عدد المولات أو كمية المادة n بـ mol		$n = \frac{N}{N_A}$	▪ N_A عدد آفوقادرو: $N_A = 6{,}023.10^{23}$ ▪ N عدد الذرات أو الجزيئات
		$n = \frac{m}{M}$	▪ M : الكتلة المولية بـ g/mol ▪ m الكتلة بـ g
		$n = \frac{V_g}{V_M}$	▪ V_g حجم الغاز ▪ V_M الحجم المولي $L/$
التركيز المولي c بـ mol/L		$c = \frac{n}{V}$	▪ n عدد المولات بـ mol ▪ V حجم المحلول بـ L
التركيز الكتلي: c_m أو t بـ g/L		$c_m = \frac{m}{V}$	▪ m الكتلة بـ g ▪ V حجم المحلول بـ L
الكتلة الحجمية ρ بـ g/mL		$\rho = \frac{m}{V}$	▪ m كتلة العينة بـ g ▪ V حجم العينة بـ mL
الكثافة d	السوائل والمواد الصلبة	$d = \frac{\rho}{\rho_e}$	▪ ρ_e الكتلة الحجمية للماء $\rho_e = 1\ g/ml = 1kg/l$ ▪ ρ الكتلة الحجمية للسائل أو الصلب
	الغازات	$d = \frac{\rho_g}{\rho_a}$	▪ ρ_g الكتلة الحجمية للغاز ▪ ρ_a الكتلة الحجمية للهواء
	الغازات في الشروط النظامية	$d = \frac{M}{29}$	▪ M : الكتلة المولية بـ g/mol
قانون التمديد او التخفيف		$c_1V_1 = c_2V_2$	▪ c_1 تركيز المحلول المركز . ▪ c_2 تركيز المحلول المخفف . ▪ V_1 حجم المحلول المركز. ▪ V_2 حجم المحلول المخفف. ▪ حجم الماء المضاف : $V_e = V_2 - V_1$
معامل التمديد F		$F = \frac{c_1}{c_2} = \frac{V_2}{V_1}$	▪ c_1 تركيز المحلول المركز . ▪ c_2 تركيز المحلول المخفف . ▪ V_1 حجم المحلول المركز. ▪ V_2 حجم المحلول المخفف.
تركيز محلول تجاري		$C = \frac{10\,.P.d}{M}$	▪ P درجة النقاوة ▪ d الكثافة بالنسبة للماء. ▪ M الكتلة المولية .
الناقلية : G بـ S		$G = \frac{I}{U} = K\sigma$	▪ ثابت الخلية $K = \frac{S}{L}$ ▪ I التيار الكهربائي بـ A ▪ U التوتر الكهربائي بين طرفي الخلية بـ V ▪ σ الناقلية النوعية

التمرين1:باكالوريا علوم تجريبية 2008

İ – ننمذج التحوّل الكيميائي المحدود لحمض الإيثانويك (حمض الخل) مع الماء بتفاعل كيميائي معادلته.

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

1- أعط تعريفا للحمض وفق نظرية برونستد.

2- اكتب الثنائيتين$(acide/base)$ الداخلتين في التفاعل الحاصل.

3- اكتب عبارة ثابت التوازن K الموافق للتفاعل الكيميائي السابق.

İİ – نحضر محلولا مائيا لحمض الايثانويك حجمه $V = 100mL$، وتركيزه المولي$C = 2.7 \times 10^{-3}\, mol/L$ ، وقيمة الـ pH له في الدرجة 25°C تساوي 3,7.

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

2- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل، ثم احسب كلا من التقدم النهائي x_f والتقدم الأعظمي x_{max} .

3- احسب قيمة النسبة النهائية τ_f لتقدم التفاعل. ماذا تستنتج؟

4- احسب: أ – التركيز المولي النهائي لكل من $[CH_3C^-]_f$ و $[CH_3COOH]_f$.

ب – قيمة pKa للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) ،واستنتج النوع الكيميائي المتغلب ، برر اجابتك.

التمرين2: باكالوريا رياضيات2011

محلول مائي S_0 لحمض الإيثانويك CH_3COOH، حجمه V_0 وتركيزه المولي $C_0 = 0.01mol/l$.

1 – اكتب معادلة التفاعل المنمذجة لانحلال حمض الإيثانويك في الماء.

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

3 – اكتب عبارة كل من :

أ – نسبة التقدم النهائي τ_f بدلالة C_0 و $[H_3O^+]_f$.

ب – كسر التفاعل عند التوازن، وبيّن أنه يمكن كتابته على الشكل: $Q_{r.éq} = \frac{[H_3O^+]^2_{éq}}{C_0 - [H_3O^+]_{éq}}$.

ج – الناقلية النوعية $\sigma_{éq}$ عند التوازن بدلالة $\lambda_{H_3O^+}$ ، $\lambda_{CH_3COO^-}$ و $[H_3O^+]_{éq}$. (نهمل $[HO^-]_{éq}$).

4 – أ – باستخدام العلاقات المستنتجة سابقا، أكمل الجدوّل الموالي:

علما أن $\lambda_{H_3O^+} = 35.9\, mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{CH_3COO^-} = 3.6mS.m^2.mol^{-1}$

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

ب – استنتج تأثير التركيز المولي للمحلول على كل من :

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

التمرين 3: باكالوريا رياضيات 2008

İ – نأخذ محلولا مائيا (S_1) لحمض البنزويك $C_6H_5 - COOH$ تركيزه المولي$C_1 = 10^{-2}\, mol/L$ ، نقيس عند التوازن في الدرجة 25°C ناقليته النوعية فنجدها $\sigma = 0{,}86 \times 10^{-2} S/m$.

1 – اكتب معادلة التفاعل المنمذج لتحول حمض البنزويك في الماء.

2 – أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

3 – احسب التراكيز المولية للأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول (S_1)عند التوازن.

تعطى الناقلية المولية للشوارد : $\lambda_{H_3O^+} = 35.0\, mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{C_6H_5-COO^-} = 4\, mS.m^2.mol^{-1}$

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

5 – أحسب ثابت التوازن الكيميائي k_1.

İİ – نعتبر محلولا مائيا (S_2) لحمض الساليسيليك 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 الساليسيليك مع الماء.

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

التمرين4: باكالوريا علوم تجريبية 2011

انحلال حمض الإيثانويك CH_3COOH في الماء هو تحوّل 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 $C_0 = 0.01mol/l$ فنجدها $\sigma = 1,6 \times 10^{-2}S/m$.

1 – حدّد الثنائيات $(acide/base)$ المشاركة في هذا التحوّل.

2 – اكتب عبارة ثابت التوازن الكيميائي K بدلالة C_0 و $[H_3O^+]_{éq}$.

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

اكتب العبارة الحرفية للناقلية النوعية $\sigma(t)$ 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 – عيّن النسبة النهائية للتقدم τ_f .ماذا تستنتج؟

المعطيات: $\lambda_{H_3O^+} = 35.9\ mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{CH_3COO^-} = 4.1mS.m^2.mol^{-1}$

التمرين 5: باكالوريا رياضيات 2008

نعتبر محلولا مائيا لحمض الايثانويك حجمه $V = 100mL$ وتركيزه المولي $C = 10^{-2}\ mol/L$. نقيس الناقلية G لهذا المحلول في الدرجة $25°C$ بجهاز قياس الناقلية، ثابت خليته $k = 1,2 \times 10^{-2}m$ فكانت $G = 1.92 \times 10^{-4}S$.

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

2 – اكتب معادلة التفاعل المنمذج لانحلال حمض الايثانويك في الماء.

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

4 – أ/ أعط عبارة الناقلية النوعية σ للمحلول:

- بدلالة الناقلية G للمحلول والثابت k للخلية.
- 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 ، $\lambda_{H_3O^+}$ و $\lambda_{CH_3COO^-}$. احسب قيمته.

جـ/ استنتج قيمة pH المحلول.

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

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

$$\lambda_{H_3O^+} = 35.0\ mS.m^2.mol^{-1} \quad و \quad \lambda_{CH_3COO^-} = 4\ mS.m^2.mol^{-1}$$

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

التمرين 6 :

في كل التمرين المحاليل مأخوذة عند درجة الحرارة $25°C$ و

محلول لحمض الإيثانويك حضر بإذابة كتلة m منه في حجم من الماء المقطر قيمته $V = 300\ cm^3$ فكانت ناقليته النوعية $\delta = 9.75 mS.m^{-1}$ و تركيزه المولي C_0 .

1- أعط مفهوم الحمض حسب برونستد $*Bronsted*$.

2- أكتب معادلة تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء ، ثم عين الثنائيتين $(Acide / Base)$ الداخلتين في التفاعل .

3- أنجز جدولا لتقدم التفاعل .

4- أعط عبارة الناقلية النوعية σ بدلالة $\lambda_{H_3O^+}$ ، $\lambda_{CH_3COO^-}$ و $[H_3O^+(aq)]_f$ نهمل $[HO^-(aq)]_f$ أمام $[H_3O^+(aq)]_f$.

