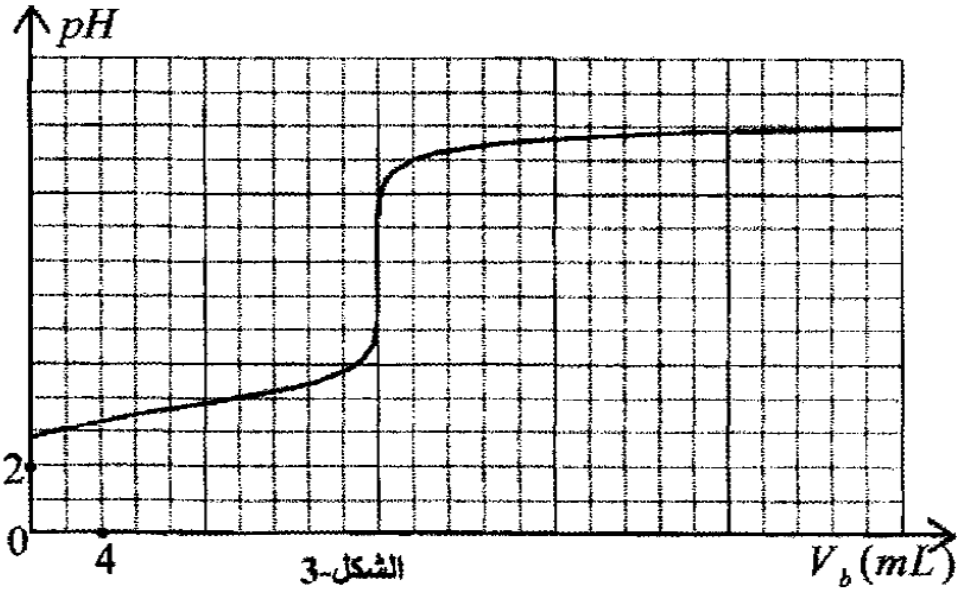
5- نحدد قيمة τ للتحول من أجل تراكيز مختلفة (C) و ندون النتائج في الجدول أدناه :

$C(mol.L^{-1})\times10^{-2}$	17,8	8,77	1,78	1,08
$\tau\ (\times10^{-2})$	1,0	1,4	3,1	4,0
$A=1/C\,(L.mol^{-1})$				
$B=\tau^2/1-\tau$				

أ/ أكمل الجدول السابق .
ب/ مثل البيان A = f(B) .
ج/ استنتج ثابت الحموضة Ka للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) .

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

المحاليل المائية مأخوذة في الدرجة 25°C .
لأجل تعيين قيمة التركيز المولي لمحلول مائي (S_0) لحمض الميثانويك $HCOOH_{(aq)}$ نحقق التجربتين التاليتين :
التجربة الأولى : ناخذ حجما V_0 من المحلول (S_0) و نمدده 10 مرات (أي إضافة 180 mL من الماء المقطر) لنحصل على محلول (S_1) .
التجربة الثانية : نأخذ حجما $V_1 = 20\ mL$ من المحلول الممدد (S_1) و نعايره بمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)})$ تركيزه المولي $C_b = 0.02\ mol.L^{-1}$.
أعطت نتائج المعايرة البيان (الشكل-3) .



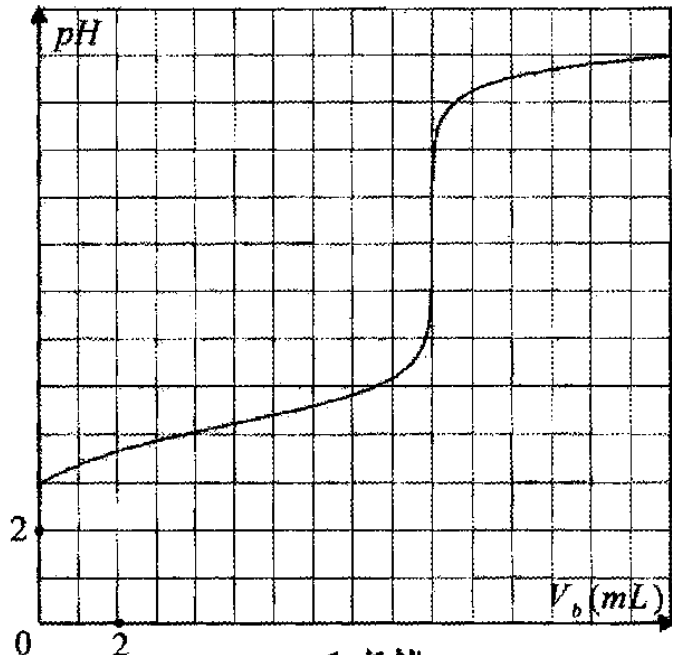
الشكل-3

1- اشرح باختصار كيفية تمديد المحلول (S_0) و ما هي الزجاجيات الضرورية لذلك ؟
2- أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث أثناء المعايرة .
3- عين بيانيا إحداثيي نقطة التكافؤ ، و استنتج التركيز المولي للمحلول الممدد (S_1) .
4- أوجد بالاعتماد على البيان القيمة التقريبية لثابت الحموضة Ka للثنائية $(HCOOH_{(aq)}/HCOO^-_{(aq)})$.
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 C_6H_5COOH . يريد أحد التلاميذ إجراء عملية معايرة لمعرفة التركيز المولي C_a للحمض في هذا المشروب ، و لأجل ذلك يأخذ منه حجما قدره $V_a = 50\ mL$ بعد إزالة غاز CO_2 عن طريق رجه جيدا و يضعه في بيشر ثم يعايره بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)})$ ذي التركيز المولي $C_b = 1.0 \cdot 10^{-1}\ mol.L^{-1}$

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



باعتبار حمض البنزويك الحمض الوحيد في المشروب الغازي .

أ- أكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحاصل خلال المعايرة .

ب- حدد بيانيا إحداثيي نقطة التكافؤ E .

جـ- استنتج التركيز المولي C_a لحمض البنزويك .

2- من أجل حجم $V_b = 10.0\ mL$ لهيدروكسيد الصوديوم المضاف :

أ- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل .

ب- أوجد كمية مادة كل من شوارد الهيدرونيوم $(H_3O^+_{(aq)})$ 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	مجال التغير اللوني pH
أحمر الميثيل	6,2 – 4,2
أزرق البروموتيمول	7,6 – 6,0
الفينول فتالين	10,0 – 8,0

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 للتحول الكيميائي الحادث .

2-أ/ انشئ جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي .

ب/ أوجد 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 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 $V_a = 10$ mL منه بواسطة محلول أساسي لهيدروكسيد الصوديوم ($Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$) تركيزه المولي $C_b = 4.0 \cdot 10^{-3}$ mol.L^{-1} فيحدث التكافؤ عند إضافة حجم $V_{bE} = 25$ mL من المحلول الأساسي .

أ/ أذكر البروتوكول التجريبي لهذه المعايرة .

ب/ أكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول .

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

$pKa(CH_3COOH/CH_3COO^-) = 4.8$

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

انحلال 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°C الناقلية النوعية للمحلول الذي تركيزه المولي الابتدائي $C_0 = 1.0 \cdot 10^{-2}$ mol.L^{-1} فنجدها $\sigma = 1.6 \cdot 10^{-2}$ S.m^{-1} .

1- حدد الثنائيات (أساس/حمض) المشاركة في هذا التحول .

2- أكتب عبارة ثابت التوازن الكيميائي K بدلالة C_0 و $\left[H_3O^+_{(aq)}\right]_{éq}$.

3- يعطى الشكل العام لعبارة الناقلية النوعية في كل لحظة بدلالة التركيز المولي و الناقليات 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 .

جـ- عين النسبة النهائية للتقدم τ_f . ماذا تستنتج ؟

المعطيات :

$\lambda(H_3O^+) = 35.9 \cdot 10^{-3}$ S.m^2.mol^{-1} ; $\lambda(CH_3COO^-) = 4.10 \cdot 10^{-3}$ S.m^2.mol^{-1}

التمرين (1) : (بكالوريا 2011 - رياضيات)

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

1- أكتب معادلة التفاعل المنمذجة لانحلال حمض الإيثانويك في الماء .

2- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل . نرمز بـ $x_{éq}$ إلى تقدم التفاعل عن التوازن .

3- أكتب عبارة كل من :

أ- نسبة التقدم النهائي τ_f بدلالة C_0 و $\left[H_3O^+_{(aq)}\right]_f$.

ب- كسر التفاعل عند التوازن ، و بين أنه يمكن كتابته على الشكل : $Q_{r\,éq} = \dfrac{\left[H_3O^+_{(aq)}\right]^2_{éq}}{C_0 - \left[H_3O^+_{(aq)}\right]_{éq}}$.

جـ- الناقلية النوعية $\sigma_{éq}$ عند التوازن بدلالة $\lambda(H_3O^+)$ ، $\lambda(CH_3COO^-)$ و $\left[H_3O^+_{(aq)}\right]_{éq}$ ، نهمل $\left[HO^-_{(aq)}\right]_{éq}$ أمام $\left[H_3O^+_{(aq)}\right]_{éq}$.

4- باستخدام العلاقات المستنتجة سابقا ، أكمل الجدول الموالي :

المحلول	$C\ (mol.L^{-1})$	$\sigma_{éq}\ (S.m^{-1})$	$\left[H_3O^+_{(aq)}\right]_{éq}\ (mol.L^{-1}$	τ_f (%)	$Q_{e\,éq}$
S_0	$1.0 \cdot 10^{-2}$	0.016			
S_1	$5.0 \cdot 10^{-2}$	0.036			

علما أن : $\lambda(H_3O^+) = 35.0\ mS.m^2.mol^{-1}$ و $\lambda(CH_3COO^-) = 3.6\ mS.m^2.mol^{-1}$

ب- استنتج تأثير التركيز المولي للمحلول على كل من :

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

التمرين (10) : (بكالوريا 2011 - رياضيات)

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

1- أكتب معادلة التفاعل المنمذجة لانحلال حمض الإيثانويك في الماء .

2- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل . نرمز بـ $x_{éq}$ إلى تقدم التفاعل عن التوازن .

3- أكتب عبارة كل من :

أ- نسبة التقدم النهائي τ_f بدلالة C_0 و $\left[H_3O^+_{(aq)}\right]_f$.

ب- كسر التفاعل عند التوازن ، و بين أنه يمكن كتابته على الشكل : $Q_{r\,éq} = \dfrac{\left[H_3O^+_{(aq)}\right]^2_{éq}}{C_0 - \left[H_3O^+_{(aq)}\right]_{éq}}$.

جـ- الناقلية النوعية $\sigma_{éq}$ عند التوازن بدلالة $\lambda(H_3O^+)$ ، $\lambda(CH_3COO^-)$ و $\left[H_3O^+_{(aq)}\right]_{éq}$ ، نهمل $\left[HO^-_{(aq)}\right]_{éq}$

أمام $\left[H_3O^+_{(aq)}\right]_{éq}$.

4- باستخدام العلاقات المستنتجة سابقا ، أكمل الجدول الموالي :

المحلول	$C\ (mol.L^{-1})$	$\sigma_{éq}\ (S.m^{-1})$	$\left[H_3O^+_{(aq)}\right]_{éq}\ (mol.L^{-1}$	$\tau_f\ (\%)$	$Q_{e\ éq}$
S_0	$1.0 . 10^{-2}$	0.016			
S_1	$5.0 . 10^{-2}$	0.036			

علما أن : $\lambda(H_3O^+) = 35.0\ mS.m^2.mol^{-1}$ و $\lambda(CH_3COO^-) = 3.6\ mS.m^2.mol^{-1}$

ب- استنتج تأثير التركيز المولي للمحلول على كل من :

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

التمرين (11) : (بكالوريا 2011 - رياضيات)

عينة مخبرية S_0 لمحلول هيدروكسيد الصوديوم تحمل المعلومات التالية : 27% و $d = 1.3$

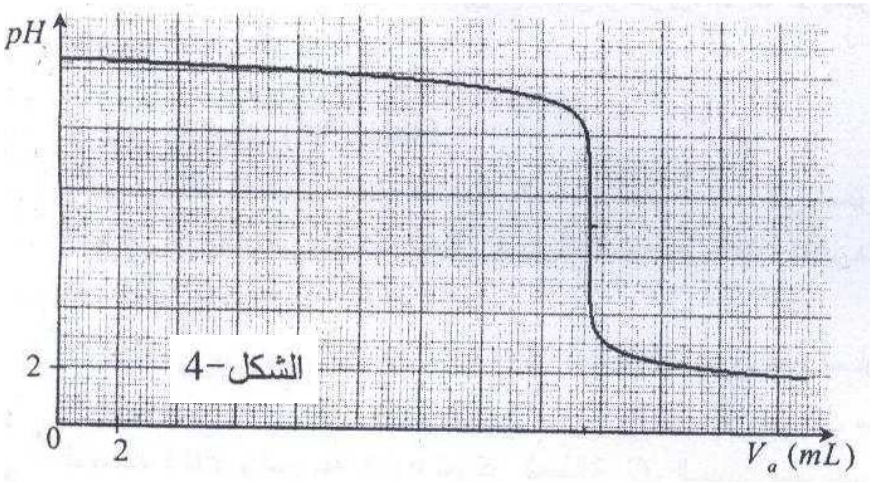
1- أ- بين بالحساب أن التركيز المولي للمحلول يقارب $C_0 = 8.8\ mol.L^{-1}$.

