تمارين في الكيمياء : المعايرة الحمضية ـ القاعدية والمحلول العيار .

معايرة حمض ضعيف بقاعدة قوية

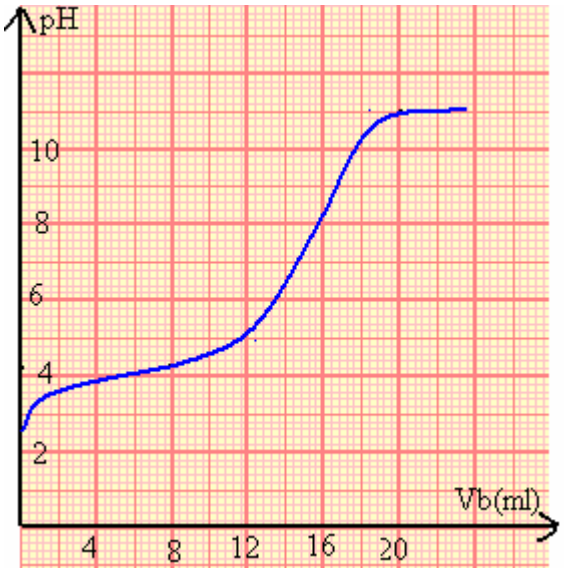
دراسة تأثير ملول الصودا تركيزه المولي الحجمي $C_b=10^{-1}mol/l$ على محلول حمض البانزويك C_6H_5COOH .
نصب تدريجيا بواسطة سحاحة محلول الصودا في $V_a=20ml$ من محلول حمض البانزويك ونقيس بواسطة pH ـ متر ، pH الخليط المحصل عليه عند كل إضافة .
نحصل على النتائج التالية :

V_b(ml)	0	2	4	6	8	10	12	14	15	15,5	16	16,5	17	18	20	22
pH	2,7	3,4	3.7	4.0	4.2	4.4	4.7	5.1	5.4	5.7	8.4	10.1	10.4	10.7	11.0	11.2

1 ـ مثل على ورقة مليمترية المنحنى $pH = f(V_b)$
2 ـ أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل خلال المعايرة .
3 ـ عرف نقطة التكافؤ وحددها مبيانيا موضحا الطريقة المتبعة . أحسب التركيز المولي الحجمي لمحلول حمض البانزويك المستعمل
4 ـ أحسب تراكيز الأنواع الكيميائية المتواجدة في الخليط عند إضافة 8ml من محلول الصودا . أستنتج قيمة $pK_A(C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-)$. وما هي خاصيات هذا الخليط ؟
كل المحاليل مأخوذة عند درجة الحرارة 25°C .

مقارنة مزدوجتين NH_4^+/NH_3 و $C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$

كل القياسات مأخوذة عند درجة الحرارة 25°C و $K_e=10^{-14}$ نأخذ الحجم المولي للغازات $V_M=24l/mol$ نعطي $pK_A(H_3O^+/H_2O)=0$ و $pK_A(H_2O/OH^-)=14$
I ـ نحضر محلولا مائيا (S_1) وذلك بإذابة 0,24l من غاز الأمونياك NH_3 في لتر واحد من الماء
1 ـ أحسب التركيز المولي C_1 للمحلول (S_1)
2 ـ عند قياس pH هذا المحلول نجد $pH=10,6$. أجرد الأنواع المتواجدة في المحلول . واحسب تراكيزها . استنتج أن الأمونياك قاعدة ضعيفة .
3 ـ أكتب المعادلة الكيميائية لتفاعل الأمونياك مع الماء .
4 ـ أعط عبارة ثابتة الحمضية K_A للمزدوجة NH_4^+/NH_3 وأحسب قيمة pK_A .
II ـ لتحديد تجريبيا التركيز المولي C_A لمحلول مائي لحمض البنزويك C_6H_5COOH حمض ضعيف . نقوم بمعايرة $V_A=20ml$ من هذا المحلول بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_B=10^{-2}mol/l$. يمثل المنحنى التالي تغيرات pH بدلالة الحجم المضاف V_B .



1 ـ أكتب معادلة التفاعل خلال المعايرة .
2 ـ أوجد نقطة التكافؤ مبيانيا وأعط احداثياتها . أستنتج القيمة C_A .
3 ـ أعط تعريف نقطة نصف التكافؤ . واستنتج مبيانيا قيمة pK_A للمزدوجة $C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$
II ـ من خلال الدراستين قارن قوة الحمضين C_6H_5COOH و NH_4^+ وقوة القاعدتين $C_6H_5COO^-$ و NH_3 .