5- أحسب قيمة $[H_3O^+]$ ، ثم استنتج قيمة pH المحلول .

6 - علما أن pKa الثنائية $(Acide / Base)$ الموافقة لهذا الحمض هي 4.8 .

أ- أكتب العلاقة التي تربط بين pKa و pH هذا المحلول .

ب- أحسب قيمة التركيز المولي الابتدائي C_0 . جـ- استنتج قيمة الكتلة المذابة m.

نعطي : $\lambda_{H_3O^+} = 35.0\ mS.m^2.mol^{-1}$ و $\lambda_{CH_3COO^-} = 4\ mS.m^2.mol^{-1}$

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

التمرين7: باكالوريا رياضيات 2010

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

1 – أ – احسب التركيز المولي C_1 للمحلول(S_1)، علما أن الحجم المولي في شروط التجربة $V_M = 24\ L/mol$.

ب – أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحاصل .

2 – إن قياس pH المحلول (S_1) في الدرجة $25°C$ أعطى القيمة 11,1.

أ – أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

ب – احسب نسبة التقدم النهائي τ_{1f}. ماذا تستنتج ؟

3 – كلف الأستاذ في حصة الأعمال المخبرية فوج من التلاميذ لتحضير محلولا (S_2) حجمه $V = 50\ ml$ وتركيزه المولي $C_b = 2 \times 10^{-2} mol/l$ انطلاقا من المحلول (S_1).

أ – ما هي الخطوات العملية المتبعة لتحضير المحلول (S_2)؟

ب – إن قيمة pH المحلول (S_2) المحضر تساوي 10,8. احسب قيمة نسبة التقدم النهائيτ_{2f} للتفاعل.

ج – ما تأثير الحالة الابتدائية للجملة على نسبة التقدم النهائي للتفاعل ؟

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

التمرين 8: باكالوريا رياضيات 2012:

نحضر محلولا مائيا S_1 حجمه $V = 200ml$ لحمض البنزويك C_6H_5COOH بتركيز مولي $C_1 = 10^{-2}\ mol/l$ ثم نقيس الـ pH له فنجده $pH_1 = 3.1$.

1- اكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء .

2- أنشئ جدولا لتقدم هذا التفاعل .

3- احسب نسبة التقدم لهذا التفاعل τ_{1_f} , ماذا تستنتج ؟

4- اكتب عبارة ثابت الحموضة K_{a_1} للثنائية $C_6H_5COOH/C_6H_5OO^-$.

5- أثبت أن K_{a_1} يعطى بالعلاقة $K_{a_1} = C_1 \frac{{\tau_{1_f}}^2}{1-\tau_{1_f}}$, ثم احسب قيمته .

6- نأخذ حجما $20ml$ من المحلول S_1 ونمدده عشر مرات بالماء فنحصل على محلول S_1' لحمض البنزويك بتركيز مولي C'_1 , ثم نقيس الـ pH لهذا المحلول فنجده $pH'_1 = 3.6$.

أ- أثبت ان $C'_1 = 1 \times 10^{-3}\, mol/l$

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

ج- ما هو تأثير تحفيف المحاليل على نسبة التقدم النهائي ؟

التمرين 9 : باكالوريا علوم 2012

تؤخذ كل المحاليل في 25°C .

i. حضرنا محلولا S_1 لحمض الإيثانويك CH_3-COOH تركيزه المولي $C_1 = 10^{-2}\, mol/l$ وله $pH = 3.4$

1- اكتب معادلة تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء .

2- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الكيمائي .

3- بين ان CH_3-COOH لا يتفاعل كليا مع الماء.

4- اثبت أن C_1 ثابت التوازن للتفاعل يعطى بالعلاقة : $K_1 = C_1 \frac{{\tau_{1f}}^2}{1-\tau_{1f}}$, ثم احسب قيمته حيث τ_{1f} هي نسبة التقدم النهائي

5- ما هو النوع الكيميائي الذي يشكل الصفة الغالبة في المحلول ؟

ii. في تجربة ثانية حضرنا محلولا S_2 لحمض الإيثانويك تركيزه المولي: $C_2 = 10^{-1}\, mol/l$, الناقلية النوعية له: $\sigma = 50 ms.m^{-1}$

1- احسب التراكيز المولية للأنواع الشاردية المتواجدة في المحلول .

2- احسب كلا من : τ_{2f} و K_2 .

3- أ- ما هو تأثير التراكيز الابتدائية على نسبة التقدم النهائي ؟

ب-هل يتعلق ثابت التوازن بالتراكيز المولية الابتدائية ؟

$\lambda_{H_3O^+} = 35.0\, mS.m^2.mol^{-1}$ و $\lambda_{CH_3COO^-} = 4.1\, mS.m^2.mol^{-1}$

التمرين 10: باكالوريا علوم تجريبية 2009

محلول مائي لحمض الايثانويك CH_3COOH تركيزه C مقدرا بالوحدة (mol/l).

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

2 – أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي السابق.

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

4 – بين أنه يمكن كتابة عبارة ثابت الحموضة للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) على الشكل: $ka = \frac{{\tau_f}^2.C}{1-\tau_f}$.

5 – نحدد قيمة τ للتحول من أجل تراكيز مولية مختلفة (C) وندوّن النتائج في الجدوّل 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
$A = 1/C(L.mol^{-1})$				
$B = \tau^2/(1-\tau)$				

أ – أكمل الجدوّل السابق.

ب – مثّل البيان $A = f(B)$.

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

التمرين 11: باكالوريا تقني رياضي 2013

1- نحضر محلولا مائيا S_1 لحمض الإيثانويك CH_3-COOH وذلك بانحلال كتلة : $m=0.72g$ من حمض الإيثانويك النقي في $800ml$ من الماء المقطر , في درجة الحرارة 25°C كانت قيمة الـpH له 3.3 .

أ- احسب C_1 التركيز المولي للمحلول S_1 .

ب- اكتب المعادلة المنمذجة لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء .

ج- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل .

د- عبر عن التقدم x_{eq} عند التوازن بدلالة : pH و V . حيث : V حجم المحلول S_1 .

ه- بين أن قيمة الـpKa للثنائية : $CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq)$ هي : 4.76 .

2- نمزج حجما V_1 من المحلول S_1 كمية مادته n_0 مع حجم V_2 من محلول النشادر له نفس كمية المادة n_0 .

أ- اكتب معادلة التفاعل الحادث بين : CH_3-COOH و NH_3 .

ب- احسب ثابت التوازن K .

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

د- احسب τ_{eq} ماذا تستنتج ؟

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

تمرين12:

نريد دراسة التفاعل المباشر بين شوارد الايثانوات CH_3COO^- مع حمض الميثانويك $HCOOH$.

من أجل ذلك نضع في بيشر يحتوي على $500ml$ من الماء المقطر, $0.1mol$ من إيثانوات الصوديوم CH_3COONa و$0.1mol$ من حمض الميثانويك .

1- اكتب معادلة التفاعل الحادث وبين انه تفاعل حمض – أساس.

2- اكتب جدول تقدم التفاعل الحادث.

3- عين كسر التفاعل الابتدائي Q_{ri} .

4- عين عبارة كسر التفاعل النهائي بدلالة النسبة النهائية لتقدم التفاعل τ_f .

5- علما أن ثابت التوازن الموافق هذا التفاعل $K=13$ استنتج النسبة النهائية لتقدم التفاعل في هذه التجربة.

6- كيف يمكن تحسين قيمة τ_f لهذا التفاعل؟

التمرين13: باك 2015 علوم

/. نحضر محلولا لحمض الميثانويك HCOOH حجمه V وتركيزه المولي $C=0.01\,mol/l$ وله pH = 2.9 عند 25°C .

1- اكتب معادلة انحلال الحمض في الماء واذكر الثنائيتين (أساس/ حمض) الداخلتين في التفاعل .

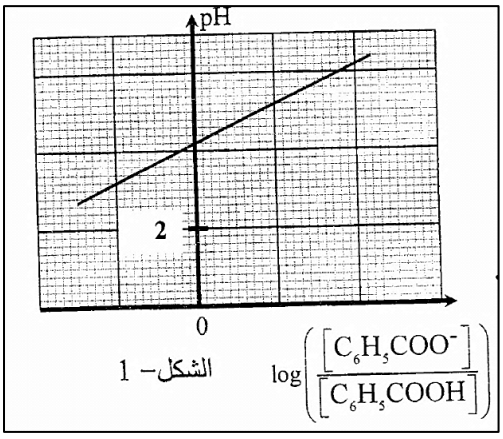
2- أنشئ جدول تقدم التفاعل.

3- احسب نسبة التقدم النهائي τ_f للتفاعل . ماذا تستنتج؟

4- احسب قيمة الـ pKa للثنائية $(HCOOH/HCOO^-)$.