ب- ما هو حجم محلول حمض كلور الهيدروجين الذي تركيزه المولي $C_a = 0.10\ mol.L^{-1}$ اللازم لمعايرة $V_0 = 10\ mL$ 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 500 mL من المحلول S .

3- نأخذ بواسطة ماصة حجما $V_b = 10.0\ mL$ 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 .



الشكل-4

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 للتحول الحادث أثناء المعايرة .

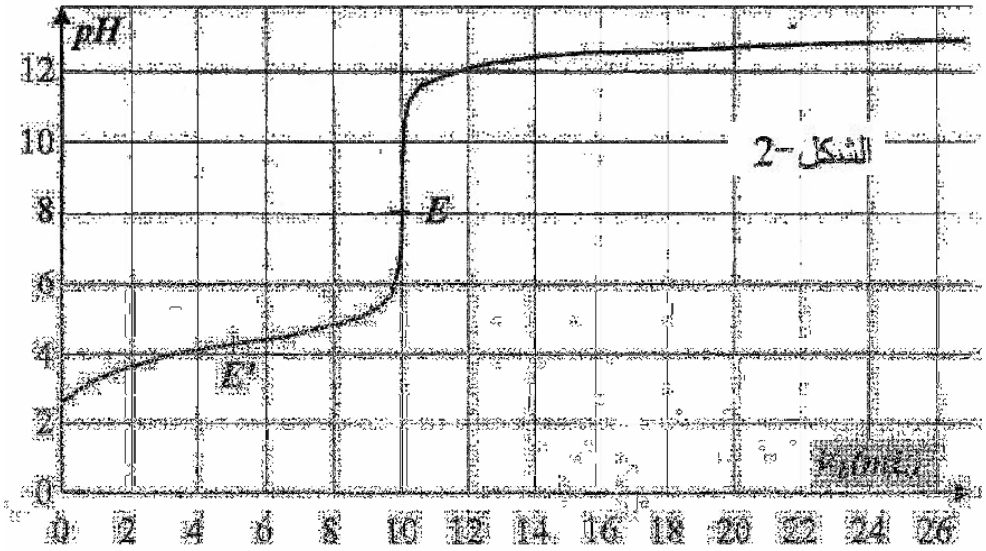
جـ- عين الإحداثيين $(V_{aE}\ ,\ pH_E)$ لنقطة التكافؤ E مع ذكر الطريقة المتتبعة .

د- استنتج التركيز المولي للعينة المخبرية .

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

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

تؤخذ كل المحاليل في 25°C .
نحضر محلولا S حجمه 500 mL بحل كتلة m من حمض البنزويك النقي C_6H_5COOH في الماء .
1- اكتب معادلة انحلال حمض البنزويك في الماء .
2- أعط عبارة ثابت الحموضة Ka للثنائية أساس/حمض .
3- نعاير حجما $V_a = 20\ mL$ من محلول حمض البنزويك بمحلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)})$ تركيزه المولي $C_b = 0.2\ mol.L^{-1}$. المنحنى البياني (الشكل-2) يعطي تطور pH المزيج بدلالة حجم الصود المضاف V_b :



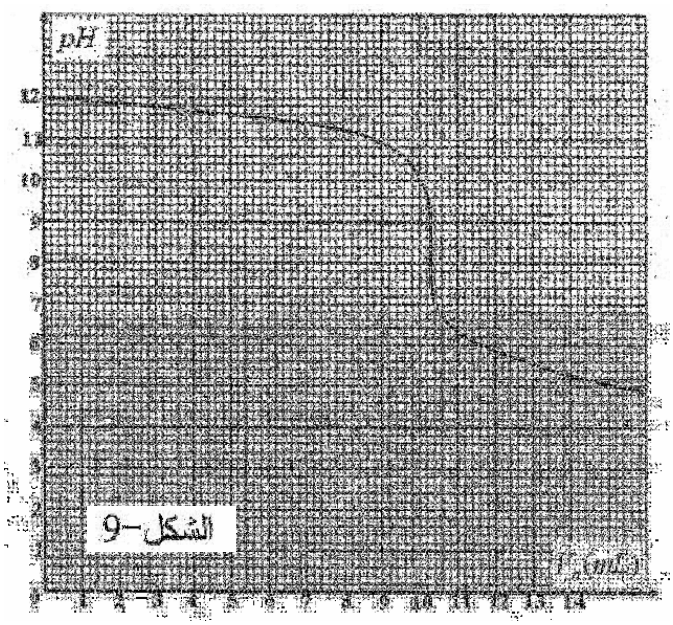
أ- اكتب معادلة تفاعل المعايرة .
ب- عين إحداثيات النقطتين E و 'E من (الشكل-2) . ما مدلولهما الكيميائي .
جـ- جد التركيز المولي C_a لحمض البنزويك .
د- احسب الكتلة m لحمض البنزويك النقي المستعملة لتحضير المحلول S .
هـ- جد قيمة K_a للثنائية $C_6HCOOH_{(aq)}/C_6H_5COO^-$.
و- ما النوع الكيميائي الذي يشكل الصفة الغالبة في المزيج التفاعلي عند pH = 6.0 ؟

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

التمرين (1) : (بكالوريا 2012 - رياضيات)

تؤخذ كل المحاليل في 25°C .
الإيبوبروفين حمض كربوكسيلي صيغته الجزيئية الإجمالية $C_{13}H_{18}O_2$ ، دواء يعتبر من المضادات الالتهابات ، شبيه بالأسبرين ، مسكن للآلام 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 و لأساسه المرافق بـ $RCOO^-$. $M(RCOOH) = 206\ g.mol^{-1}$.
أولا : نذيب محتوى كيس الإيبوبروفين 200 mg من الحمض في بيشر به ماء فنحصل على محلول مائي S_0 تركيزه المولي C_0 و حجمه $V_0 = 500\ mL$.
1- نأكد من أن : $C_0 = 0.002\ mol.L^{-1}$.
2- أعطى قياس pH المحلول S_0 القيمة pH = 3.5 .

أ- تحقق باستعانتك بجدول التقدم أن تفاعل حمض الإيبوبروفين مع الماء محدود .
ب- اكتب عبارة كسر التفاعل Q_r لهذا التحول .
جـ- بين أن عبارة Q_r عند التوازن تكتب على الشكل : $Q_{r\,éq} = \dfrac{x_{max} \cdot \tau_f}{V_0 (1 - \tau_f)}$
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 $V_b = 100.0\ mL$ من محلول مائي S_b لهيدروكسيد الصوديوم ($Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$) تركيزه المولي $C_b = 2.0 \cdot 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ و نذيب فيه كليا محتوى الكيس فنحصل على محلول مائي S (نعتبر أن حجم المحلول S هو (V_b) . نـأخذ 20 mL من المحلول S و نضعه في بشر و نعايره بمحلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي $C_a = 2.0 \cdot 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ فنحصل على المنحنى البياني (الشكل-9) ، معادلة تفاعل المعايرة هي :

$$H_3O^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = 2H_2O_{(\ell)}$$

1- ارسم بشكل تخطيطي عملية المعايرة .
2- عرف نقطة التكافؤ ، ثم حدد إحداثيتي هذه النقطة E .
3- جد كمية المادة لشوارد $HO^-_{(aq)}$ التي تمت معايرتها .
4- جد كمية المادة الأصلية لشوارد $HO^-_{(aq)}$ ، 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 محلولا مائيا S_1 حجمه $V = 200\ mL$ لحمض البنزويك C_6H_5COOH بتركيز مولي $C_1 = 1.00 \cdot 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ ، ثم نقيس pH هذا المحلول فنجده $pH_1 = 3.1$.
أ- اكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء .
ب- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل .
جـ- احسب نسبة التقدم النهائي τ_{1f} لهذا التفاعل . ماذا تستنتج ؟
د- اكتب عبارة ثابت الحموضة K_{a1} للثنائية $C_6H_5COOH_{(aq)}/C_6H_5COO^-_{(aq)}$.
هـ- أثبت أن : K_{a1} يعطى بالعلاقة : $K_{a1} = C_1 \dfrac{\tau_{1f}^2}{1 - \tau_{1f}}$ ، ثم احسب قيمته .
2- نأخذ حجما 20 mL من المحلول S_1 و نمدده 10 مرات بالماء فنحصل على محلول S_1' لحمض البنزويك بتركيز مولي C_1' ، ثم نقيس pH هذا المحلول فنجده $pH_1' = 3.6$.
أ- أثبت أن : $C_1' = 1.00 \cdot 10^{-3}\ mol.L^{-1}$.
ب- احسب القيمة الجديدة لنسبة التقدم النهائي τ_{2f} لتفاعل حمض البنزويك مع الماء .
جـ- ما هو تأثير تخفيف المحاليل على نسبة التقدم النهائي ؟

سلسلة دروس و تمارين في مادة العلوم الفيزيائية- ثانية ثانوي

إعداد الأستاذ : فرقاني فارس

تمارين مقترحة-03

إضافية

04

التطورات الرتيبة

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) :

1- نحضر محلولا مائيا S_1 حجمه $V = 200\ mL$ لحمض البنزويك C_6H_5COOH بتركيز مولي $C_1 = 1.00 \cdot 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ ، ثم نقيس pH هذا المحلول فنجده $pH_1 = 3.1$.

أ- اكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء .

ب- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل .

جـ- احسب نسبة التقدم النهائي τ_{1f} لهذا التفاعل . ماذا تستنتج ؟

د- اكتب عبارة ثابت الحموضة K_{a1} للثنائية $C_6H_5COOH_{(aq)}/C_6H_5COO^-_{(aq)}$.

هـ- أثبت أن : K_{a1} يعطى بالعلاقة : $K_{a1} = C_1 \dfrac{\tau_{1f}^2}{1-\tau_{1f}}$ ، ثم احسب قيمته .

2- نأخذ حجما $20\ mL$ من المحلول S_1 و نمدده 10 مرات بالماء فنحصل على محلول S_1' لحمض البنزويك بتركيز مولي C_1' ، ثم نقيس pH هذا المحلول فنجده $pH_1' = 3.6$.

أ- أثبت أن : $C_1' = 1.00 \cdot 10^{-3}\ mol.L^{-1}$.

ب- احسب القيمة الجديدة لنسبة التقدم النهائي τ_{2f} لتفاعل حمض البنزويك مع الماء .

جـ- ما هو تأثير تخفيف المحاليل على نسبة التقدم النهائي ؟

التمرين (2) :

3- فيما يلي قيم الـ pH لمحاليل لها نفس التركيز المولي $C = 10^{-3}\ mol/L$.

- محلول حمض الإيثانويك CH_3COOH : $pH = 3.9$.
- محلول حمض كلور الهيدروجين HCl : $pH = 3.0$.
- محلول حمض الكبريت H_2SO_4 $pH = 2.7$.
- محلول هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$: $pH = 11$.

من بين الأحماض و الأسس السابقة بين من هي القوية و من هي الضعيفة .

4- نحضر محلول (B) لهيدروكسيد الصوديوم السابق بحل 0.04 g من هيدروكسيد الصوديوم النقي في 1L من الماء المقطر .
أ- أحسب C التركيز الابتدائي للمحلول (B) .
ب- أحسب pH هذا المحلول علما أن هيدروكسيد الصوديوم هو أساس قوي .
5- نحضر عند الدرجة 25°C محلول (A) لكلور الهيدروجين بحل V(HCl) من غاز كلور الهيدروجين مقاس في الشرطين النظاميين في 1L من الماء النقي ، قسنا pH المحلول (A) المتحصل عليه فوجدنا pH = 2 . أوجد :
أ- التركيز المولي للمحلول (A) علما أن الحمض HCl هو حمض قوي .
ب- قيمة V(HCl) .