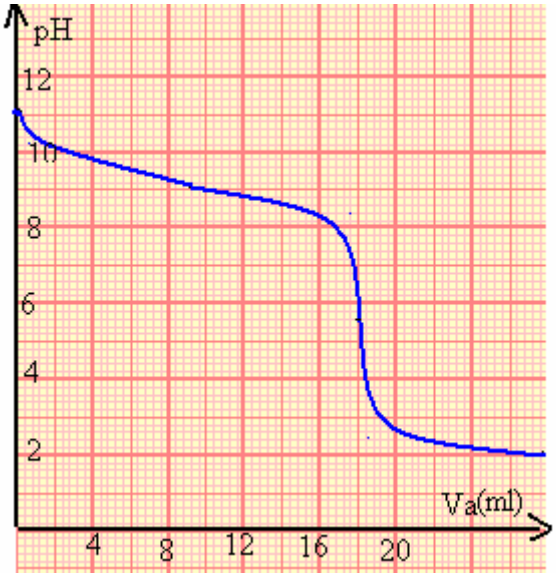
دراسة المزدوجة حمض ـ قاعدة $C_2H_5-NH_3^+/C_2H_5-NH_2$

(الإثيل أمين $C_2H_5-NH_2$ قاعدة حمضها المرافق إثيل أمونيوم $C_2H_5-NH_3^+$.
I ـ عند قياس pH محلول مائي لإثيل أمين تركيزه $C_B=10^{-2}mol/l$ وحجمه $V_B=50ml$ نحصل على $pH=11,1$.

1 ـ بين أن إثيل أمين قاعدة ضعيفة و أستنتج المعادلة الكيميائية لتأين إثيل أمين في الماء.
2 ـ أحسب تراكيز الأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول.
و أستنتج معامل التفكك α_1 للقاعدة إثيل أمين
3 ـ نضيف 450ml من الماء الخالص للمحلول السابق فنحصل على pH=10,8. احسب تراكيز الأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول الجديد و أستنتج معامل التفكك α_2 للقاعدة إثيل أمين .
4 ـ قارن بين α_1 و α_2 . ما هو تأثير التخفيف على تأين إثيل أمين في الماء .
II ـ في كأس يحتوي على حجم V_B=20ml من محلول مائي لإثيل أمين تركيزه C_B مجهول . نصب تدريجيا بواسطة سحاحة مدرجة محلولا مائيا لحمض الكلوريدريك تركيزه C_A= 0,2mol/l
ونقيس pH المحلول عند كل إضافة . نحصل على نقطة نصف التكافؤ عند إضافة 9ml من محلول حمض الكلوريدريك بحيث pH الخليط في هذه النقطة 10,8 .
1 ـ أكتب المعادلة الكيميائية الحصيلة خلال المعايرة .
2 ـ استنتج التركيز C_B للمحلول المائي إثيل أمين .
3 ـ أجرد الأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول عند نقطة نصف التكافؤ . واحسب تراكيزها .
أستنتج قيمة pK_A للمزدوجة $C_2H_5-NH_3^+/C_2H_5-NH_2$
4 ـ قارن قوتي القاعدتين $C_2H_5-NH_2$ و NH_3 علما أن $pK_A(NH_4^+/NH_3)=9,2$

تحليل محلول تجاري للأمونياك ومقارنة مزدوجات حمض ـ قاعدة .

I ـ نقرأ على بطاقة محلول تجاري للأمونياك << الكتلة الحجمية 0,890Kg/l و 34% (34g من الأمونياك في 100g من المحلول) >> نحضر محلولا S وذلك بإضافة الماء المقطر إلى $5cm^3$ من المحلول التجاري للأمونياك للحصول على 1l من المحلول تركيزه C_B مجهولا .
نأخذ $20cm^3$ من المحلول S ونضيف إليه تدريجيا محلول حمض الكلوريدريك تركيزه C_A=0,1mol/l
المنحنى التالي يمثل تغيرات pH بدلالة V_A للحمض المضاف .