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

$\text{pH} = f\left(log\frac{[C_6H_5CO_2^-]}{[C_6H_5CO_2H]}\right)$.



الشكل- 1

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

2- أوجد علاقة pH المحلول بدلالة الـ pKa للثنائية $(C_6H_5CO_2H/C_6H_5CO_2^-)$ والنسبة $\frac{[C_6H_5CO_2^-]}{[C_6H_5CO_2H]}$.

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

4- أي الحمضين اقوى $HCOOH$ أم $C_6H_5CO_2H$ اذا علمت أن لهما نفس التركيز المولي؟ برر اجابتك.

التمرين14: باكالوريا علوم تجريبية 2014

في حصة الأعمال التطبيقية، طلب الأستاذ من تلامذته تحضير محاليل مائية لأحد الأحماض الصلبة HA بتراكيز مولية مختلفة وقياس pH كل محلول في درجة الحرارة 25°C، فكانت النتائج كالتالي:

$c(mol/L)$	$1,0\cdot10^{-2}$	$5,0\cdot10^{-3}$	$1,0\cdot10^{-3}$	$5,0\cdot10^{-4}$	$1,0\cdot10^{-4}$
pH	3,10	3,28	3,65	3,83	4,27
$[H_3O^+]_{éq}\ (mol\cdot L^{-1})$					
$[A^-]_{éq}\ (mol\cdot L^{-1})$					
$[HA]_{éq}\ (mol\cdot L^{-1})$					
$Log\frac{[A^-]_{éq}}{[HA]_{éq}}$					

1-أعط بروتوكولا تجريبيا توضح فيه كيفية تحضير محلولا للحمض الصلب HA تركيزه المولي C وحجمه V.

2- عرف الحمض HA حسب برونشتد واكتب معادلة تفاعله مع الماء.

3- أكمل الجدول السابق.

4-جد عبارة pH المحلول المائي للحمضHA بدلالة الثابت pKa للثنائية (HA/A^-).

5-أ- ارسم المنحنى $pH = f\left(log\frac{[A^-]_{eq}}{[HA]_{eq}}\right)$ واكتب معادلته.

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

الثنائية	$HCOOH\ /\ HCOO^-$	$C_2H_5COOH\ /\ C_2H_5COO^-$	$C_6H_5COOH\ /\ C_6H_5COO^-$
pK_a	3,8	4,87	4,2

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

التمرين 15 :

يهمل التفكك الذاتي للماء في كامل التمرين.

أ- نحضر محلولا (S_1) لغاز النشادر NH_3 تركيزه المولي $C = 0.02\,mol/l$ وحجمه $V = 100ml$ نقيس الناقلية النوعية له فنجدها : $\sigma = 15.3mS.m^{-1}$.

1- اكتب معادلة انحلال غاز النشادر في الماء.

2- انشئ جدولا لتقدم التفاعل الحادث ,

3- احسب تراكيز الافراد المتواجدة في المحلول .

4- احسب نسبة التقدم النهائي τ_f . ماذا تستنتج؟

5- احسب قيمة ثابت التوازن k لهذا التفاعل ثم استنتج قيمة الـ pka للثنائية (NH_4^+/NH_3).

ب- نحضر محلولا (S_2) حجمه $V_2 = 200ml$ انطلاقا من المحلول(S_1) بتمديده 20 مرة .

1- احسب C_2 تركيز المحلول (S_2).

2- بين أن نسبة التقدم النهائي τ_{2f} تعطى بالعبارة: $\tau_{2f} = \frac{1}{1+10^{pH-pKa}}$ ثم احسب قيمتها علما ان $pH = 10.08$.

3- هل يؤثر تخفيف المحلول على نسبة التقدم؟

معطيات: $\lambda_{OH^-} = 19.9\, mS.m^2/mol$, $\lambda_{NH_4^+} = 7.34\, mS.m^2/mol$, $Ke = 10^{-14}$.

التمرين 16 :

نحضر محلولا حجمه $V = 1\, l$ من كلور الأمونيوم $(NH_4^+ + Cl^-)$ و ذلك بإذابة كتلة $m = 214mg$ منه .

نقيس ناقليته النوعية فنجدها $\sigma = 59.8mS/m$

1- احسب التركيز المولي C لمحلول الناتج .

2- ندرس فعل الماء على شوارد الأمونيوم NH_4^+

أ- اكتب معادلة تأثير الماء على شوارد الامونيوم .

ب- أنشئ جدولا لتقدم لهذا التفاعل .

ج- أثب انه يمكن كتابة تركيز شوارد الهيدرونيوم بالعلاقة التالية ثم احسب قيمتها .

$$[H_3O^+] = \frac{\sigma - C(\lambda_{NH_4^+} + \lambda_{Cl^-})}{\lambda_{H_3O^+} - \lambda_{NH_4^+}}$$

3- اثبت ان عبارة ثابت التوازن لانحلال الامونيوم هي : $K_a = \frac{10^{-2PH}}{C}$

- استنتج PK_a الثنائية NH_4^+ / NH_3 .

$M(NH_4Cl) = 53.5\, g/mol$, $\lambda_{H_3O^+} = 35 \times 10^{-3} S\, m^2/mol$,

$\lambda_{NH_4^+} = 7.34 \times 10^{-3} S\, m^2/mol$, $\lambda_{Cl^-} = 7.6 \times 10^{-3} S\, m^2/mol$

التمرين 17: باكالوريا علوم 2012

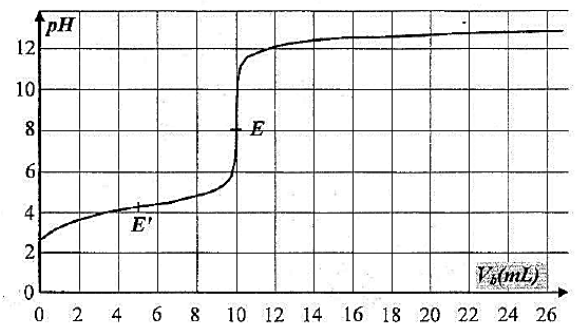
تؤخذ كل المحاليل في 25°C .

نحضر محلولا مائيا S حجمه $500ml$ لحمض البنزويك النقي C_6H_5COOH في الماء .

1- اكتب معادلة انحلال حمض البنزويك في الماء .

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

3- نعاير حجما $V_a = 20ml$ من محلول حمض البنزويك بمحلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{aq} + OH^-_{aq})$ تركيزه المولي : $C_b = 0.2\, mol/l$ المنحنى البياني يعطي تطور pH المزيج بدلالة حجم الأساس المضاف $_b$.



أ- اكتب معادلة تفاعل المعايرة .

ب- عين احداثيات النقطتين E و E' من الشكل , ما مدلولهما الفيزيائي ؟

ج- جد التركيز المولي C_a لحمض البنزويك .

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

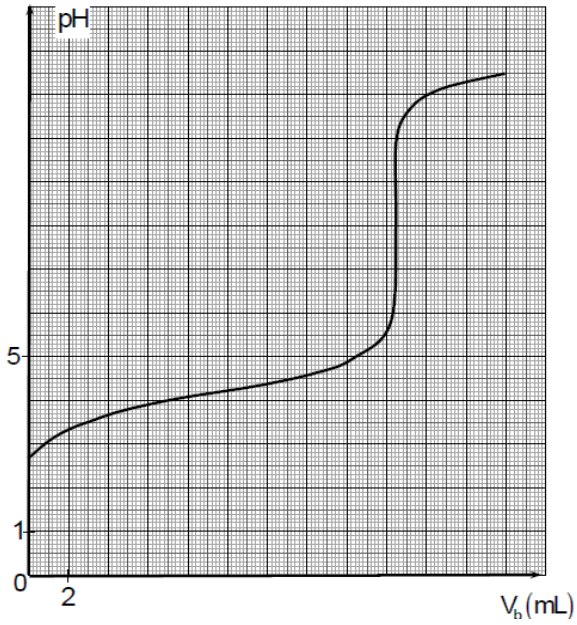
ه- جد قيمة K_a للثنائية : $C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$.

و- ما هو النوع الكيميائي الذي يشكل الصفة الغالة عند $pH = 6$ ؟

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

التمرين 18: باكالوريا علوم 2013

نعاير حجما $V_a = 20ml$ من محلول مائي ممدد لحمض البنزويك $C_6H_5CO_2H$, تركيزه المولي C_a بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_b = 10^{-1}\,mol/l$ وحجمه V_b .النتائج المتحصل عليها مكنت من رسم البيان $pH = f(V_b)$



1- ارسم بشكل تخطيطي التركيب التجريبي لعملية المعايرة

2- بين كيف يمكن تحقيق قياس الـpH لمحلول .

3- اكتب معادلة تفاعل المعايرة .