يعطى : $M(Na) = 23\ g.mol^{-1}$ ، $M(H) = 1\ g.mol^{-1}$ ، $M(O) = 16\ g.mol^{-1}$.

التمرين (3) :

أربعة محاليل مائية لها نفس التركيز المولي الابتدائي $C = 10^{-2}\ mol/L$ هي :
S_1 : محلول حمض كلور الهيدروجين $(H_3O^+ + Cl^-)$.
S_2 : محلول حمض الإيثانويك CH_3COOH .
S_3 : محلول النشادر NH_3 .
S_4 : محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + HO^-)$.
نقيس pH كل محلول عند الدرجة 25°C ، نسجل النتائج التالية من غير ترتيب pH = 10.6 ، pH = 2 ، pH = 12 ، pH = 3.4 .
1- أرفق كل محلول بقيمة الـ pH الموافقة له و دون النتائج في الجدول التالي :

المحلول	S_1	S_2	S_3	S_4
قيمة الـ pH				

2- أكتب معادلة تفاعل غاز النشادر مع الماء . هل هو تفاعل حمض أساس ؟ اذكر الثنائيتين (أساس/حمض) الداخلتين في التفاعل .
3- مثل جدول التقدم لهذا التفاعل .
4- أوجد العبارات التالية :
أ- عبارة τ_f بدلالة $[HO^-]_f$.
ب- عبارة ثابت الحموضة Ka للثنائية (NH_4^+/NH_3) بدلالة $[HO^-]_f$.
جـ- عبارة ثابت الحموضة Ka للثنائية (NH_4^+/NH_3) بدلالة τ_f .
5- اعتمادا على قيمة pH محلول النشادر المدونة في الجدول السابق بين أن النسبة النهائية للتقدم هي $\tau_f = 4\ \%$.
6- أحسب عند حدوث التوازن الكيميائي تركيز الوسط التفاعلي بكل من NH_4^+ ، NH_3 .
7- أحسب قيمة ثابت الحموضة Ka للثنائية (NH_4^+/NH_3) بطريقتين ثم استنتج قيمة الـ pKa الموافقة .
8- قارن بين الأساسين NH_3 ، CH_3NH_2 من حيث القوة علما أن $pKa(CH_3NH_3^+/CH_3NH_2) = 10.7$.
يعطى : الجداء الشاردي للماء عند 25°C : $Ke = 10^{-14}$

التمرين (4) :

نريد دراسة التفاعل بين 0.1mol من شوارد الإيثانوات CH_3COO^- مع 0.1mol من حمض الميثانويك HCOOH الذي يتم وفق المعادلة :

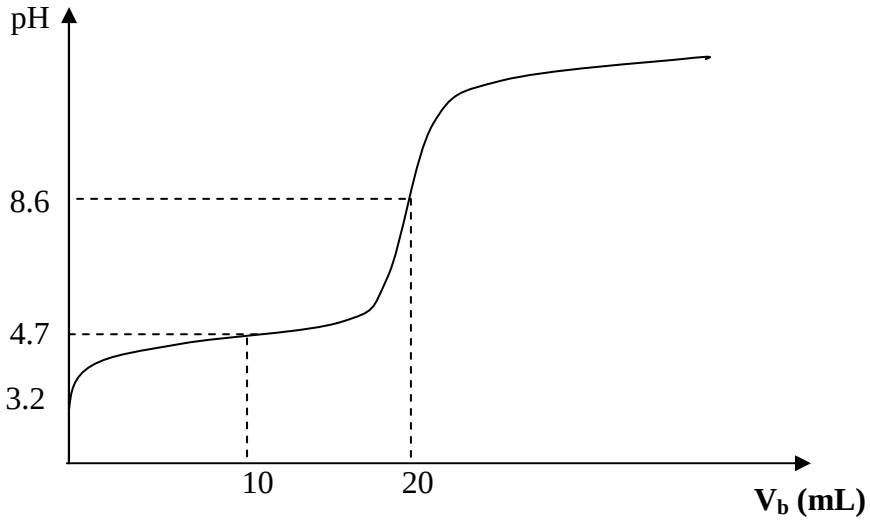
$$CH_3COO^-_{(aq)} + HCOOH_{(aq)} = CH_3COOH_{(aq)} + HCOO^-_{(aq)}$$

1- مثل جدول التقدم لهذا التفاعل .
2- أوجد قيمة كسر التفاعل الابتدائي Q_{ri} .
3- أوجد عبارة كسر التفاعل في نهاية التفاعل بدلالة نسبة التقدم النهائي τ_f .
4- علما أن ثابت التوازن الموافق لهذه المعادلة هو K = 13 . استنتج :

- النسبة النهاية لتقدم التفاعل .
- التقدم النهائي .
- التركيب المولي للمزيج عند نهاية التفاعل .

التمرين (5) :

بالتعريف الخل ذو الدرجة n يعني أن 100g منه تحتوي على n(g) من الحمض النقي . نريد التحقق من درجة الخل التجاري مكتوب على بطاقته 6.2° ، انطلاقا من هذا الخل نحضر محلولا (S) ممددا إلى $\frac{1}{10}$ (أي بتمديد الخل التجاري 10 مرات) ، فنحصل على محلول تركيزه C_S . نعاير عند الدرجة 25°C حجما Vs = 20 mL من المحلول (S) بواسطة محلول الصود تركيزه المولي C_b= 0.1056 mol/L فنحصل على المنحنى : $pH = f(V_b)$ حيث V_b هو حجم محلول الصود المضاف .

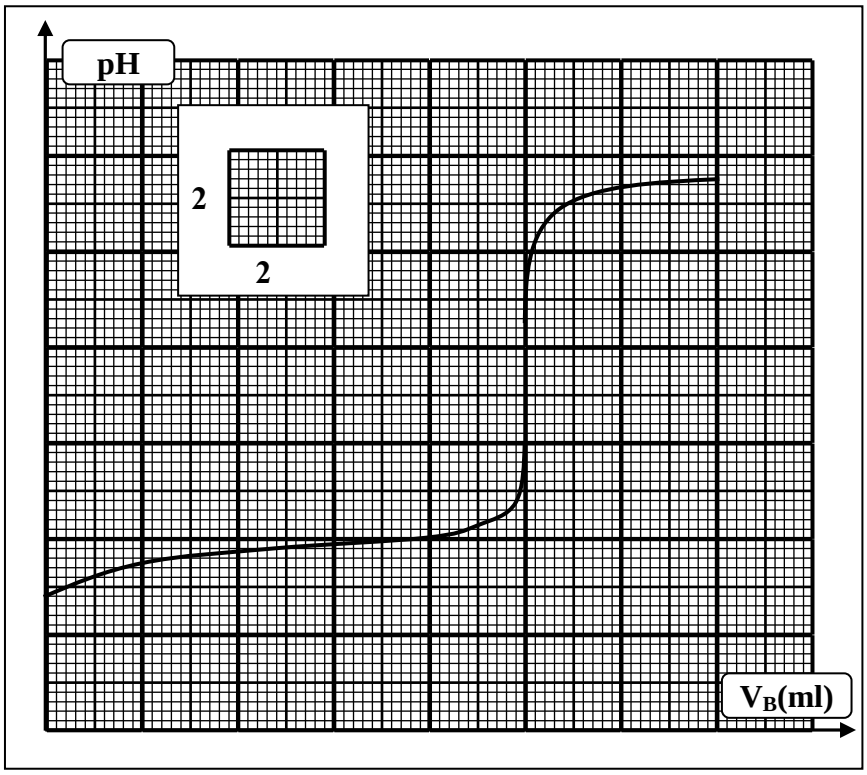


1- أ- أذكر الأدوات اللازمة لتحضير المحلول S .
ب- ضع رسماً تخطيطياً يجسد عملية المعايرة.
2- البيان يدلّ على أن الحمض المستعمل ضعيف . علّل.
3 - أ- أكتب معادلة التفاعل بين الحمض و الأساس (المعايرة) .
ب- حدد من البيان ثابت الحموضة Ka للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) .
جـ- أحسب كسر التفاعل (Q_{rf}) عند التوازن .

4- أ- حدّد إحداثيي نقطة التكافؤ و استنتج تركيز الحمض في المحلول (S) و التركيز C للخل المدروس.
ب- أوجد كتلة الحمض المنحل في 100g من الخل التجاري .
جـ- أوجد درجة الخل التجاري ، و تأكد من أن الخل المدروس مغشوش أم لا .
يعطى : الكتلة الحجمية للخل النقي : $\rho=1.02 \cdot 10^3\ g/l$.

التمرين (6) :

جميع المحاليل مأخوذة عند الدرجة 25°C حيث $Ke = 10^{-14}$. يعطى : $(HOOH/HCOO^-) = 3.8$.
1- نعتبر محلولا مائيا (S_A) لحمض النمل (الميثانويك) تركيزه المولي C_A و له $pH = 2.9$.
أ- أكتب معادلة تفاعل HCOOH مع الماء . هل هو تفاعل حمض أساس ؟ بين الثنائيتين (أساس/حمض) الداخلتين في التفاعل في حالة الإيجاب .
ب- أنشئ جدول تقدم هذا التفاعل .
جـ- بين أن نسبة التقدم النهائي τ_f للتفاعل تكتب على الشكل : $\tau_f = \dfrac{1}{1+10^{pKa-pH}}$. أحسب قيمة τ_f .
د- استنتج التركيز المولي C_A للمحلول (S_A) .
2- لتحديد تركيز المحلول (S_A) بواسطة المعايرة ، نأخذ حجما $V_A = 10\ mL$ من المحلول (S_A) و نعايره بمحلول (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_B = 1.1 \cdot 10^{-2}\ mol/L$. يمثل البيان أسفله تغيرات الـ pH بدلالة حجم الأساس المضاف V_B



أ- أكتب معادلة تفاعل المعايرة .
ب- حدد احداثيات نقطة التكافؤ (V_{BE} , pH_E) .
جـ- استنتج التركيز C_A للمحلول (S_A) . هل النتيجة توافق ما تم التوصل إليه سابقا .

التمرين (7) :

نعتبر في كل التمرين أن درجة الحرارة 25°C ,
الإيبوبروفين مستحضر دوائي يباع في الصيدليات على شكل مسحوق في أكياس مكتوب عليها 200 mg ، من خصائص هذا الدواء أنه مضاد للإلتهاب و مسكن للآلام و مخفض للحرارة .
التركيبة الكيميائية لهذا الدواء عبارة عن حمض كربوكسيلي صيغته الجزيئية المجملة $C_{13}H_{18}O_2$.
نرمز للإيبوبروفين اختصارا بالرمز RCOOH و لأساسه المرافق بـ $RCOO^-$.
I- لأجل تحديد ثابت التوازن للتحول الكيميائي بين هذا الدواء و الماء ، أذبنا محتوى كيس منه في كمية من الماء فتحصلنا على محلول S_0 حجمه $V_0 = 100$ mL و تركيزه المولي C_0 ، حيث أعطى قياس pH هذا المحلول القيمة 3.17 .
1- أثبت أن التركيز المولي C_0 مساوي بالتقريب 10^{-2} mol/L .
2- أكتب معادلة التفاعل المنمذج لتفكك الإيبوبروفين في الماء .
3- مثل جدول التقدم ، و اعتمادا عليه تأكد من أن الدواء هذا يتفكك جزيئات في الماء .
4- أكتب عبارة Q_r كسر التفاعل لهذا التحول .
5- تأكد من أن عبارة كسر التفاعل عند التوازن هي : $Q_{rf} = \dfrac{x_{max} \cdot \tau_f^{\,2}}{V_0 (1 - \tau_f)}$.