1 ـ ماسم العملية التي تم بها الحصول على المحلول S ؟ وما إسم العملية الثانية ؟ وماهي الوسائل التجريبية الضروريةللقيام بهذه التجربة ؟
2 ـ أكتب المعادلة الكيميائية الحصيلة خلال العملية الثانية .
3 ـ حدد مبيانيا نقطة التكافؤ . واستنتج تركيز المحلول S
4 ـ استنتج من خلال المنحنى pK_A للمزدوجة NH_4^+/NH_3
5 ـ هل قيمة C_B المحصل عليها خلال هذه التجربة توافق المعلومات الواردة على بطاقة المحلول التجاري ؟ علل الجواب
نعطي M(N)=14g/mol و M(H)=1g/mol
II ـ محلول مائي لحمض كربوكسيلي تركيزه C_A=0,5mol/l قيمة pH هذا المحلول pH=2 عند درجة الحرارة 25°C .
1 ـ أحسب تراكيز الأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول. وأستنتج ثابتة الحمضية K_A للمزدوجة AH/A^- . من خلال الجدول التالي تعرف على هذا الحمض الكربوكسيلي .

$HCOOH/HCOO^-$ حمض الميثانويك أيون الميثانوات	$C_2H_2ClCOOH/C_2H_2ClCOO^-$ حمض ثنائي كلورو إثانويك أيون ثنائي كلورو إثانوات	CH_3COOH/CH_3COO^- حمض الإيثانويك أيون الإيثانوات
pK_A=3,7	pK_A= 2,9	pK_A= 4,7

2ـ رتب المزدوجات الثلاث حسب تزايد قوة الحمض

محلول عيار

1 ـ نحضر محلولا S_1 ذي pH=10,6 بإذابة $0,24l$ من غاز الأمونياك في لتر واحد من الماء الخالص . في ظروف التجربة نأخذ الحجم المولي للغازات $V_M=24l.mol^{-1}$ و $K_e=10^{-14}$.

1 ـ 1 احسب التركيز المولي C_1 للمحلول S_1 .

1 ـ 2 اجرد الأنواع الكيميائية الموجودة في المحلول S_1 واحسب تراكيزها .

1 ـ 3 بين أن الأمونياك قاعدة ضعيفة .

1 ـ 4 اكتب المعادلة الكيميائية لتفكك الأمونيك في الماء .

1 ـ 5 اعط عبارة ثابتة الحمضية للمزدوجة NH_4^+ / NH_3 واحسب قيمتها .

2 ـ للتأكد تجريبيا من التركيز المولي C_1 للمحلول S_1 ، نقوم بمعايرة $V_1=10ml$ من هذا المحلول بواسطة محلول مائي S_2 لكلورور الهيدروجين تركيزه المولي $C_2=10^{-2}mol/l$. فنحصل على نقطة التكافؤ عند إضافة $V_2=10ml$ من المحلول S_2 على الحجم V_1 من المحلول S_1 .

2 ـ 1 احسب C_1 .

2 ـ 2 إذا كان pH التكافؤ يساوي 5,7 ، احسب تراكيز الأنواع الكيميائية المتواجدة في الخليط عند التكافؤ .

2 ـ 3 من بين الكواشف المبينة أسفله من منها يمكن استعمالها لابراز تقريبا نقطة التكافؤ ؟ علل جوابك .

الكاشف الملون	منطقة الانعطاف في سلم pH
هيليانتين	4,4-----3,2
احمر الميثيل	6,2 -------4,2
أزرق البروموثيمول	7,6 --------6,0

3 ـ نأخذ حجما V_3 من المحلول S_1 ونضيف إليه حجما V من محلول كلورور الأمونيوم $(NH_4^+ + Cl^-)$ تركيزه المولي $C=10^{-2}mol/l$ فنحصل على محلول S ذي pH=9 .

3 ـ 1 بتطبيقك لقانون الحياد الكهربائي ، أوجد تركيز أيونات NH_4^+ في المحلول S بدلالة V_3 .

3 ـ 2 بتطبيقك لقانون انحفاظ المادة أوجد تركيز NH_3 المتواجدة في المحلول S بدلالة V_3 .