4- حدد بيانيا :

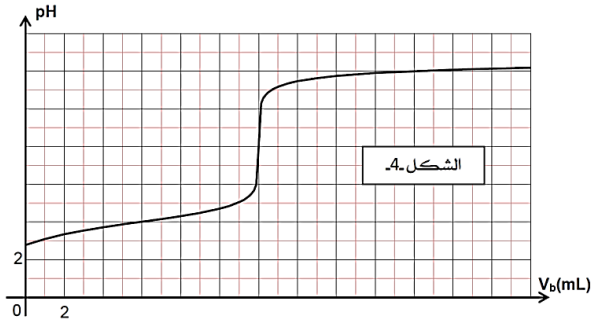
أ- احداثيات نقطة التكافؤ E , ثم احسب C_a .

ب- قيمة الـ pKa للثنائية $C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$.

ج- قيمة الـpH من اجل $V_b = 0$ بين أن حمض البنزويك حمض ضعيف .

التمرين 19: باكالوريا علوم تجريبية 2008

يحتوي الحليب على حمض اللاكتيك (حمض اللبن) الذي تزداد كميته عندما لا تحترم شروط الحفظ، ويكون الحليب غير صالح للاستهلاك إذا زاد تركيز حمض اللاكتيك فيه عن $2.4 \times 10^{-2}\,mol/L$.الصيغة الكيميائية لحمض اللاكتيك هي $CH_3 - CHOH - COOH$ ونرمز لها اختصارا HA. أثناء حصة الأعمال المخبرية، طلب الأستاذ من تلميذين تحقيق معايرة عيّنة من حليب قصد معرفة مدى صلاحيته.



التجربة الأولى: أخذ التلميذ الأوّل حجما $V_a = 20mL$ من الحليب وعايره بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المول $C_b = 5 \times 10^{-2}\,mol/L$ متتبعا تغيرات pH المزيج بواسطة pH متر، فتحصل على المنحنى الممثل في الشكل4.

التجربة الثانية: أخذ التلميذ الثاني حجما $V_a = 20mL$ من الحليب ومدده بالماء المقطر إلى أن أصبح حجمه $200mL$ ثمّ عاير المحلول الناتج بمحلول هيدروكسيد الصوديوم السابق مستعملا كاشفا ملونا مناسبا فلاحظ أن لون الكاشف يتغير عند إضافة حجم من الصودا قدره $V_a = 12.9mL$.

1 – اكتب 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 صلاحيته للاستهلاك؟

5 – برأيك، أي تجربة أكثر دقة؟

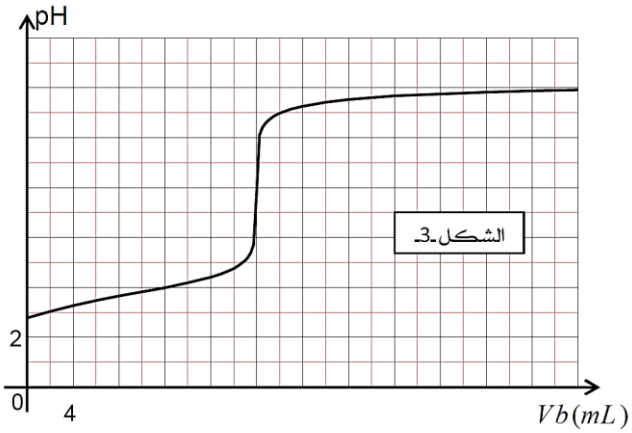
التمرين20: باكالوريا علوم تجريبية 2010

المحاليل المائية 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 إضافة $180mL$ من الماء المقطر) لنحصل على محلول (S_1).

التجربة الثانية: نأخذ حجما $V_1 = 20mL$ من المحلول الممدد (S_1) ونعايره بمحلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + HO^-)$ تركيزه المولي $C_b = 0.02\,mol/L$. أعطت نتائج المعايرة البيان الشكل – 3



1 – اشرح باختصار كيفية تمديد المحلول (S_0) وما هي الزجاجيات الضرورية لذلك؟

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

3 – عيّن بيانيا إحداثيتي نقطة التكافؤ، واستنتج 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 21: باكالوريا علوم تجريبية 2010

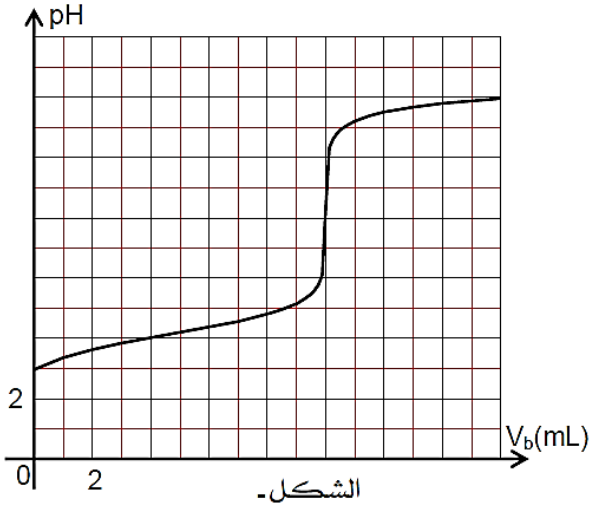
يتكون مشروب غازي من ثنائي أكسيد الكربون CO_2 منحل في الماء والسكر وحمض البنزويك $C_6H_5 - COOH$.

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 ثمّ يعايره بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + HO^-)$ ذي التركيز المولي $C_b = 0.1\,mol/L$.

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

باعتبار حمض البنزويك الحمض الوحيد في المشروب الغازي.

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



ب – حدد بيانيا إحداثيتي نقطة التكافؤ E.

ج – استنتج التركيز المولي C_a لحمض البنزويك.

2 – من أجل حجم $V_b = 10mL$ هيدروكسيد الصوديوم المضاف:

أ – أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

ب – أوجد كمية مادة كل من شوارد الهيدرونيوم H_3O^+ . وجزيئات حمض البنزويك المتبقية في الوسط التفاعلي مستعينا بجدوّل التقدم.

3 – ما هو الكاشف المناسب لمعرفة نقطة التكافؤ من بين الكواشف المذكورة أدناه مع التعليل؟

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

التمرين22: باكالوريا رياضيات 2010

نحضر محلولا (S) لحمض الإيثانويك CH_3COOH لهذا الغرض نحل 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 – اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحادث.

2 – أ/ أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي.

ب/ أوجد قيمة التقدم النهائي τ_f .

ج/ إذا علمت أن نسبة التقدم النهائي $\tau_f = 0.039$ بين أن قيمة التركيز المولي $C = 0.01\,mol/L$. ثمّ استنتج m قيمة الكتلة المنحلة في المحلول (S).

3 – احسب كسر التفاعل الابتدائي Q_{ri} وكسر التفاعل عند التوازن Q_{rf} ما هي جهة تطور الجملة الكيميائية؟

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

أ/ اذكر البروتوكول التجريبي لهذه المعايرة.

ب/ اكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحوّل.

ج/ احسب 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؟

$M(H) = 1g/mol$ ، $M(C) = 12g/mol$ ، $M(O) = 16g/mol$ ، $pKa(CH_3COOH/CH_3COO^-) = 4,8$

التمرين 23: باكالوريا علوم 2013

نحضر محلولا مائيا S لحمض الإيثانويك CH_3COOH حجمه V , تركيزه $C = 10^{-2}\ mol/l$.

نقيس الناقلية الكهربائية النوعية σ للمحلول S في درجة الحرارة 25°C فكانت : $\sigma = 16ms.m^{-1}$.

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

2- جد عبارة $[H_3O^+]$ في المحلول S بدلالة σ و $\lambda_{CH_3COO^-}$ و $\lambda_{H_3O^+}$ حيث : λ الناقلية النوعية المولية الشاردية , ثم احسبه .

3- بين ان قيمة الـ pH للمحلول هي 3.4.

4- نعاير حجما V_a من المحلول السابق S بواسطة محلول هيدروكسيد البوتاسيوم $(K^+_{aq} + OH^-_{aq})$ تركيزه المولي $C_b = 2 \times 10^{-3}\ mol/l$. قبل عملية المعايرة , كانت النسبة : $\frac{[CH_3COO^-(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]} = 41.43 \times 10^{-3}$ وأثناء المعايرة عند إضافة حجم $V_b = 10ml$ أصبحت النسبة : $\frac{[CH_3COO^-(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]} = 1$.

أ- استنتج قيمة K_A ثابت الحموضة للثنائية $CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq)$

ب- احسب قيمة V_a .

$\lambda_{H_3O^+} = 35.0\ mS.m^2.mol^{-1}$ و $\lambda_{CH_3COO^-} = 4.1\ mS.m^2.mol^{-1}$

التمرين24: باك 2015 رياضيات.