حيث : τ_4 نسبة التقدم النهائي ، x_{max} التقدم الأعظمي .
استنتج قيمة ثابت التوازن K الموافق للتحول المدروس .
II- للتحقق من صحة المعلومات المكتوبة على كيس الإيبوبروفين 200 mg ، نذيب محتوى الكيس في حجم $V_b = 60$ mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_b = 3.0 \cdot 10^{-2}$ mol.L^{-1} فنحصل على محلول S حجمه $V = V_b = 60$ mL .
1- أكتب معادلة التفاعل للتحول الحادث .
2- بين أن كمية مادة شوارد HO^- الابتدائية في محلول هيدروكسيد الصوديوم أكبر من كمية مادة الحمض الابتدائية (نعتبر أن المعلومة المكتوبة الكيس صحيحة) .
3- لأجل معرفة كمية مادة شوارد HO^- المتبقية في المحلول S في نهاية التحول السابق ، أخذنا حجما $V = 20$ mL من المحلول S و عايرناها بمحلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي $C_a = 1.0 \cdot 10^{-2}$ mol.L^{-1} فكان حجم الحمض الذي سمح لنا بالحصول على نقطة التكافؤ هو $V_{aE} = 27.7$ mL . ننمذج التحول الحادث بين حمض كلور الهيدروجين و شوارد HO^- المتبقية بالتفاعل ذي المعادلة :

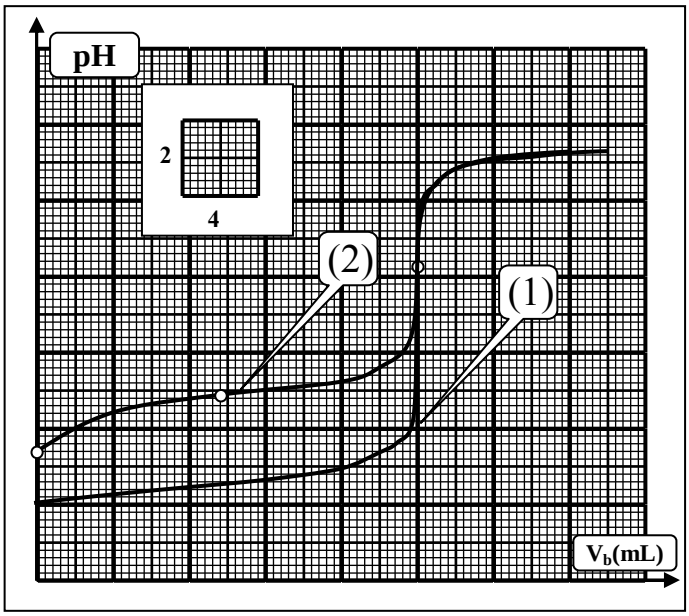
$$H_3O^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = 2H_2O_{(\ell)}$$

أ- أوجد كمية مادة شوارد HO^- المتفاعلة عند حدوث التكافؤ .
ب- استنتج كمية مادة شوارد HO^- المتبقية في المحلول (S) .
جـ- مثل جدول تقدم التفاعل السابق الحادث بين شوارد H_3O^+ و حمض الإيبوبروفين RCOOH في المحلول (S) باعتبار كمية RCOOH الابتدائية مجهولة .

د- إذا علمت أن شوارد HO^- هي المتفاعل المحد و أن التفاعل المذكور ثام ، أوجد التقدم النهائي x_f .
هـ- أوجد كمية RCOOH الابتدائية التي قمنا بحلها و الموجودة في الكيس 200 mg من الإيبوبروفين .
و- استنتج كتلة RCOOH الموجودة في الكيس . و بين إن كانت تتوافق مع ما هو مكتوب على الكيس ؟

التمرين (8) :

كل المحاليل تؤخذ في درجة حرارة 25°C .
محلولين حمضيين HA_1 ، HA_2 تركيزهما على الترتيب C_{a1} ، C_{a2} أحدهما قوي و الآخر ضعيف ، نأخذ $V_a = 20\ mL$ من كل محلول حمضي و نعايره بمحلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + HO^-)$ تركيزه المولي $C_b = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$. نتابع في كل معايرة تطور الـ pH بدلالة حجم الأساس المضاف V_B فنحصل على البيانين (1) و (2) ، حيث يوافق البيان (1) معايرة الحمض (HA_1) و يوافق البيان (2) معايرة الحمض (HA_2) (الشكل) .



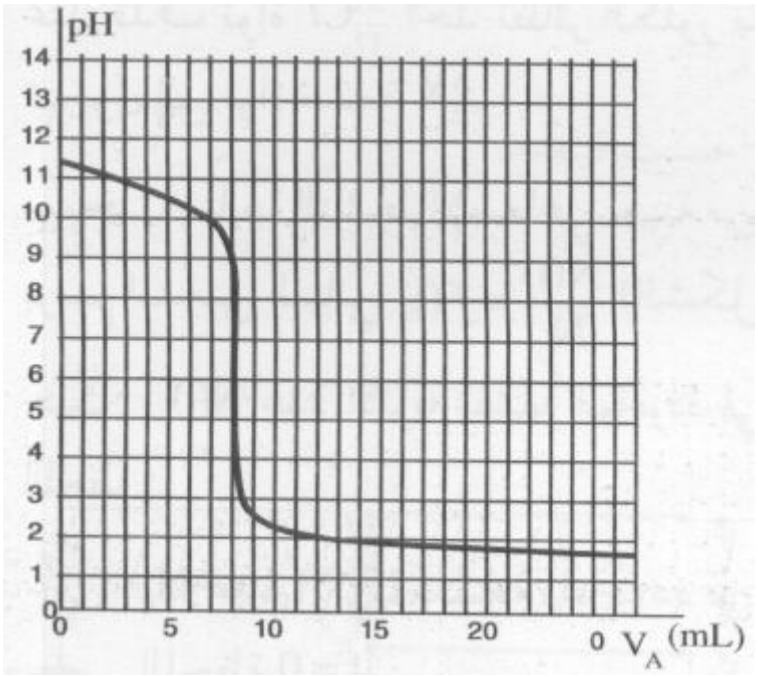
1- أ- أرسم شكل تخطيطي لعملية المعايرة محددا بعض الإختياطات الأمنية الوقائية المتخذة .
2- أ- بالإستعانة بالبيانين (1) ، (2) (الشكل-2) :
أ- صنف الحمضين HA_1 ، HA_2 المستعملين إلى (قوي أم ضعيف) .
ب- اكتب معادلة التفاعل المنمذج لكل معايرة .
جـ- عرف التكافؤ ، بين أن للحمضين نفس التركيز الابتدائي : $C_A = C_{A1} = C_{A2}$ ثم أحسبه .
3- عين قيمة الـ pKa للثنائية (أساس/حمض) .
4- ما هو الكاشف الملون المناسب لكل عملية معايرة من بين الكواشف التالية :

الكاشف	مجال التغير اللوني
أزرق البروموتيمول	6.1 - 7.6
أحمر الميثيل	4.2 - 6.3
الفينول فتالين	8.2 - 10.0
الهيليالتين	3.1 - 4.4

5- نفرض أن HA_2 هو الحمض الضعيف .
أ- أكتب معادلة تفاعله مع الماء .
ب- أنشئ جدولا للتقدم ، و استنتج قيمة التقدم النهائي .

التمرين (9) :

نحقق المعايرة الـ pH مترية لحجم $V_B = 50\ mL$ من محلول مثيل أمين CH_3NH_2 تركيزه المولي C_B بواسطة محلول A لحمض كلور الهيدروجين $(H_3O^+ + Cl^-)$ تركيزه المولي $C_A = 0.1\ mol/L$. الشكل المقابل يمثل المنحنى الموافق للمعايرة و الذي يمثل تطور pH المحلول بدلالة حجم الحمض المضاف V_A .

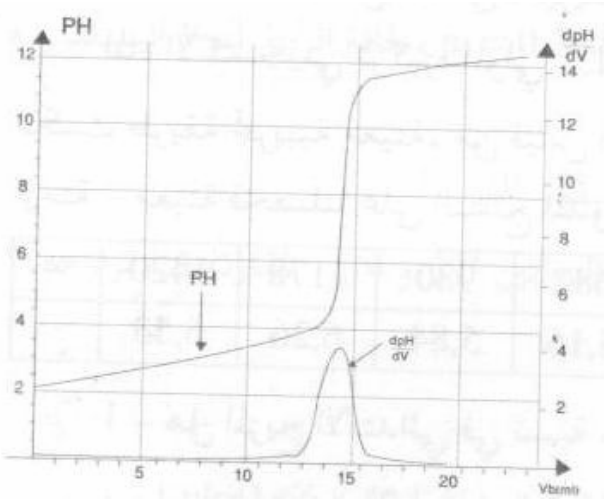


1- أ- أعط تعريف برنشتد للأساس .
ب- كيف تبين أن محلول مثيل أمين عبارة عن أساس .
2- اكتب معادلة تفاعل المعايرة . أذكر خصائصه .
3- عين احداثيتي نقطة التكافؤ و استنتج التركيز C_B .
4- بين أن انحلال ميثيل أمين في الماء محدودا .
5- اعتمادا على البيان ، أوجد قيمة pk_a الثنائية .
6- أ- احسب النسبة $\frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]}$ عند إضافة حجم $V_A = 8\ mL$.
ب- عبر عن النسبة السابقة بدلالة : V_B ، C_B و x_E (قيمة التقدم عند التكافؤ) ، ثم استنتج قيمة x_{eq} .
7- احسب نسبة التقدم النهائي τ لتفاعل المعايرة عند التكافؤ . ماذا تلاحظ و ماذا تستنتج ؟
8- احسب ثابت التوازن k لتفاعل المعايرة . هل توافق هذه النتيجة استناجك في السؤال-7 .

التمرين (10) :

حمض السالسليك أو حمض الأسبرين (2-حمض 2-هيدروكسي بنزويك) يعرف بخصائصه المضادة للإلتهابات و مسكن لآلام المفاصل .
نقوم بتحضير حجم V من محلول مائي لحمض السالسليك الذي نرمز له اختصارا بـ HA ، تركيزه المولي $C = 1.0 \cdot 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ ثم نقيس pH المحلول في الدرجة 25°C فنجده $pH = 2.5$.
1- حرف الحمض حسب برونشتد .

2- اكتب معادلة تفاعل حمض السالسليك مع الماء .
3- مثل جدولا التقدم الممثل لتطور الجملة الكيميائية .
4- عرف ثم أحسب نسبة التقدم النهائي لهذا التفاعل . ماذا تستنتج ؟
5- أعط عبارة كسر التفاعل عند التوازن $Q_{r\,éq}$ لهذا التفاعل بدلالة $\left[H_3O^+\right]_f$ و التركيز المولي الابتدائي C ثم بين أن قيمته هي $Q_{réq} = 1.46 \cdot 10^{-3}$.
6- كيف يسمى كسر التفاعل عند التوازن ؟ هل تتعلق قيمته بالشروط الابتدائية ؟
7- نريد معايرة حمض السالسليك بعد شراءه من الصيدلية ، لذا نأخذ عينة منها و نقوم بتمديدها 10 مرات ثم نأخذ 20 mL من المحلول الممدد و نعايرها بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + HO^-)$ تركيزه المولي $C_b = 0.10\ mol/L$. نسجل pH المزيج بعد كل إضافة لمحلول هيدروكسيد الصوديوم . تسمح التسجيلات برسم المنحنى $pH = f(V_b)$ و استنتاج المنحنى المشتق $\frac{dpH}{dV_b} = f(V_b)$ المبينين في الشكل التالي :



أ- اكتب معادلة التفاعل بين حمض السالسليك و محلول هيدروكسيد الصوديوم باعتبار التفاعل تام .
ب- باستخدام المنحنى (الشكل-1) عين احداثيتي نقطة التكافؤ .
جـ- عرف نقطة التكافؤ و استنتج التركيز المولي لحمض السالسليك في المحلول الممدد ثم في المحلول الصيدلي .
د- حدد من القائمة المقترحة في الجدول ، الكاشف المناسب لهذه المعايرة . علل .

الكاشف	مجال التغير اللوني
الهيليالتين	3.1 - 4.4
أحمر البرمفيتول	4.8 - 6.4
أزرق البروموتيمول	6.0 - 7.6
أحمر الكريزول	7.2 - 8.8
فينول فتالين	8.2 - 10

التمرين (11) :

المحاليل مأخوذة في الدرجة 25°C .
1- لدينا حمض (HA) تركيزه المولي $C_a = 0.1\ mol/L$ ، نحضر منه محلولا مائيا له pH يساوي 2.4 .
أ- أكتب معادلة التفاعل المنمذج لانحلال الحمض HA في الماء .
ب- مثل جدول التقدم لهذا التفاعل .

جـ- أحسب نسبة التقدم النهائي x_f ماذا تستنتج ؟

2- نعاير mL 20 من محلول الحمض (HA) بمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم الذي تركيزه المولي $C_b = 0.1\ mol/L$.

أ- أكتب معادلة التفاعل المنمذج لتفاعل المعايرة .

ب- مثل جدول التقدم لهذا التفاعل .

جـ- ما هي الأفراد الكيميائية الموجودة في المزيج عند حدوث التكافؤ . أحسب تراكيزها المولية .

د- أوجد قيمة الـ pKa للثنائية (HA/A^-) ، و اعتمادا على الجدول الآتي استنتج الصيغة المجملة للحمض (AH) المستعمل .