3 ـ 3 ما قيمة V_3 ؟

عناصر الإجابة

1 ـ 1 التركيز المولي للمحلول $C_1 = \frac{v}{V_M.V} = 10^{-2} mol/l$

1 ـ 2 الأنواع الكيميائية الموجودة في المحلول : $H_2O, H_3O^+, OH^-, NH_4^+, NH_3$

* $[H_2O] = 55,5mol/l$

* $[H_3O^+] = 2,51.10^{-11} mol/l$

* $[OH^-] = 3,9.10^{-4} mol/l$

* نطبق الحياد الكهربائي للمحلول ونعتبر أن $[NH_4^+] \approx [OH^-]$ وبالتالي $[H_3O^+] << [OH^-]$

$[NH_4^+] = 3,9.10^{-4} mol/l$

* نطبق انحفاظ الكتلة $[NH_3] = C_1 - [NH_4^+]$

$[NH_3] = 9,6.10^{-3} mol/l$

1 ـ 3 نلاحظ أن $[NH_4^+] << C_1$ وهذا يدل على أن تفكك القاعدة NH_3 في الماء جد ضعيف ومعامل التفكك هو $\alpha = \frac{[NH_4^+]}{C_1} = 4.10^{-2}$ وبالتالي فإن الأمونياك قاعدة ضعيفة .

1 ـ 4 معادلة تفكك NH_3 في الماء :

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

1 ـ 5 عبارة ثابتة الحمضية للمزدوجة NH_4^+ / NH_3

$$K_A = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]}$$

بما أن $pK_A = -\log K_A$ نجد أن $pK_A=9,2$

2 – 1 عند نقطة التكافؤ $C_1V_1=C_2V_2$ أي أن $C_1=10^{-2}mol/l$

2 – 2 الأنواع المتواجدة في الخليط H_2O و NH_3 و OH^- و H_3O^+ ، NH_4^+ ، Cl^-

عند التكافؤ $pH=5,7$

* $[H_3O^+]=2.10^{-6}\,mol/l$

* $[OH^-]=5.10^{-9}\,mol/l$

* $[Cl^-]=\dfrac{C_2V_2}{V_1+V_2}=5.10^{-3}\,mol/l$

* الحياد الكهربائي : $[NH_4^+]\approx[Cl^-]=5.10^{-3}\,mol/l$

* انحفاظ الكتلة :

$$\frac{n_0(NH_3)}{V_1+V_2}=[NH_3]+[NH_4^+]$$

$$[NH_3]=[Cl^-]-[NH_4^+]=[Cl^-]-[Cl^-]+[H_3O^+]\approx[H_3O^+]=2.10^{-6}\,mol/l$$

2 – 3 الكاشف الملون الأكثر ملاءمة لهذه المعايرة هو أحمر الميثيل . لأن نطقة الإنعطاف التي تميزه تضم قيمة pH الخليط عند التكافؤ .

3 – 1 الأيونات امتواجدة في المحلول S هي H_2O و NH_3 و OH^- و H_3O^+ ، NH_4^+ ، Cl^-

الحياد الكهربائي يمكن كتابته على الشكل التالي : $[NH_4^+]=[OH^-]+[Cl^-]-[H_3O^+]$

$$[Cl^-]=\frac{CV}{V+V_3}=\frac{2.10^{-4}}{2.10^{-2}+V_3}$$

المحلول S لـه $pH=9$,2 إذن $[H_3O^+]=10^{-9,2}\,mol/l=6,3.10^{-10}\,mol/l$ و $[OH^-]=1,6.10^{-5}\,mol/l$

يمكن إهمال تركيز أيونات H_3O^+ أمام ايونات OH^- فتصبح عندنا العلاقة التالية :

$$[NH_4^+]=\left(\frac{2.10^{-4}}{2.10^{-2}+V_3}+1,6.10^{-5}\right)mol/l$$

3 – 2 نطبق قانون انحفاظ المادة على الخليط :

$$[NH_3]+[NH_4^+]=\frac{CV+C_1V_3}{V+V_3}$$

$$[NH_3]=\frac{CV+C_1V_3}{V+V_3}-[NH_4^+]$$

$$[NH_3]=\frac{2.10^{-4}+10^{-2}V_3}{2.10^{-2}+V_3}-\frac{2.10^{-4}}{2.10^{-2}+V_3}-1,6.10^{-5}=\left(\frac{10^{-2}V_3}{2.10^{-2}+V_3}-1,6.10^{-5}\right)mol/l$$

3 – 3

يلاحظ أن $pH=pK_A$ إذن عندنا محلول عيار وبالتالي $[NH_3]=[NH_4^+]$

وبعملية حسابية نجد $V_3=26,4ml$