تتعرض اغلب الأجهزة الكهرومنزلية مثل المسخن المائي وآلة تقطير القهوة الى ترسبات كلسية يمكن ازالتها باستعمال منظفات تجارية ، يفضل استعمال المنظفات التي تحتوي على حمض اللاكتيك $C_3H_6O_3$ نظرا لفاعليته وعدم تفاعله مع مكونات الأجهزة وتحلله بسهولة في الطبيعة ، إضافة إلى انه غير ملوث للبيئة. كتب على لاصقة قارورة المنظف التجاري المعلومات التالية:

- النسبة المئوية لحمض اللاكتيك في المنظف $P = 45\%$.
- يستعمل المنظف التجاري المركز مع التسخين .
- الكتلة المولية الجزيئية لحمض اللاكتيك $M = 90g/mol$.
- الكتلة الحجمية للمنظف التجاري $\rho = 1.13kg/l$.

1- نحضر حجما $V = 500ml$ من محلول مائي لحمض اللاكتيك تركيزه $C = 0.1\ mol/l$ ، أعطى قياس pH هذا المحلول $pH = 2.4$ عند 25°C .

أ- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل حمض اللاكتيك مع الماء.

ب- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

ج- احسب تراكيز الافراد الكيميائية المتواجدة في المحلول عند التوازن عدا الماء.

د- احسب ثابت الحموضة pKa للثنائية $(C_3H_6O_3/C_3H_5O_3^-)$.

2- بهدف التحقق من النسبة المئوية الكتلية لحمض اللاكتيك في المنظف التجاري المركز ، نمدده 100 مرة فنحصل على محلول (S_a) لحمض اللاكتيك تركيزه المولي C_a . نعاير حجما $V_a = 10ml$ من المحلول (S_a) بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + HO^-)$ تركيزه المولي $C_b = 0.02\ mol/l$. نصل الى نقطة التكافؤ عند إضافة الحجم $V_{bE} = 28.3ml$.

أ- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل المعايرة .

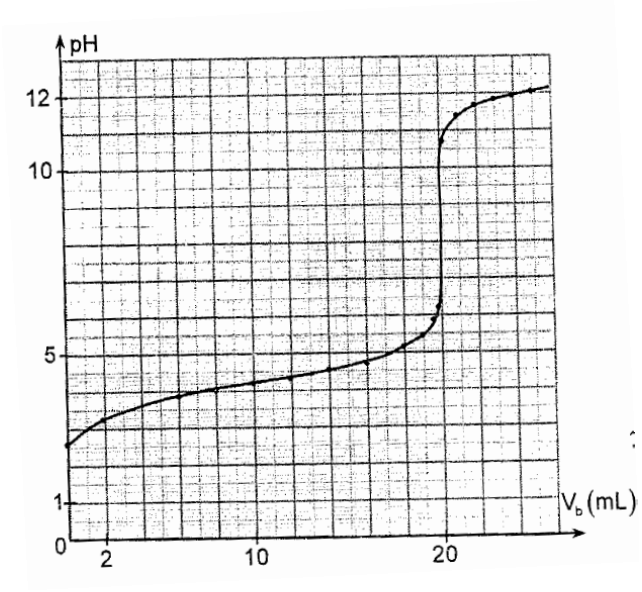
ب- احسب قيمة C_a ، واستنتج قيمة C_0 التركيز المولي للمنظف التجاري المركز.

ج- احسب النسبة المئوية الكتلية لحمض اللاكتيك في المنظف التجاري . ماذا تستنتج؟

الكتلة الحجمية للماء $\rho = 1kg/l$.

تمرين25: باك 2015 علوم

نعاير حجما $V_a = 20ml$ من محلول مائي لحمض البنزويك $C_6H_5CO_2H$ تركيزه المولي C_a مجهول بمحلول لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ تركيزه المولي $C_b = 0.1\ mol/l$. النتائج المتحصل عليها مكنت من رسم البيان $pH = f(V_b)$. حيث V_b حجم الاساس المسكوب:



1- اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحادث .

2- حدد بيانيا احداثيات نقطة التكافؤ E .

3- احسب التركيز المولي C_a للحمض .

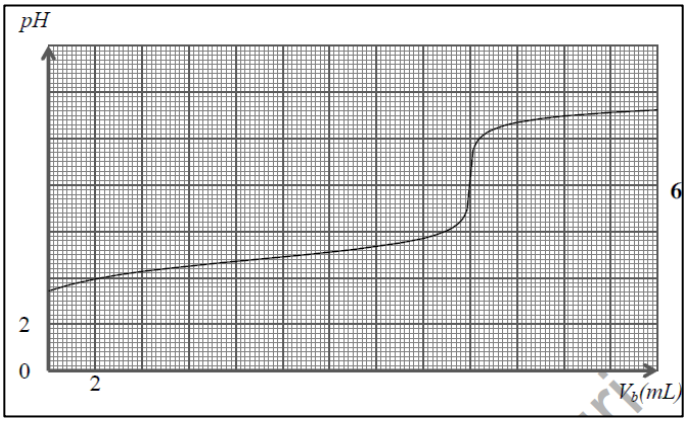
4- عين بيانيا قيمة الـ pKa للثنائية: $(C_6H_5CO_2H/C_6H_5CO_2^-)$.

5- احسب تركيز الافراد الكيميائية المتواجدة عند سكب $14ml$من المحلول الاساسي ثم اوجد قيمة التقدم النهائي τ_f للتفاعل . ماذا تستنتج؟ علما ان المعايرة تمت عند 25°C.

التمرين 26: باكالوريا تقني رياضي 2013

كتب على قارورة ما يلي : حمض الإيثانويك CH_3COOH تركيزه المولي C_a .

1- بهدف تحديد التركيز المولي لمحلول حمض الإيثانويك قيس الـpH فوجد 3.8 عند درجة الحرارة 25°C .



أ- اكتب معادلة انحلال حمض الإيثانويك في الماء .

ب- اكتب عبارة نسبة التقدم عند التوازن بدلالة : C_a و $[H_3O^+]_{eq}$.

ج- استنتج التركيز المولي لمحلول حمض الايثانويك C_a علما أن : $\tau_{eq} = 0.0158$.

2- بهدف التأكد من قيمة C_a , نعاير حجما $V_a = 18ml$ من محلول حمض الايثانويك بمحلول هيدروكسيد الصوديوم , تركيزه المولي : $C_b = 10^{-2}\ mol/l$. استعمال تجهيز $ExAO$ مكن من الحصول على البيان .

أ- أنشئ جدولا لتقدم تفاعل المعايرة .

ب- جد احداثيات نقطة التكافؤ $E(V_{bE}, pH_E)$, ثم احسب C_a .

3- عند إضافة حجم : $V_b = 9ml$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم , نجد pH المحلول هو 4.8 .

أ- عبر عن النسبة $\frac{[CH_3COO^-(aq)]}{[CH_3COOH(aq)]}$ بدلالة pH و pKa , ثم احسبها .

ب- عبر عن النسبة السابقة بدلالة تقدم التفاعل x , ثم استنتج قيمة x .

ج- احسب النسبة النهائية للتقدم τ , ماذا تستنتج ؟

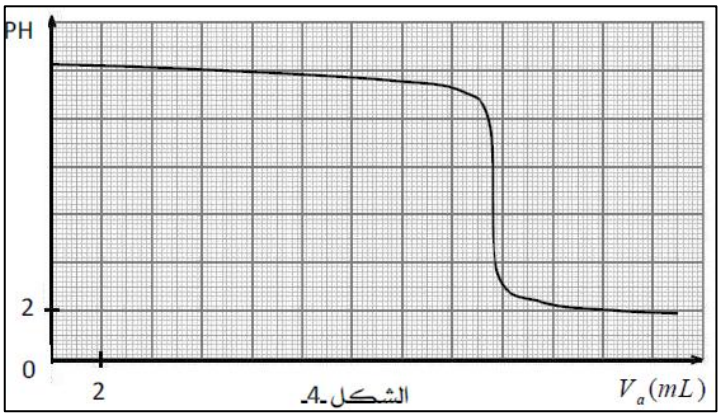
$$pKa(CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq)) = 4.8$$

التمرين27: باكالوريا رياضات 2011

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

1 – أ – بيّن بالحساب أن التركيز المولي للمحلول يقارب $C_0 = 8,8\ mol/l$.

ب – ما هو حجم محلول حمض كلور الهيدروجين الذي تركيزه المولي $C_a = 0,1\ mol/l$ اللازم لمعايرة $V_0 = 10\ ml$ من العيّنة المخبرية السابقة؟



الشكل-4-

ج – هل يمكن تحقيق هذه المعايرة بسهولة؟ علّل.

2 – نحضر محلولا S بتمديد العيّنة المخبرية 50 مرة. صف البروتوكول التجريبي الذي يسمح بتحضير $500\ ml$ من المحلول S.