الثنائية (اساس / حمض)	PKa
$HCOOH / HCOO^-$	3.7
$C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-$	4.2
$CH_3\text{-}COOH / CH_3COO^-$	4.8

التمرين (12) :

نحضر مزيج (S) حجمه V بمزج $n_1 = 10^{-3}\ mol$ من حمض الإيثانويك مع $n_2 = 10^{-3}\ mol$ من النشادر في الماء المقطر فيحدث تحول كيميائي ينمذج بالمعادلة الكيميائية :

$$CH_3COOH_{(aq)} + NH_{3(aq)} = CH_3COO^-_{(aq)} + NH_4^+{}_{(aq)}$$

1- مثل جدول التقدم لهذا التفاعل .

2- أوجد عبارة كسر التفاعل في الحالة النهائية Q_{rf} بدلالة pKa_1 ، pKa_2 ، ثم أحسب قيمته . ماذا تستنتج ؟

يعطى :

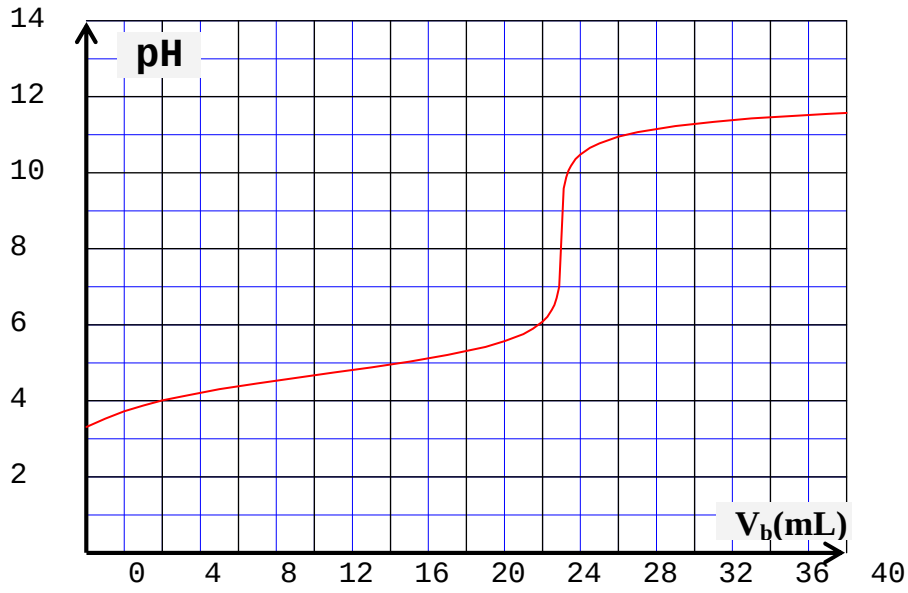
$$pKa_1(CH_3COOH/CH_3COO^-) = 4.8 \quad , \quad pKa_2(NH_4^+/NH_3) = 9.2$$

3- أوجد عبارة كسر التفاعل في الحالة النهائية بدلالة التقدم النهائي x_f .

4- أوجد نسبة التقدم النهائي τ_f للتفاعل ، هل تتفق النتيجة مع جواب السؤال (2) .

التمرين (13) :

نعاير حجما قدره $V = 40\ mL$ من محلول لحمض الإيثانويك بمحلول البوتاس KOH تركيزه $C_b = 0.02\ mol/L$ معايرة pH مترية تمكننا من رسم المنحنى البياني المبين في الشكل التالي :



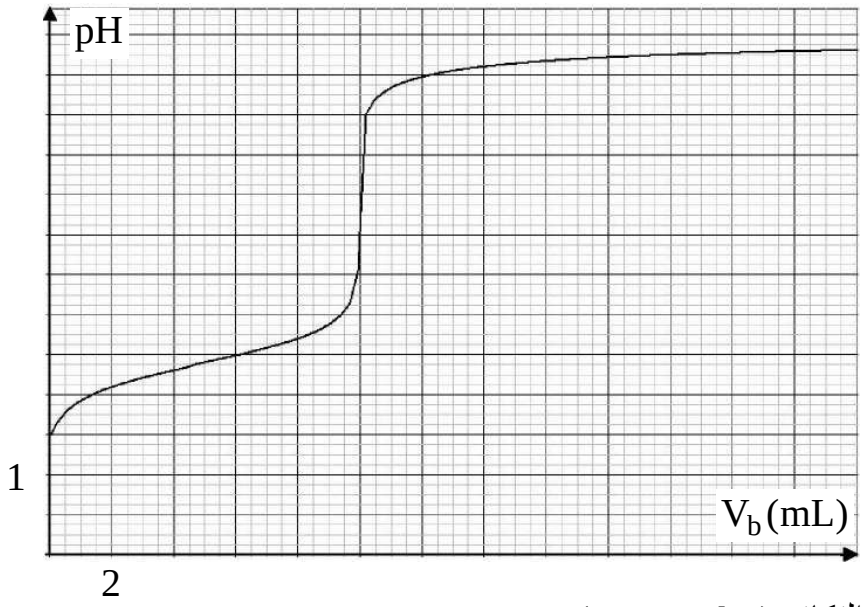
1- عين إحداثيات نقطة التكافؤ .
2- استنتج تركيز حمض الإيتانويك و بين أنه حمض ضعيف .
3- عين pKa الثنائية (CH_3COOH / CH_3COO^-).
4- أكتب معادلة تفاعل المعايرة .
5- أحسب ثابت التوازن K لهذا التفاعل يعطى: $Ke = 10^{-14} = [H_3O^+]\,[OH^-]$.
6- لنعتبر الجملة الكيميائية عند سكب $V_b = 16\ ml$ من KOH حيث $pH = 5$. أوجد نسبة التقدم النهائي لتفاعل المعايرة . ماذا يمكنك أن تقول عن هذا التفاعل .
7- في غياب جهاز الـ pH متر ما هو الكاشف المناسب لهذا النوع من المعايرة .علل .

يعطى :

الكاشف الملون	أزرق بروموتيمول	فينول فتالين	هلينتين	أحمر المتيل
مجال التغير اللوني	7.6 - 6.2	10 - 8.2	4.4 - 3.1	6.2 - 4.2

التمرين (14) :

نعاير حجما $V_A = 10\ ml$ من محلول مائي لحمض الايثانويك CH_3COOH بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزه المولي $C_b = 1,0 \cdot 10^{-1}\ mol/L$. البيان التالي يمثل تغيرات pH المزيج بدلالة حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم المضاف .



1- عين إحداثيتي نقطة التكافو (pH_e ; Vb_e) .
2- ما هو الفرد الكيميائي المتغلب في الثنائية CH_3COOH/CH_3COO^- عند إضافة حجم $V' = 3\ mL$ من المحلول الأساسي ؟
3- أكتب معادلة التفاعل المنمذج للمعايرة .
4- أنشئ جدولا لتقدم تفاعل المعايرة .
5- أحسب مقدار التقدم النهائي لهذا التفاعل .
6- أحسب النسبة النهائية للتقدم ، واستنتج أن تفاعل المعايرة تام .
7- ما هي الأفراد الكيميائية المتواجدة عند التكافؤ ؟ أحسب $[CH_3COOH]$ عند التكافؤ .

التمرين (15) :

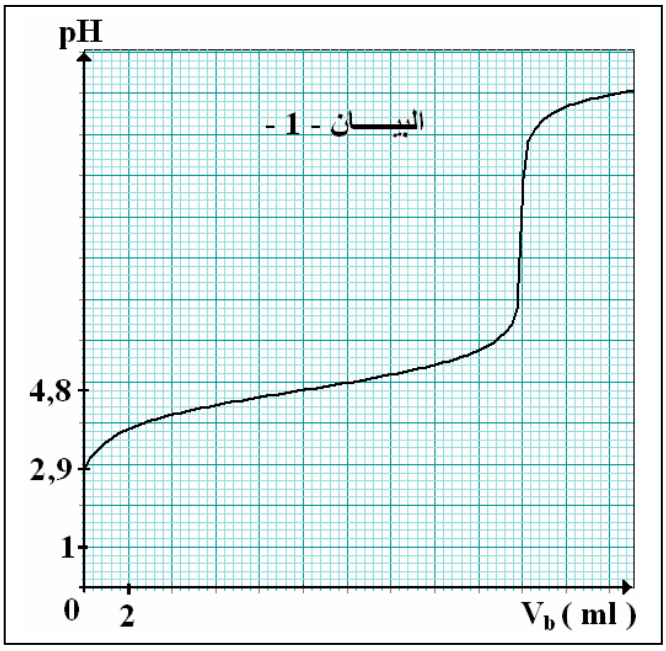
من أجل دراسة تطور تفكك الماء الأكسجيني H_2O_2 نقوم بمعايرة مجموعة أنابيب اختبار من هذا المحلول في وسط حمضي على فترات زمنية معينة وذلك بمعايرة الماء الأكسجيني المتبقي في الحجم 10.0 mL منها في كل مرة بمحلول برمنغنات البوتاسيوم تركيزه C = 15.0 mol/L فنحصل على الجدول التالي حيث V_e يمثل الحجم اللازم للمعايرة لبلوغ نقطة التكافؤ .

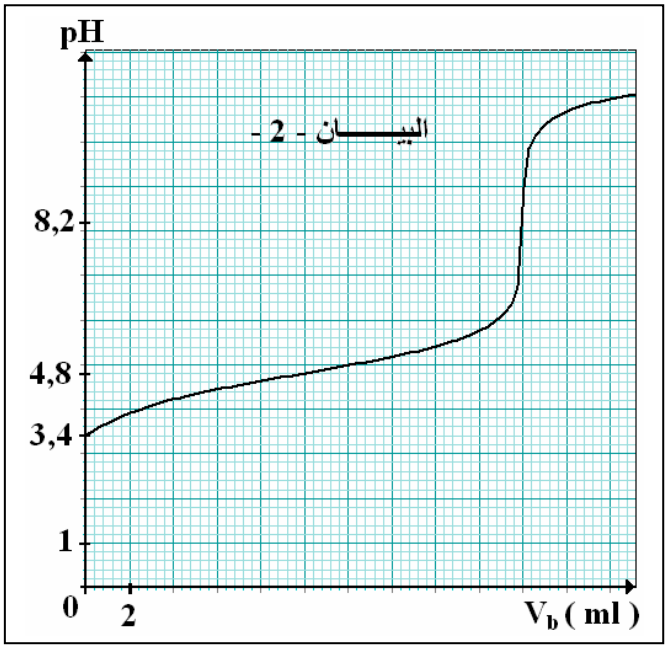
t (s)	0	230	390	570	735	910	1055
V_e (mL)	12.3	7.8	5.7	4.0	2.9	2.0	1.55
$n(H_2O_2)$ (mol)							

1- كيف يمكن التعرف على نقطة التكافؤ؟
2- أكتب معادلة تفكك الماء الأكسجيني .
3- أكتب معادلة التفاعل الحادث أثناء المعايرة علما أن الثنائيتين Ox/Red المشاركتين في التفاعل هما :
(MnO_4^-/Mn^{2+}) ، (O_2/H_2O_2)
4- عبر عن الكمية $n(H_2O_2)$ أثناء التحول بدلالة C و V_e ثم أكمل الجدول السابق .
5- أرسم المنحنى $n(H_2O_2) = f(V_b)$.

التمرين (16) :

كل المحاليل مأخوذة عند الدرجة 25°C التي من أجلها pKe = 14 .
لدينا محلول حمضي (S_1) تركيزه المولي $C_1 = 10^{-1}$ mol/L و محلول حمضي آخر (S_2) تركيزه المولي C_2 مجهول، قمنا بمعايرة pH مترية لحجم V = 20 mL من المحلول (S_1) بواسطة محلول لهيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزه المولي $C_{b1} = 10^{-1}$ mol/L و معايرة ثانية لحجم V = 20 mL من المحلول (S_2) بواسطة محلول لهيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزه المولي $C_{b2} = 10^{-2}$ mol/L ، تحصلنا على المنحنيات التالية :





1- انطلاقا من المنحنيين بين أن الأحماض المستعملة ضعيفة .

2- استنتج من المنحنيين قيمتي pKa_1 و pKa_2 للحمضين .
3- بمقارنة قيمتي pKa_1 و pKa_2 بيّن أنه يمكن تحضير المحلولين (S_1) ، (S_2) انطلاقاً من نفس الحمض .
4- بأخذ قيمة نقطة تقاطع المنحنى (1) مع محور التراتيب ، تحقق أنه يمكن حساب الـ pH من العبارة التالية :

$$pH = \frac{1}{2}(pKa - \log C)$$

حيث C يمثل التركيز المولي للمحلول الحمضي .
5- باعتبار أن المحلولين هما لنفس الحمض ، عين قيمة التركيز المولي C_2 للمحلول (S_2) .
6- بيّن أنّه يمكن الحصول على المحلول (S_2) انطلاقاً من المحلول (S_1) و ذلك بتخفيفه بالماء المقطر .