3 – نأخذ بواسطة ماصة حجما $V_b = 10\ ml$ من المحلول S. نضعها في بيشر، نضع مسبار جهاز الـ pH متر في البيشر ونضيف إليه كمية مناسبة من الماء المقطر تجعل المسبار مغمورا بشكل ملائم. نقيس قيمة الـ pH، بعدها نسكب بواسطة سحاحة حجما من المحلول الحمضي ثمّ نعيد قياس الـ pH نكرر العملية، ونرسم البيان.

أ – كيف نضع مسبار الـ pH – متر حتى يكون مغمورا بشكل ملائم في البيشر؟ لماذا؟

ب – اكتب المعادلة المنمذجة للتحوّل الحادث أثناء المعايرة.

ج – عيّن الإحداثيتين $(V_{aE}\ ;\ PH_E)$ لنقطة التكافؤ E مع ذكر الطريقة المتبعة.

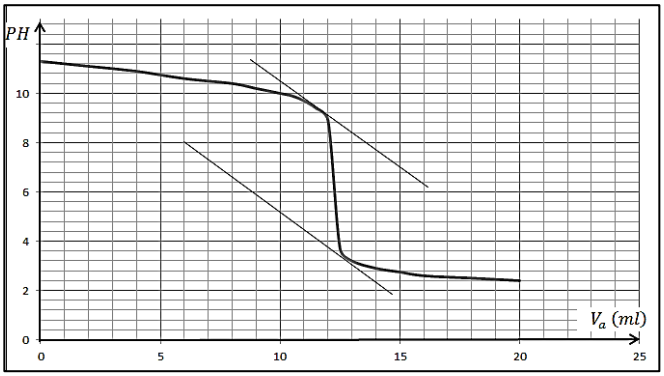
د – احسب التركيز المولي للمحلول S ثمّ استنتج التركيز المولي للعينة المخبرية.

$$M(H) = 1g/mol\ ،\ M(Na) = 23g/mol\ ،\ M(O) = 16g/mol$$

التمرين 28 :

المثيل أمين $CH_3NH_{2(aq)}$ هو أساسا ضعيف ينحل في الماء ليعطي شوارد الميثيل أمونيوم $CH_3NH_3{}^+{}_{(aq)}$.

نقوم بمعايرة محلول تركيزه C_b مجهول بواسطة محلول حمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)$, من اجل ذلك نضع في بيشر حجما $V_b = 20\ ml$ من محلول مثيل أمين ثم نظيف اليه تدريجيا بواسطة سحاحة محلولا من كلور الهيدروجين تركيزه $C_a = 0.02\ mol/l$. نقيس PH المزيج عند كل إضافة بواسطة جهاز PH متر فنتحصل على المنحنى البياني :



1- اوجد احداثيات نقطة التكافؤ .

2- في غياب الـ PH متر ما هو الكاشف الملون المناسب لهذه المعايرة .

3- عين التركيز المولي C_b لمحلول المثيل امين .

4- ندرس انحلال محلول المثيل امين السابق في الماء

أ- أنشئ جدولا لتقدم تفاعل انحلال المثيل أمين في الماء .

ب- عبر عن نسبة تقدم التفاعل τ_f بدلالة التركيز المولي C_b , والـ K_e و PH المحلول .

- احسب τ_f , ماذا تستنتج ؟

ج- اكتب عبارة K ثابت توازن انحلال المثيل أمين بدلالة تراكيز الشوارد الموجودة في المحلول .

- اثبت أن عبارة ثابت الحموضة K_a تعطى بالعلاقة : $K_a = \frac{K_e(1-\tau_f)}{C_b.\tau_f{}^2}$ ثم احسبه .

- استنتج PKa للثنائية $CH_3NH_3{}^+/CH_3NH_2$ بطريقتين .

الكاشف	احمر البروموفينول	احمر الفينول	الهليانتين	الفينول فتالين
مجال تغير اللون	6.8-5.2	8.4-6.6	4.4-3.1	10-8.2

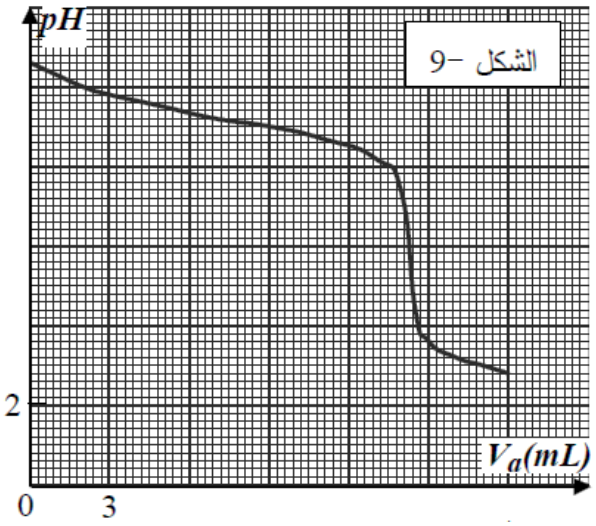
التمرين29: باكالوريا رياضات 2014

نريد تحديد تجريبيا التركيز المولي C_b لمحلول مائي (S) للنشادر NH_3 عن طريق المعايرة الـ pH مترية ، لذلك نعاير حجما $V_b = 20mL$ من المحلول (S) بواسطة حمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)$ تركيزه المولي $C_a = 0.015mol/L$.

1-أ- أعط البروتوكول التجريبي لهذه المعايرة مع رسم تخطيطي للتجهيز المستعمل .

ب- أنجز جدول تقدم التفاعل الذي ينمذج التحول الكيميائي الحادث بين محلول النشادر وحمض كلور الماء .

2- النتائج المحصل عليها عند 25°C سمحت برسم البيان (الشكل-09) بالاعتماد على البيان جد:



أ- إحداثيتي نقطة التكافؤ .

ب-التركيز المولي الابتدائي C_b.

ج- قيمة الـ pKa للثنائية (NH_4^+/NH_3).

3-أحسب قيمة ثابت التوازن K لهذا التفاعل .

4-عند إضافة حجم $V_a = 9mL$ من المحلول الحمضي :

أ- احسب النسبة $\frac{[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f}$ للمزيج التفاعلي النهائي .

ب-عبر عن النسبة السابقة بدلالة C_b و V_b والتقدم النهائي x_f.

ج- احسب قيمة نسبة التقدم النهائي τ_f لتفاعل المعايرة عند الإضافة السابقة .ماذا تستنتج ؟

التمرين 30:

I/- نحضر محلولا (S) بإذابة حجم $V_g = 2L$ من غاز النشادر NH_3 في حجم $V = 1L$ من الماء المقطر، بعد قياس قيمة PH المحلول نجد $PH = 11.85$.

1- احسب التركيز الابتدائي C_0 للمحلول (S).

2- أكتب معادلة انحلال NH_3 في الماء ، محددا الثنائيتين (أساس / حمض) .

3 - أنشئ جدول تقدم هذا التفاعل.

4 - عبر عن نسبة تقدم التفاعل τ_f و K_e و التركيز المولي C_0 و PH المحلول . أحسب قيمتها ، ماذا تستنتج؟

5 - أحسب التراكيز المولية للأنواع الكيميائية الموجودة في المحلول عند التوازن.

6 - استنتج قيمة ثابت الحموضة Ka وقيمة PKa للثنائية : (أساس / حمض) .

II/- المعايرة المترية: نأخذ حجما $10\ ml$ من المحلول السابق (S) ونضيف إليه حجما Ve من الماء المقطر, فنحصل على محلولا مائيا (S_1) لنفس الأساس تركيزه المولي C_B .

مجال تغير اللون	الكاشف
$5.2 \rightarrow 6.8$	احمر البروموفينول
$6.6 \rightarrow 8.4$	احمر الفينول
$3.1 \rightarrow 4.4$	الهليانتين
$8.2 \rightarrow 10$	الفينول فتالين

لتحديد C_B نعاير حجما $V_B = 10\,ml$ من المحلول (S_1) بواسطة محلولا مائيا لحمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)$ تركيزه المولي $C_A = 2\times10^{-3}\,mol/l$ بعد دراسة منحنى تغيرات PH المحلول بدلالة الحجم المضاف تعطى إحداثي نقطة $E(V_{AE} = 20\,ml, PH_E = 5.6)$

1- ما المقصود بنقطة التكافؤ.

2- أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

3- أحسب قيمة ثابت التوازن لهذا التفاعل ، ماذا تستنتج؟

5- أحسب قيمة C_B ، واستنتج حجم الماء المضاف Ve.

6- استنتج قيمة PH المحلول عندما نضيف حجما قدره $V_A = 10\,ml$ من المحلول المائي لحمض كلور الماء ، وما هو النوع الكيميائي الغالب . في المحلول للثنائية (أساس / حمض).

7- من بين الكواشف التالية ، ما هو المناسب لهذه المعايرة .علل جوابك.؟ $K_e = 10^{-14}, V_M = 25\,mol/l$

التمرين31: باك 2015 رياضيات:

تستعمل المنتوجات الصناعية الأزوتية في المجال الفلاحي لتوفرها على عنصر الأزوت الذي يعد من بين العناصر الضرورية لتخصيب التربة . يحتوي منتوج صناعي على نترات الامونيوم NH_4NO_3 كثير الذوبان في الماء . تشير لاصقة كيس المنتوج الصناعي الأزوتي الى النسبة المئوية لعنصر الأزوت 33% . القياسات تمت عند 25°C .

في اللحظة $t = 0$ نمزج حجما $V_1 = 20ml$ من محلول شوارد الامونيوم NH_4^+ تركيزه المولي $C_1 = 0.15\,mol/l$ مع حجم $V_2 = 10ml$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + HO^-)$ تركيزه المولي $C_2 = 0.15\,mol/l$. قيس pH المزيج التفاعلي فوجد pH = 9.2 . ننمذج التحول الكيميائي الحادث بالمعادلة الكيميائية التالية:

$$NH_4^+{}_{(aq)} + HO^-{}_{(aq)} = NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$$

1- أ- بين أن التفاعل السابق هو تفاعل حمض – أساس .

ب – أنشئ جدولا لتقدم التفاعل . حدد المتفاعل المحد واستنتج التقدم الأعظمي x_{max} .

جـ – بين أنه عند التوازن : $x_{eq} = 1.5\times10^{-3}\ mol$.

د – احسب النسبة النهائية τ_f لتقدم التفاعل . ماذا تستنتج؟

2- بهدف التأكد من النسبة المئوية الكتلية لعنصر الازوت في المنتوج الصناعي ، نذيب عينة كتلتها $m = 6g$ منه في حوجلة عيارة ، فنحصل على محلول (S_a) حجمه $250ml$ نأخذ حجما $V_a = 10ml$ من المحلول (S_a) ونعايره بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_b = 0.2\,mol/l$ ، نصل الى نقطة التكافؤ عند اضافة الحجم $V_{bE} = 14ml$.

أ- احسب التركيز المولي C_a للمحلول (S_a) واستنتج كتلة الازوت في العينة.

ب- تعرف النسبة المئوية الكتلية للأزوت بأنها : النسبة بين كتلة الازوت في العينة وكتلة العينة .

- احسب النسبة المئوية الكتلية لعنصر الازوت في العينة . ماذا تستنتج؟

تعطى : $M(H) = 1\,g/mol\ , M(N) = 14\,g/mol, M(O) = 16\,g/mol \quad PKa(NH_4^+/NH_3) = 9.2$

التمرين 32: باكالوريا تقني رياضي 2012

الايبوبروفين حمض كربوكسيلي صيغته الجزيئية الاجمالية : $C_{13}H_{18}O_2$, دواء يعتبر من المضادات للالتهاب , سبيه بالاسبيرين , ممكن استعماله للآلام ومخفض للحرارة . تباع مستحضراته في الصيدليات على شكل مسحوق في أكياس تحمل المقدار $200mg$ يذوب في الماء .

في كل هذا النشاط نرمز لحمض الايبوبروفين بـ $RCOOH$ ولأساسه المرافق $RCOO^-$. $M(RCOOH) = 206\,g/mol$. تؤخذ كل المحاليل في 25°C .

أولا : نذيب محتوى كيس الايبوبروفين $200mg$ من الحمض في بيشر به ماء فنحصل على محلول مائي S_0 تركيزه المولي C_0 وحجمه $V_0 = 500ml$.

1- تأكد من أن $C_0 \approx 0.002\,mol/l$

2- أعطى قياس الـ pH للمحلول S_0 القيمة : $pH = 3.5$.

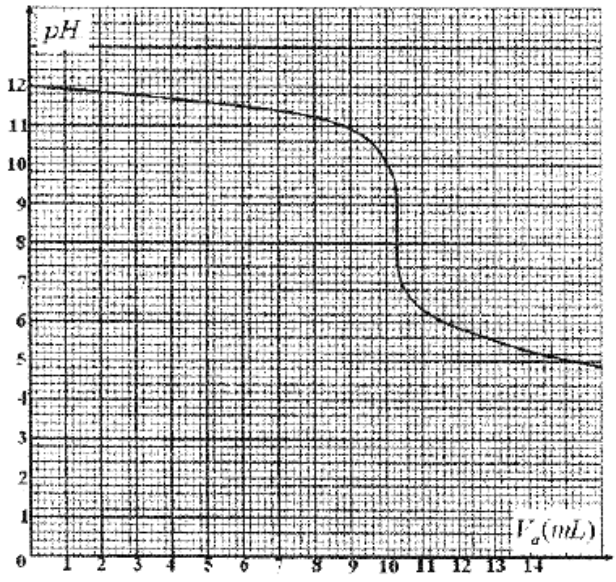
أ- تحقق باستعانتك بجدول التقدم أن تفاعل حمض الايبوبروفين مع الماء محدود .

ب- اكتب كسر التفاعل Q_r لهذا التحول .

ج- بين ان عبارة Q_r عند التوازن تكتب من الشكل : $Q_{r_{eq}} = \frac{x_{max}{\tau_f}^2}{V_0(1-\tau_f)}$ حيث τ_f نسبة التقدم النهائي و x_{max} التقدم الاعظمي .

د- استنتج قيمة ثابت التوازن K .

ثانيا : للتحقق من صحة المقدار المسجل على الكيس , نأخذ حجما $V_b = 100ml$ من محلول مائي S_b لهيدروكسيد الصوديوم $\left(Na^+_{aq} + OH^-_{aq}\right)$ تركيزه المولي : $C_b = 2 \times 10^{-2}\,mol/l$ ونذيب فيه كليا محتوى الكيس فنحصل على محلول مائي S نعتبر ان حجمه V_b , نأخذ $20ml$ من المحلول S ونضعه في بيشر ونعايره بمحلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه $C_a = 2 \times 10^{-2}\,mol/l$ فنحصل على المنحنى الباني , معادلة تفاعل المعايرة هي :



$$H_3O^+_{aq} + OH^-_{aq} = 2H_2O$$

1- ارسم بشكل تخطيطي عماية المعايرة .

2- عرف نقطة التكافؤ , ثم حدد إحداثيات هذه النقطة E

3- حدد كمية شوارد OH^-_{aq} التي تمت معايرتها .

4- جد كمية المادة الاصلية لشوارد OH^-_{aq} ثم استنتج تلك التي تفاعلت مع الحمض $RCOOH$ المتواجد في الكيس .

احسب m كتلة حمض الايبوبروفين المتواجدة في الكيس , ماذا تستنتج ؟

التمرين 33:

منظف تجاري يوجد على بطاقة قارورته المعلومات التالية: $\rho = 1.23kg/l$, النسبة المئوية الكتلية لهيدروكسيد الصوديوم 20% $M(NaOH) = 40g/mol$.

نريد التأكد من هذ المعلومات .

توجد في المخبر الوسائل التالية:

- ماصات عيارية : $5ml$, $10ml$, $20ml$.
- حوجلات عيارية : $100ml$, $500ml$, $1000ml$.
- سحاحة مدرجة $25ml$ - مخلاط مغناطيسي . - بياشر + ارلنة ماير مختلفة السعة.
- pH متر .

1- احسب التركيز المولي لمحلول هيدروكسيد الصوديوم في المحلول التجاري.

2- صف البروتوكول التجريبي الذي يسمح بتمديد المحلول التجاري 100 مرة للحصول على محلول S .

3- نعاير حجما $V_B = 20ml$ من المحلول S بواسطة محلول حمض كلور الماء تركيزه المولي $C_A = 0.1mol/l$.المتابعة الـ pH مترية أعطت الجدول التالي:

$V_A(ml)$	2	4	6	8	10	11	12	12.5	13.5	14	15	16	17	20	22	25
pH	12.7	12.6	12.5	12.3	12	11.6	10.8	10	2.9	2.4	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4	1.3

أ- اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

ب- ارسم المنحنى $pH = f(V_A)$ ثم عين نقطة التكافؤ.

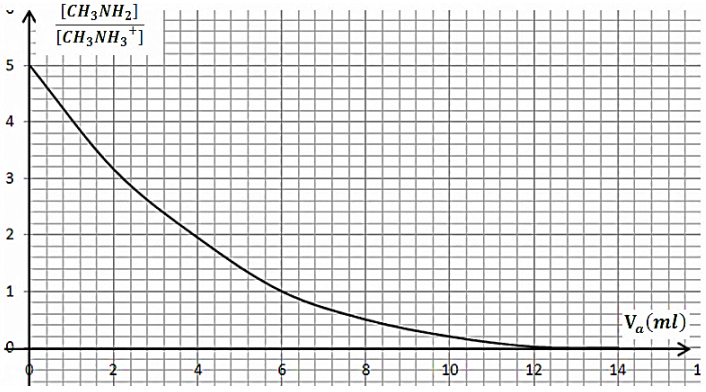
ج- استنتج التركيز المولي للمحلول S ثم للمحلول التجاري .