التمرين (17) :

I- حمض البنزويك C_6H_5COOH جسم صلب أبيض اللون يستعمل كمادة حافظة في بعض المواد الغذائية و خاصة المشروبات، نظرا لخصائصه كمبيد للفطريات و كمضاد للبكتريا.

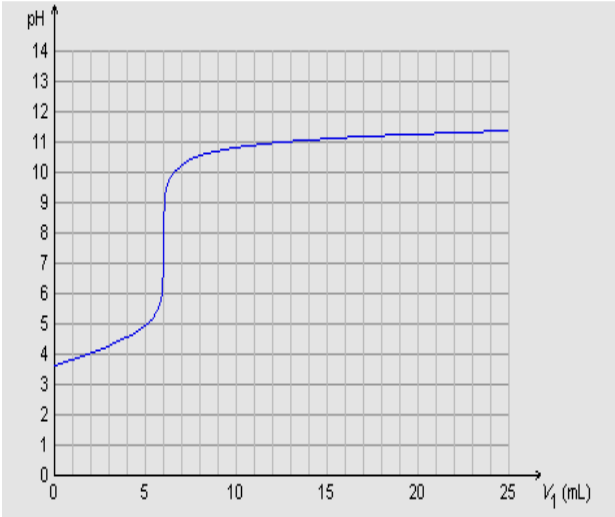
يعطى :

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

$$\lambda(H_3O^+) = 35 . 10^{-3}\ S.m^2/mol \ ،\ \lambda(C_6H_hCOO^-) = 3.24 . 10^{-3}\ S.m^2/mol .$$

نحضر محلولا مائيا (S) لهذا الحمض تركيزه المولي $C = 5 . 10^{-3}\ mol/L$ و حجمه $V = 200\ mL$ ، نقيس عند التوازن في الدرجة 25°C ناقليته النوعية فنجدها $\sigma = 2.03 . 10^{-2}\ S/m$.
1- أنشئ جدول لتقدم التفاعل المنمذج للتحول الحادث بين حمض البنزويك و الماء.
2- أكتب عبارة x_f تقدم التفاعل عند نهاية التفاعل (التوازن) بدلالة σ ، $\lambda(H_3O^+)$ ، $\lambda(C_6H_5COO^-)$ و V (نهمل التشرد الذاتي للماء) .
3- أحسب قيمة x_f . ماذا يمكن قوله عن حمض البنزويك ؟
4- بين أن عبارة كسر التفاعل عند التوازن هي : $Q_{r\,éq} = \dfrac{x_{éq}^{\ 2}}{V(CV - x_{éq})}$.
5-استنتج قيمة ثابت الحموضة Ka للثنائية (C_6H_5COOH/CH_3COO^-) .

II- تشير لصيقة قارورة مشروب غازي حجمها 1L إلى وجود 0.15 g من حمض البنزويك في المشروب. للتأكد من صحة هذه المعلومة عايرنا حجما $V_A = 50\ mL$ من المشروب بواسطة محلول الصود NaOH تركيزه المولي $C_B = 10^{-2}\ mol/L$ فتحصلنا على المنحنى $pH = f(V_B)$ الموضح في الشكل التالي :



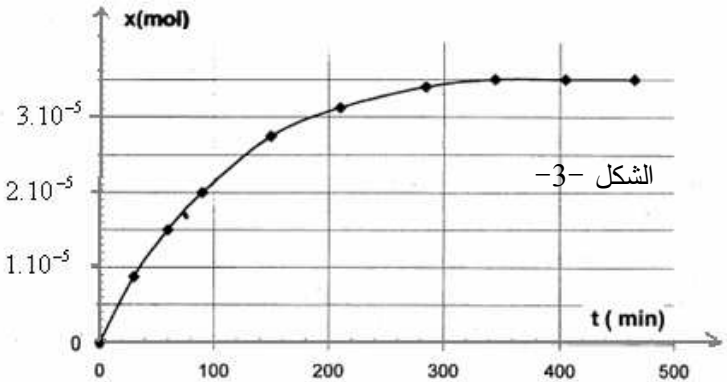
1- أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الحادث.
2- أحسب ثابت التوازن K لتفاعل المعايرة. ماذا تستنتج؟
3- عرف نقطة التكافؤ ثم حدد إحداثياتيها.
4- استنتج التركيز المولي C_A لمحلول حمض البنزويك في المشروب .
5- هل القيمة المشار إليها في اللصيقة صحيحة ؟
6- ما هي الصفة الغالبة للثنائية ($C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$) في المحلول عند سكب حجم $V_B = 3\ mL$ من محلول الصود NaOH ؟ علل .

التمرين (18) :

يعتبر حمض الأسكوربيك أو الفيتامين C مضاد للعدوى ويوجد في عدد من المواد الغذائية وبالأخص عصير الليمون ولكنه حساس لأنه يتأكسد بأكسجين الهواء تحت تأثير الضوء .

● أكسدة الفيتامين C :

نأخذ حجما $V = 100\ mL$ من عصير الليمون وندرس تطور هذا التفاعل (الأكسدة) ثم نرسم تغيرات التقدم x بدلالة الزمن ، نحصل علة البيان الممثل في (الشكل-3) .



الشكل -3-

1- عبر عن سرعة التفاعل بدلالة x .
2- أحسب سرعة التفاعل عند اللحظة $t = 90\ min$.
3- عرف زمن نصف التفاعل ، احسب قيمته .

● دراسة مخطط الصفة الغالبة :

للتبسيط سنرمز لحمض الأسكوربيك $C_6H_8O_6$ بالرمز HA في كامل التمرين .
1- أكتب معادلة تفاعل حمض الأسكوربيك (HA) مع الماء .
2- عبر عن ثابت الحموضة Ka للثنائية (HA/A^-) بدلالة x_f ، تركيز المحلول C و حجمه V .
3- علما أن $Ka = 8.9\ .10^{-5}$ ، اعط مخطط الصفة الغالبة بدلالة الـ PH بدون حساب ومن خلال سلم PH ما هي الصفة الغالبة في المحلول من أجل $PH = 3$.
4- أحسب النسبة $\frac{[A]}{[HA]}$ بالنسبة لمحلول حمض الأسكوربيك ذو الـ $PH = 3$. ماذا تستنتج ؟

● دراسة التفاعل بين محلول مائي لحمض الأسكوربيك و محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم :

نفرض أن التفاعل سريعا جدا بين المحلول الحمضي HA و محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH .
1- أكتب معادلة التفاعل .
2- أكتب عبارة ثابت التوازن K ثم أكتبه بدلالة ثابت الحموضة Ka للثنائية (HA/A^-) .
3- إذا علمت أن $pKa = 4$ أحسب ثابت التوازن K . ماذا تستنتج ؟

4- نحطم قرص فيتامين C و نحل مسحوقه في الماء المقطر و نضع الجملة في حوجلة 100,0 mL و نكمل بالماء المقطر فنحصل على محلول (S) .
نأخذ حجم قدره $V_A = 10,0\ mL$ من المحلول S و نعايرها بمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_B = 2,00 \times 10^{-2}\ mol/L$ فلزم حجم مضاف عند نقطة التكافؤ قدره $V_{BE} = 14,4\ mL$.
أ- ارسم مخطط توضح فيه التركيب التجريبي مدعما بالبيانات .
ب- ما هو الكاشف الملون المناسب من بين الثلاث المقترحة .

الكاشف	مجال التغير PH
أحمر الميثيل	4,2 - 6,2
أزرق البرومتيمول	3,0 - 4,6
احمر الكريزول	7,2 - 8,8

جـ- أحسب تركيز حمض الأسكوربيك $C_6H_8O_6$ أي HA .
د- أحسب كمية حمض الأسكوربيك في 10,0 mL من المحلول المعاير ثم إستنتج الكمية من حمض الأسكوربيك في الحوجلة .
هـ- استنتج الكتلة m بالـ mg لحمض الأسكوربيك في القرص . فسر عبارة المصنع «vitamine C 500 »
يعطى : $M(O) = 16\ g/mol$ ، $M(H) = 1\ g/mol$ ، $M(C) = 12\ g/mol$.

التمرين (19) :

ماء جافيل محلول مائي قاعدي يحتوي على شوارد ClO^- و شوارد Na^+ و شوارد Cl^- ، يتميز بخصائص مطهرة للجلد ، فهو فعال ضد العدوى البكتيرية والفيروسية . تعطي شوارد تحت كلوريت ClO^- لماء جافيل الصفة المؤكسدة ، كما أنها تتميز بالصفة الأساسية .
يحرر ماء جافيل غاز الكلور وفق معادلة التفاعل التالية :

$$ClO^-_{(aq)} + 2H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} = 3H_2O_{(\ell)} + Cl_{2\,(aq)}$$

كتب على محلول (S_1) لماء جافيل الدرجة الكلورو مترية 11.2° حيث الدرجة الكلورو مترية تساوي حجم غاز ثنائي الكلور (مقدرة باللتر) الذي يحرره لتر واحد من ماء جافيل في الشروط التي من أجلها الحجم المولي $V_M = 22.4\ L/mol$.
1- ما هي قيمة التركيز المولي C_1 بشوارد ClO^- في المحلول (S_1) ؟
2- لتحضير 1L من محلول جديد لماء جافيل وليكن (S_2) تركيزه المولي $C_2 = 6.67\ .\ 10^{-2}\ mol/L$ نأخذ حجما V_1 من المحلول (S_1) ونمدده بالماء . أحسب حجم الماء اللازم لذلك .
3- إن صيغة الحمض الذي أساسه المرافق ClO^- هي HClO .
أ- أكتب معادلة انحلال الحمض HClO في الماء .
ب- أكتب عبارة ثابت الحموضة للثنائية $(HClO/ClO^-)$.
د- إذا كانت قيمة pH المحلول (S_2) تساوي 10.8 وثابت الحموضة Ka الثنائية $(HClO/ClO^-)$ هي $3.2\ .\ 10^{-8}$ أوجد قيمة النسبة $\frac{[ClO^-]}{[HClO^-]}$.

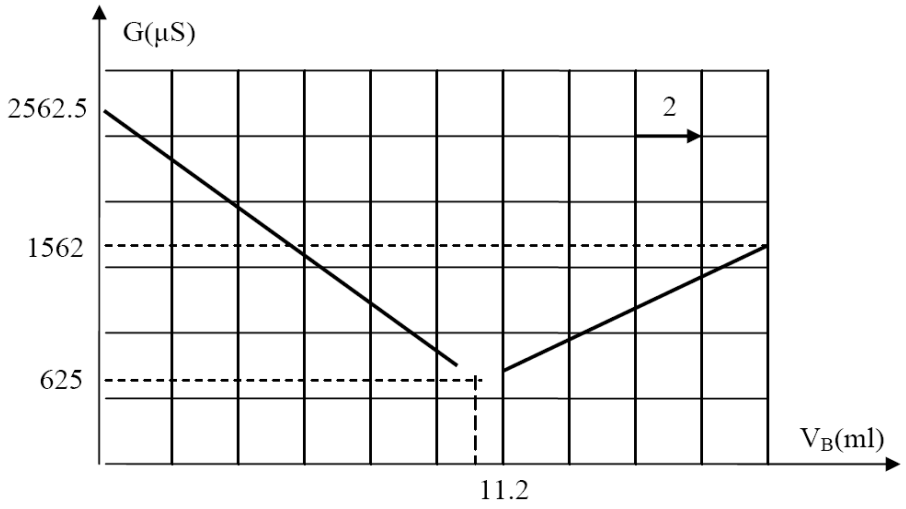
التمرين (20) :

يحتوي مخبر ثانويتنا على قارورة لحمض كلور الماء المركز كتب عليها المعلومات الآتية :

- $M = 36.5\ g/mol$.
- درجة النقاوة : 33 % .
- الكتلة الحجمية : $\rho_0 = 1160\ g/L$.

هذا المحلول نسميه S_0 . نريد معرفة التركيز C_0 لهذا المحلول ، لذلك في خطوة أولى نمدد عينة من هذا المحلول 1000 مرة ، نحصل عندئذ على محلول ممدد (S_1) تركيزه C_1 .