د- قارن بين النتيجة التجريبية والنتيجة المحسوبة من معطيات الملصقة.

التمرين34:

المثيل أمين $CH_3NH_{2(aq)}$ هو أساسا ضعيف ينحل في الماء ليعطي شوارد الميثيل أمونيوم $CH_3NH_3{}^+{}_{(aq)}$.

يوجد في مخبر ثانوية قارورة من المثيل أمين مجهولة التركيز نرمز لها بالمحلول(S), لمعرفة قيمة تركيزه قام فوج من التلاميذ بتحضير محلول (S_1) للمثيل امين ممدد 10 مرات انطلاقا من القارورة . أخذ أحد التلاميذ بواسطة ماصة حجما $V_b = 20\ ml$ من المحلول الممدد وضعه في بيشر ثم أضاف اليه تدريجيا بواسطة سحاحة محلولا من كلور الهيدروجين تركيزه $C_a = 0.02\ mol/l$. بعد اجراء القياسات تمكن التلاميذ من الحصول على البيان في الشكل :



5- ارسم مخطط البروتوكول التجريبي للمعايرة.

6- اكتب معادلة تفاعل المعايرة . ثم انجز جدولا لتقدم تفاعل المعايرة.

7- حدد من البيان قيمة حجم نصف التكافؤ ثم استنتج حجم التكافؤ.

8- احسب التركيز المولي V_b للمحلول الممدد ثم استنتج التركيز داخل القارورة .

9- عند اضافة $V_a = 2.8ml$ الى البيشر:

أ- احسب pH المحلول ثم استنتج $n_{H_3O^+}$ كمية مادة شوارد الهيدرونيوم في البيشر.

ب- احسب نسبة التقدم النهائي τ_f وماذا تستنتج؟

10- للتأكد ان انحلال محلول المثيل امين في الماء غير تام نستعين بالمحلول(S_1) .

ج- اكتب معادلة انحلال المثيل امين في الماء.

د- عبر عن نسبة تقدم التفاعل $\tau`_f$ بدلالة التركيز المولي C_b , والـ K_e و PH المحلول .

- احسب $\tau`_f$, ماذا تستنتج ؟

يعطى: $PKa(CH_3NH_3{}^+/CH_3NH_2) = 10.6$, $K_e = 10^{-14}$

التمرين 35:

درجة حموضة الخل d هي كتلة حمض الايثانويك النقي المحتوات في 100g منه .

قارورة من الخل الشفاف التجاري كتب عليها $\rho = 1.02\ g/ml$, نريد أن نحدد درجة حموضتها . من اجل ذلك وضع الاستاذ في متناول تلاميذه الوسائل التالية:

- حوجلة سعتها $100ml$ واخري سعتها $200ml$.

- ماصة سعتها $10ml$, وماصة اخرى سعتها $20ml$.
- سحاحة مدرجة + بيشر سعته $100ml$ + مخلاط مغناطيسي + pH متر .
- محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ تركيزه المولي : $C_b = 0.1\,mol/L$.

قام التلاميذ بتمديد الخل التجاري 10 مرات للحصول على محلول (S_1) حجمه $V_1 = 100ml$,قيس الـ pH له فوجد يساوي 2.4 .

بعد ذلك قاموا بمعايرة حجما $V_a = 20ml$ من المحلول (S_1) بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم $C_b = 0.1\,mol/L$.

قبل المعايرة كانت النسبة $\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 3.98 \times 10^{-3}$ وعند إضافة $V_b = 13.75ml$ من هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ تصبح النسبة $\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 1$.

1- ان قياس pH محلول الخل مكننا من القول انه محلول حامضي . أثبت ان المحلول الذي له $pH < 7$ حامضي.

2- أ – ما هي الزجاجيات المستعملة في تمديد الخل التجاري للحصول على المحلول (S_1) .

ب- اذكر البروتوكول التجريبي لعملية المعايرة .

3- أ- اكتب معادلة المعايرة بين حمض الايثانويك CH_3COOH وشاردة الهيدروكسيد . ثم انشئ جدولا لتقدم هذا التفاعل .

ب – استنتج التركيز المولي C_a للمحلول (S_1) و التركيز C_0 للخل التجاري .

جـ – احسب الحجم الذي يشغله 100g من الخل التجاري ثم حدد درجة حموضته.

4- احسب قيمة الـ pka_1 للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-).

5- احسب قيمة pH المحلول في البيشر عند اضافة $V_b = 15mL$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم. ما هي الصفة السائدة عندئذ .

6- بيشر به ماء مقطر نضع فيه كمية من حمض الايثانويك $n_1 = 10^{-4}mol$ ونظيف اليها كمية قدرها $n_2 = 3 \times 10^{-4}mol$ من المثيل امين CH_3NH_2 .

أ- اكتب معادلة التفاعل الحاصل بين حمض الايثانويك CH_3COOH و المثيل أمين CH_3NH_2 .

ب- احسب ثابت التوازن K وما تستنتج؟.

جـ – أنشئ جدولا لتقدم هذا التفاعل ثم احسب التقدم الاعظمي x_{max} .استنتج قيمة pH المزيج .

معطيات: $M_O = 16\,g/mol$, $M_H = 1\,g/mol$, $M_C = 12\,g/mol$.

$Ke = 10^{-14}$, $pka_2(CH_3NH_3^+/CH_3NH_2) = 10.7$

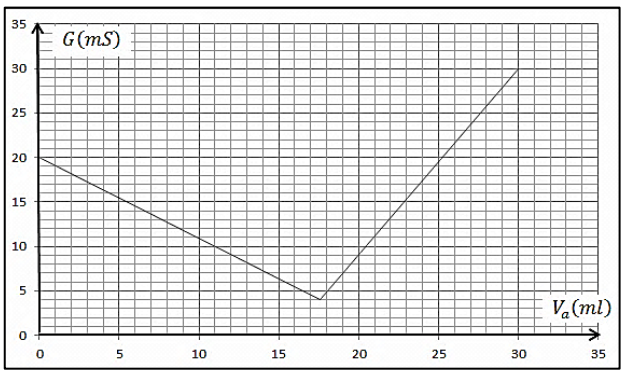
التمرين 36 :

عينة مخبرية لمحلول هيدروكسيد الصوديوم تحمل المعلومات التالية : $P = 27\%$; $d = 1.3$.

1- أ- بين بالحساب أن التركيز المولي للمحلول يقارب $C_0 = 8.8mol/l$.

ب-ما هو حجم محلول حمض كلور الهيدروجين الذي تركيزه $C_a = 0.1mol/l$ اللازم لمعايرة $V_0 = 10ml$ من العينة المخبرية؟

جـ-هل يمكن تحقيق هذه المعايرة بسهولة ؟ علل .



2- نحضر محلول s وذلك بتمديد العينة المخبرية 50 مرة . ما هو البرتوكول التجريبي لتحضير $500ml$ من المحلول s ؟

3- نأخذ بواسطة ماصة حجما $V_b = 10ml$ من المحلول s نضعها في بيشر ونعايرها بمحلول حمض كلور الهيدروجين السابق . بواسطة قياس الناقلية تحصلنا على البيان التالي :

أ- اكتب معادلة تفاعل المعايرة .

ب- احسب التركيز المولي للمحلول s ثم استنتج التركيز المولي للعينة المخبرية وقارنها مع المحسوب C_0 .

$M(H) = 1\ g/mol$. $M(Na) = 23\ g/mol$. $M(O) = 16\ g/mol$

التمرين 37:

توجد في مخبر ثانوية حوجلة تحتوي على محلول مركز لحمض كلور الماء بطاقتها تحمل المعلومات : 33% كتليا من حمض كلور الهيدروجين . نسمي هذا المحلول S_0 تركيز C_0 .

لمعرفة التركيز C_0 نقوم بتمديد المحلول S_0 بـ 1000 مرة فنحصل على محلول S_1 تركيزه المولي C_1 . نأخذ حجما $V_1 = 100ml$ من المحلول الممدد ثم نعاير العينة عن طريق قياس الناقلية بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_B = 0.01mol/l$. اليان يمثل تغيرات الناقلية بدلالة V_B حجم هيدروكسيد الصوديوم المضاف .

1- اكتب معادلة تفاعل المعايرة .

2- عين من البيان V_{BE} الحجم المضاف عند التكافؤ ثم استنتج C_1 .

3- عين التركيز المولي C_0 للمحلول S_0 .

4- احسب الكتلة m_0 لكلور الهيدروجين المذابة في $1l$ من المحلول..

5- اذا كانت الكتلة الحجمية للمحلول S_0 هي: $\rho = 1.16kg/l$ فاحسب m كتلة $1l$ من المحلول .

6- تمثل النسبة المئوية الكتلية للمحلول كتلة كلور الهيدروجين المذابة في $100g$ من المحلول . عين هذه النسبة في المحلول S_0 وهل تتوافق مع ما هو مكتوب على الملصقة؟