و في الخطوة الثانية نأخذ حجما $V_1 = 100.0\ ml$ من المحلول الممدد (S_1) و نعايره عن طريق قياس ناقليته بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم ذو التركيز $C_B = 1.00 \cdot 10^{-1}\ mol/L$. تطور ناقلية المحلول بدلالة حجم الأساس المسكوب ممثل بالبيان الآتي :



1- أكتب معادلة التفاعل بين هيدروكسيد الصوديوم و حمض كلور الماء.

2- عين بيانيا الحجم V_{BE} عند التكافؤ .

3- عند التكافؤ أكتب العلاقة بين V_{BE} ، C_B ، C_1 ، V_1 ، ثم احسب التركيز C_1 للمحلول الممدد (S_1) .

4- استنتج التركيز C_0 للمحلول المركز (S_0) .

5- أحسب كتلة كلور الهيدروجين m_0 المذابة في 1L من المحلول (S_0) . استنتج كتلة 1L من المحلول S_0 .

6- أحسب النسبة الكتلية (درجة النقاوة) للمحلول S_0 . هل تتفق مع ما هو مكتوب على القارورة؟

التمرين (21) :

تدافع النمل عن نفسها بواسطة فكها و بقذفها لحمض النمل . تثبت عدوها بواسطة فكها ثم تحرقه بالحمض ويمكنها أن تقذف بحمضها إلى أكثر من 30 cm .

نود دراسة بعض خواص المحلول المائي لحمض النمل أو حمض الميثانويك ذي الصيغة HCOOH .

1- نضع حجما $V_0 = 2\ mL$ من حمض النمل ذي التركيز C_0 في حوجلة حجمها $V = 100\ mL$ ثم نملئها بالماء النقي حتى الخط العياري و نحركها لنحصل على محلول متجانس (S_A) ذي تركيز C_A و ناقليته النوعية $\sigma = 0.25\ S/m$.

يعطى :

$\lambda(H_3O^+) = 35 \cdot 10^{-3}\ S.m^2/mol$ ، $\lambda(HCOO^-) = 5.46 \cdot 10^{-3}\ S.m^2/mol$

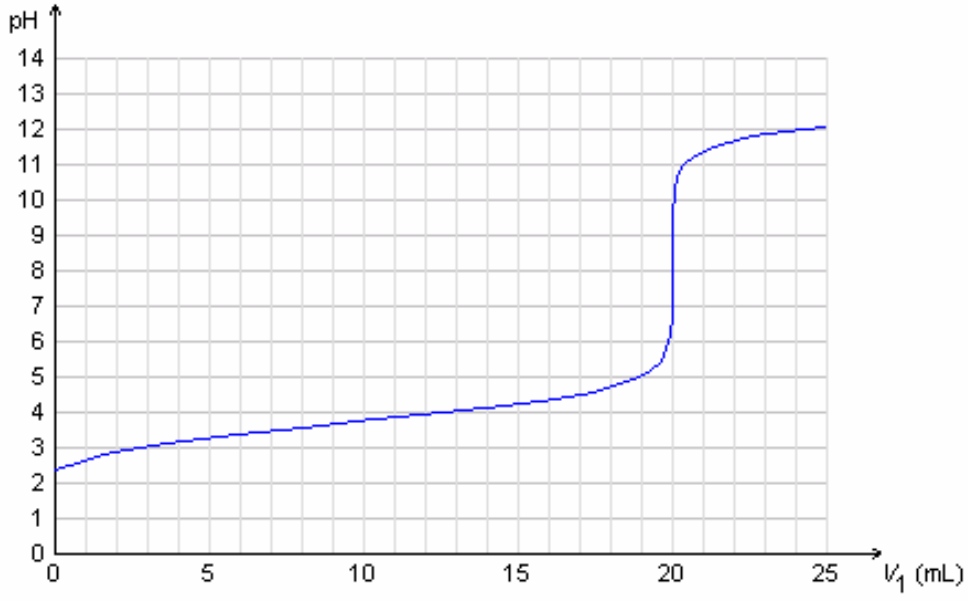
أ- أكتب معادلة انحلال حمض النمل في الماء .

ب- حدد العلاقة بين التركيزين C_0 و C_A .

جـ- أحسب قيمة pH المحلول S_A .

د- أوجد نسبة التقدم النهائي x_f بدلالة تركيز شوارد الهيدرونيوم H_3O^+ عند التوازن و التركيز C_0 .

2- نعاير حجما $V_A = 20\ mL$ من محلول (S_A) بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزه المولي $C_B = 0.1\ mol/L$. يعطى المنحني أسفله تغيرات pH المزيج بدلالة الحجم V_B لمحلول ماءات الصوديوم المضاف .



أ- أرسم التركيب التجريبي الذي يمكن من إنجاز هذه المعايرة .

ب- أكتب معادلة التفاعل الحاصل .

جـ- حدد بيانيا نقطة التكافؤ ثم استنتج قيمة التركيزين C_0 و C_A .

د- باستعمال الجدول أسفله التالي حدد الكاشف المناسب لتحديد نقطة التكافؤ :

الكاشف الملون	منطقة الإنعطاف
الهيليانتين	4.4 – 3.1
BBT	7.6 – 6
احمر الكريزول	8.8 – 7.2
الفينولفتالين	10 – 8

هـ- أوجد ثابت التوازن لهذا التفاعل . ماذا تستنتج فيما يخص تفاعل المعايرة .

و- قارن قوة حمض النمل بالأحماض الموجودة في الجدول أسفله علل إجابتك .

الحمض	الصيغة	PKa
البنزويك	C_6H_5COOH	4.2
النمل (الميثانويك)	$HCOOH$	3.8
الخل(الإيثانويك)	CH_3COOH	4.8
النترو	HNO_2	3.3

التمرين (22) :

تم تحضير 1L من محلول حمض البروبانويك C_2H_5COOH بإذابة كمية من الحمض في الماء .
1- أكتب معادلة انحلال حمض البروبانويك في الماء ، ما هو الأساس الموافق لهذا الحمض ؟ .
2- إذا كان pH المحلول الحمضي في 25°C يساوي 3.1 و قيمة pKa للثنائيـــة $(C_2H_5COOH/C_2H_5COO^-)$ تساوي 4.9 .
أ- أحسب النسبة $\frac{[C_2H_5COO^-]}{[C_2H_5COOH]}$.
ب- أحسب تراكيز مختلف الأفراد الكيميائية الموجودة في المحلول .
3- نضيف للمحلول السابق حجما V من محلول الصود NaOH تركيزه $C_b = 0.1\ mol/L$ فكان pH المحلول الناتج هو 4.9 .
أ- استنتج بدون حساب قيمة النسبة $\frac{[C_2H_5COO^-]}{[C_2H_5COOH]}$.
ب- أوجد قيمة الحجم V المضاف .

التمرين (23) :

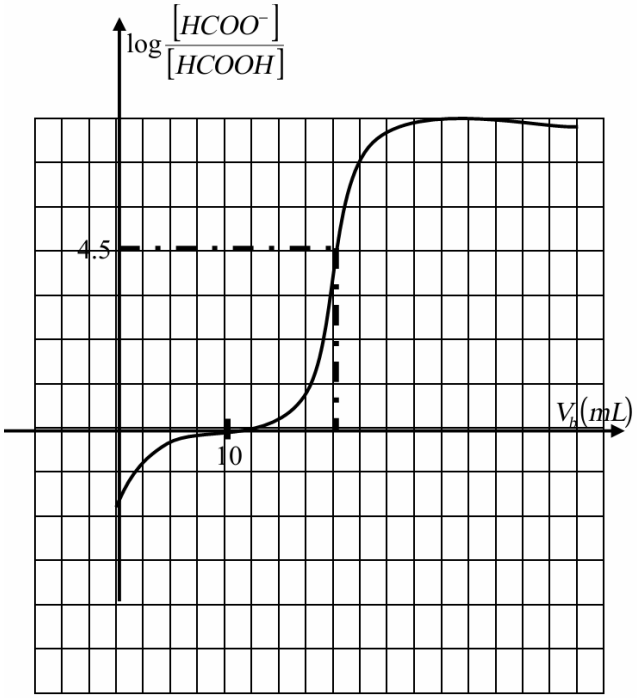
الأمونياك (النشادر) NH_3 غاز يعطي عند انحلاله في الماء محلولا أساسيا .
1- ما هو تعريف الأساس حسب برونشتد ؟
2- أكتب معادلة انحلال هذا الغاز في الماء مبينا الثنائيتين (أساس/حمض) الداخلتين في التفاعل .
3- الناقلية النوعية لمحلول غاز نشادر تركيزه المولي $C_b = 10^{-2}\ mol/L$ تساوي $\sigma_f = 10.9\ mS/m$ عند الدرجة 25°C .
أ- أكتب عبارة الناقلية النوعية لمحلول الأمونياك بدلالة التراكيز المولية للأفراد الكيميائية المتواجدة عند حالة التوازن و الناقليات النوعية المولية للشوارد .
ب- أحسب التركيز المولي النهائي للأفراد الكيميائية المتواجدة في محلول الأمونياك . (نهمل التفكك الشارد للماء)
جـ- أكتب عبارة ثابت التوازن K لتفاعل تفكك غاز النشادر في الماء .
د- أوجد العلاقة بين ثابت التوازن K السابق و ثابت الحموضة Ka للثنائية (NH_4^+/NH_3) ، أحسب ثابت الحموضة واستنتج قيمة الـ pKa .
4- نحقق معايرة pH مترية بواسطة جهاز pH mètre لحجم قدره $V_b = 20\ mL$ من محلول الأمونياك السابق بواسطة محلول كلور الهيدروجين تركيزه المولي $C_a = 2 . 10^{-2}\ mol/L$.
أ- أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للتفاعل الحادث .
ب- ما هو الحجم اللازم إضافته من محلول حمض كلور الماء حتى يحدث التكافؤ ؟
جـ- بيّن أنه عند إضافة 5mL من محلول حمض كلور الماء لمحلول الأمونياك نجد pH المحلول يساوي 9.2 .
يعطى عند الدرجة 25°C :
$\lambda(NH_4^+) = 7.4\ mS.m^2/mol$ ، $\lambda(HO^-) = 19.2\ mS.m^2/mol$ ، $Ke = 10^{-14}$

التمرين (24) :

I - نذيب كتلة قدرها $m = 0.046\ g$ من حمض الميثانويك (النمل) HCOOH في 100 ml من الماء المقطر، قياس الناقلية النوعية للمحلول أعطى : $\sigma = 0.049\ S/m$ عند الدرجة 25°C.

1- أكتب معادلة انحلال الحمض في الماء .
2- أنشئ جدول تقدم التفاعل .
3- أحسب التركيز المولي للمحلول C_a.
4- أحسب pH المحلول ثم احسب نسبة التقدم النهائي τ_f ، ماذا تستنتج ؟
5- أحسب ثابت التوازن الكيميائي K ، ماذا يمثل في هذه الحالة ؟
6- استنتج pKa للثنائية $(HCOOH/HCOO^-)$

II - نعاير حجم $V_a = 10\ ml$ من المحلول السابق بمحلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزه C_b . نرسم البيان $\log\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = f(V_b)$ فنحصل على ما يلي :



1- أكتب معادلة تفاعل المعايرة .
2- باستغلال البيان السابق اوجد :
أ - حجم محلول NaOH V_{bE} اللازم للتكافؤ ثم استنتج قيمة C_b .
ب- قيمة pH المحلول عند التكافؤ .
3- من بين الكواشف الملونة التالية بين الكاشف المناسب لهذه المعايرة مع التعليل

الكاشف	الهليانتين	احمر الكريزول	فينول فتالين
مجال تغير اللون	3.1 - 4.4	7.2 - 8.8	8.2 - 10

التمرين (25) :

تحتوي الأزهار نبات ملكة البراري على حمض ساليسيليك ذي الخصائص المضادة للإلتهاب و مسكن لآلام المفاصل صيغته العامة HOC_6H_4COOH و نرمز اختصارا له بـ HA بحيث أساسه المرافق A^- يمثل $HOC_6H_4COO^-$.

نحضر محلول لحمض ساليسيليك تركيزه المولي $C_a = 10^{-2}$ mol/L و حجمه $V_A = 100$ mL ، نقيس الـ pH فنجدها 2.5 .

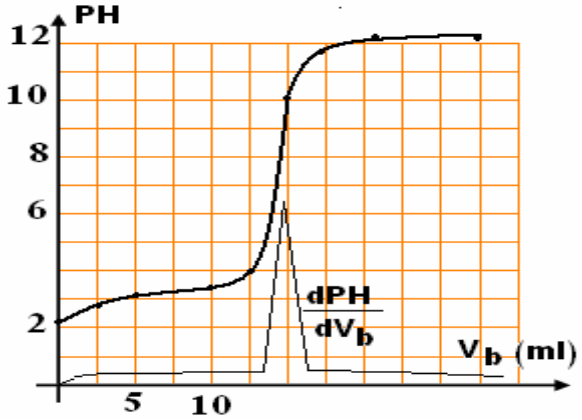
1- أكتب معادلة التفاعل حمض ساليسيليك مع الماء .

2- أنشئ جدول تقدم التفاعل .

3- عرف ثم أحسب نسبة التقدم النهائي ، ماذا تستنتج .

4- أحسب ثابت التوازن K ، هل يتعلق بالشروط الإبتدائية .

5- نريد التأكد من التركيز لحمض ساليسيليك تجاري مكتوب على علبته 100 g/L ، لهذا نمدد عينة منه 10 مرات ثم نأخذ حجم 20 mL من المحلول الممدد و نعايره بمحلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزه المولي $C_b = 10^{-1}$ mol/L . البيان التالي تحصلنا عليه من خلال هذه المعايرة :



أ- أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

ب- عين إحداثيات نقطة التكافؤ .

جـ- أحسب التركيز الحمض الممدد C_a' ثم استنتج التركيز المحلول الأصلي C_a ، هل الكتابة 100 g/L صحيحة ؟

د- اختر من بين الكواشف الملونة التالية الكاشف المناسب لهذه المعايرة ؟

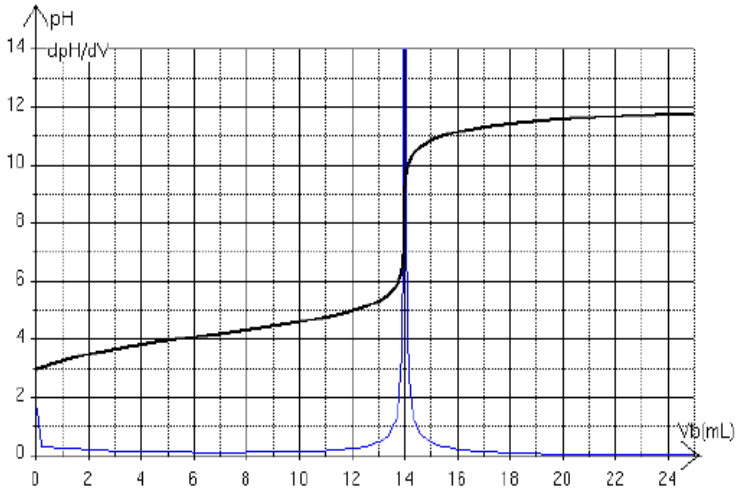
الكاشف	مجال تغير اللوني
هليانتين	3.1 - 4.4
فينول فتالين	8.2 - 10
أحمر الكريزول	7.8 - 8.8
أزرق البروموتيمول	6 - 7.6

التمرين (26) :

يستعمل حمض البترويك C_6H_5COOH في الصناعة الغذائية كمادة حافظة رمزه E210 ، عند درجة الحرارة 25°C حالته الفيزيائية صلبة ، نحضر محلولا مائيا مشبعا لحمض البترويك و ذلك باذابة كتلة m منه في 250 ml من الماء المقطر عند 25°C. نذكر أنه للحصول على محلول مشبع من هذا الحمض يلزم اذابة 2g منه في1L من الماء.

1- عين الكتلة m التي يجب ان نستعملها للحصول على هذا المحلول .

2- نأخذ حجما $V_1 = 20$ ml من هذا المحلول ونعايره بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + HO^-)$ تركيزه المولي $C_B = 2{,}50 \cdot 10^{-2}$ mol/L من خلال القياسات المحصل عليها نمثل تغيرات PH المزيج بدلالة الحجم المضاف V_B فنحصل على ما يلي :



أ- أكتب معادلة المعايرة.
ب- أنشئ جدول تقدم تفاعل المعايرة ، ثم استنتج التركيز المولي C_A لمحلول حمض البترويك .
جـ- أوجد الكتلة المستعملة m للحصول على المحلول المائي لحمض البترويك ، ماذا تستنتج؟
د- من خلال البيان حدد pH محلول حمض البترويك المعاير وبين أن تفاعله مع الماء غير تام .
4- نضيف الحجم $V_B = 6$ ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم.
أ- أحسب قيمة التقدم x لتفاعل المعايرة عند هذه الاضافة.
ب- حدد قيمة التقدم الاعظمي x_{max} لهذا التفاعل .
جـ- استنتج نسبة التقدم τ لتفاعل المعايرة عند هذه الاضافة .
د- أحسب قيمة ثابت التوازن K للثنائية المشاركة في التفاعل .

التمرين (27) :

المنظفات التجارية الموجودة على شكل سائل والتي تباع في المحلات التجارية خطيرة جدا وهي عبارة عن محاليل لهيدوكسيد الصوديوم . ولمعايرة مثل هذا المنتوج نتبع البروتوكول التجريبي التالي :
المرحلة-1 : نأخذ 1 ml من المنظف السائل ونخففه 100 مرة لنتحصل على المحلول (S_1) .
المرحلة-2 : بالمعايرة الـ pH- مترية نعاير الحجم $V_1 = 20$ ml من المحلول الممدد (S_1) بمحلول (S_2) لحمض كلور الهيدروجين ذو التركيز $C_2 = 1{,}00 \cdot 10^{-1}$ mol/L .

المنحني $pH = f(V_2)$ يسمح بتعيين الحجم المكافئ للمحلول المعاير حيث نجد $V_E = 14{,}5$ ml.
1- اشرح العملية التجريبية التي تسمح بتحقيق التخفيف المذكور في المرحلة1 .
2- ضع المخطط التجريبي للمرحلة2 .
3- أرسم الشكل الكيفي للمنحني pH = f(V2) .
4- اكتب معادلة تفاعل المنمذج للمعايرة وانشئ جدول تقدم التفاعل ثم استنتج التركيز C_1 للمحلول الممدد (S_1) .
5- استنتج التركيز الكتلي للمنظف .
6- الكتلة الحجمية لهذا المنظف هي $\rho = 1{,}25$ kg/L . استنتج النسبة المئوية الكتلية لهيدروكسيد الصوديوم في هذا المنتوج التجاري .

التمرين (28) :

الصيغة العامة للأحماض الكربوكسيلة هي $C_nH_{2n+1}COOH$
لتحضير محلول (S_A) لحمض كربوكسيلي نذيب في الماء المقطر كتلة $m = 450\ mg$ من هذا الحمض النقي ونضيف إليه الماء المقطر للحصول على $V_0 = 500\ ml$ من هذا المحلول . نأخذ حجما $V_A = 10\ ml$ من المحلول (S_A) ونعايره بواسطة محلول مائي (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم ($Na^+ + HO^-$) تركيزه $C_B = 10^{-2}\ mol/L$.
نحصل على التكافؤ حمض - أساس عند إضافة حجم $V_B = 15\ ml$ من المحلول (S_B) .

● تحديد الصيغة الإجمالية للحمض الكربوكسيلي :

1- أكتب معادلة التفاعل المنمذج للمعايرة .

2- أحسب التركيز المولي C_A للمحلول (S_A) ، ثم بين أن الصيغة الإجمالية له هي CH_3COOH .

● تحديد الـ PKa_1 للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^+-) :

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

3- اعتمادا على جدول التقدم ، عبر عن التقدم النهائي x_f لتفاعل الحمض مع الماء بدلالة V و pH ، ثم أثبت أن :

$$\frac{[CH_3COOH]_f}{[CH_3COO^-]_f} = -1 + C_A.10^{pH}$$

حيث : $[CH_3COOH]_f$ ، $[CH_3COO^-]_f$ تركيزا لنوعين كيميائيين عند التوازن .

4- استنتج قيمة pKa_1 .

● دراسة تفاعل الحمض CH_3COOH مع الأساس NH_3 :

نأخذ من المحلول (S_A) حجما يحتوي على كمية المادة الإبتدائية $n_i(CH_3COOH) = n_0 = 3\ .\ 10^{-4}\ mol$
ونضيف اليه حجما من محلول الامونياك يحتوي على نفس كمية المادة الإبتدائية $n_i(NH_3) = n_0$.

5- أكتب معادلة التفاعل الحادث بين CH_3COOH و NH_3 .

6- أحسب ثابت التوازن K .

7- بين أن نسبة التقدم النهائي لهذا التفاعل تكتب على الشكل : $\tau_f = \frac{\sqrt{K}}{1+\sqrt{K}}$.

8- ماذا تستنتج بخصوص هذا التفاعل ؟

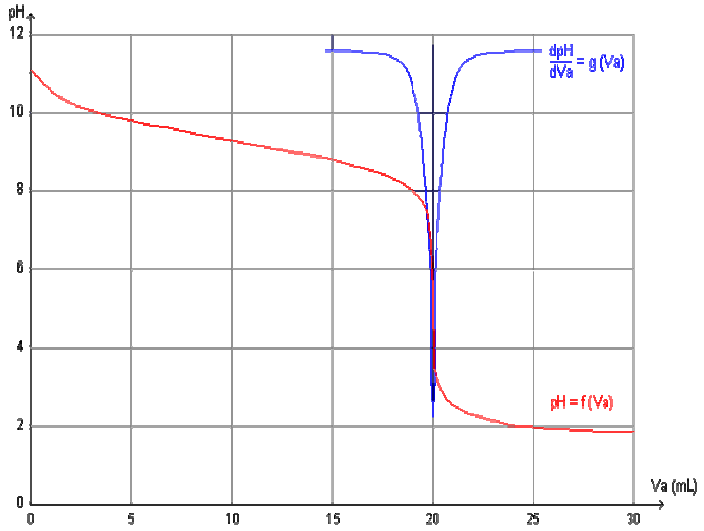
يعطى :

$M(O) = 16\ g/mol$ ، $M(C) = 12\ g/mol$ ، $M(H) = 1\ g/mol$ ، $pKa_2(NH_4^+/NH_3) = 9.2$

التمرين (29) :

نريد معايرة محلول النشادر بمحلول حمض كلور الماء ، لذا نضع في بيشر $V_b = 20\ mL$ من محلول (S) للنشادر تركيزه C_b مجهول و بواسطة سحاحة ، نضيف تدريجيا محلول كلور الهيدروجين تركيزه $C_a = 0,10\ mol/L$.
كل التجربة تحقق في $25°C$.

الشكل التالي يمثل المنحنين $pH = f(V_a)$ و $\frac{dpH}{dV_a} = g(V_a)$ الذي تحصلنا عليهما بواسطة برنامج خاص .



1- أرسم التجربة.
2- أكتب معادلة التفاعل.
3- أحسب ثابت التوازن K الموافق لهذا التفاعل.
يعطى عند 25°C :
$pKa\ (H_3O^+/H_2O) = 0,0$ ، $pKa\ (NH_4^+/NH_3) = 9,9$.
4- عين من المنحنى حجم الحمض المضاف عند التكافؤ . استنتج تركيز C_b لمحلول النشادر .
5- اشرح لماذا الـ pH أصغر من 7.
6- ما هو الكاشف الملون المناسب المستعمل بالاعتماد على الجدول التالي :

الكاشف	مجال تغير اللوني
هليانتين	3.2 - 4.4
فينول فتالين	8.1 - 9.8
أحمر الميثيل	4.2 - 3.2

التمرين (30) :

الهيليانتين هو كاشف ملون . الشكل حمض $HIn_{(aq)}$ هو أحمر و الشكل أساس $In^-_{(aq)}$ هو أصفر.
1- أكتب معادلة تفاعل الهيليانتين مع الماء . أكتب عبارة ثابت الحموضة للثنائية $(HIn_{(aq)}/In^-_{(aq)})$ و أحسب قيمته عند 25°C .
2- إن محلولا يأخذ اللون الأحمر عند إضافة بعض قطرات من الهيليانتين إذا كان $[HIn] > 10[In^-]$ ، و يأخذ اللون الأصفر إذا كان $[In^-] > 10[HIn]$.
أ- عين مجال التغير اللوني للهليانتين.
ب- ما هو لون الهليانتين ؟
جـ- لماذا نضيف فقط بضع قطرات من الكاشف الملون في المحلول ؟
3- نضيف بضع قطرات من الهيليانتين في محلول حمض كلو الماء تركيزه $[H_3O^+] = 10^{-2}\ mol/L$. ما هو لون الهيليانتين ؟
يعطى : $pKa(HIn/In^-) = 3.8$.