

تمارين مقترحة - 01



التطورات الرتبة ٥

تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

الشعب : علوم تجريبية
رياضيات ، تقني رياضي

www.sites.google.com/site/faresfergani

تاريخ آخر تحديث : 2013/11/24

التمرين (1) :

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

- A) $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{HO}^{-}_{(\text{aq})} = \text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{s})}$
 B) $\text{CH}_3\text{NH}_{2(\text{aq})} + \text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} = \text{CH}_3\text{NH}_3^{+}_{(\text{aq})} + \text{CH}_3\text{COO}^{-}_{(\text{aq})}$
 C) $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{l})} + \text{CH}_3\text{OH}_{(\text{l})} = \text{CH}_3\text{COOCH}_3_{(\text{l})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{aq})}$
 D) $\text{HCl}_{(\text{g})} + \text{NH}_3_{(\text{g})} = \text{NH}_4^{+}_{(\text{aq})} + \text{Cl}^{-}_{(\text{aq})}$
 E) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}_{(\text{l})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} = \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})}$

التمرين (2) :

أكمل الجدول التالي ثم بين كيف يتغير pH محلول عندما يتناقص $[\text{H}_3\text{O}^{+}]$:

| | | | | | | | |
|--|---|-------------------|-----|-------|---|----------------------|----------------------|
| pH | 2 | | 3.4 | | 8 | | |
| $[\text{H}_3\text{O}^{+}] (\text{mol.L}^{-1})$ | | $4 \cdot 10^{-3}$ | | | | $1.25 \cdot 10^{-9}$ | |
| $[\text{HO}^{-}] (\text{mol.L}^{-1})$ | | | | | | | $1.25 \cdot 10^{-4}$ |
| الطبيعة | | | | معتدل | | | |

التمرين (3) :

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

- أكتب معادلة تفاعل الحمض مع الماء .
- مثل جدول التقدم ثم عين من خلاله التقدم الأعظمي x_{max} لهذا التفاعل .
- عين التقدم النهائي x_f و النسبة النهائية للتقدم . ماذا تستنتج ؟

التمرين (4) :

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

- 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 : $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35 \cdot 10^{-3} \text{ Sm}^2/\text{mol}$ ، $\lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4.1 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2/\text{mol}$

التمرين (5) :

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

$$\text{RCOOH} + \text{R'OH} = \text{RCOOR'} + \text{H}_2\text{O}$$

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 4 mol من كحول آخر R''OH و 4 mol من الحمض العضوي السابق ثم نوفر الظروف 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 $C = 10^{-3} \text{ mol/L}$ و حجمه $V = 100 \text{ mL}$ وعندما قمنا بقياس pH المحلول الناتج عند الدرجة 25°C ، وجدنا $\text{pH} = 3.9$.

- 1- أكتب معادلة الانحلال لحمض 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 الكيميائية المتواجدة بالمحلول عند حدوث التوازن الكيميائي .
- 5- أحسب ثابت الحموضة للثنائية ($\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$) ثم استنتج قيمة الـ pKa هذه الثنائية .
- 6- قارن بين الحمضين CH_3COOH ، HCOOH من حيث القوة علماً أن قيمة الـ pKa للثنائية ($\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$) هي $\text{pKa}_2 = 3.8$.

التمرين (7) :

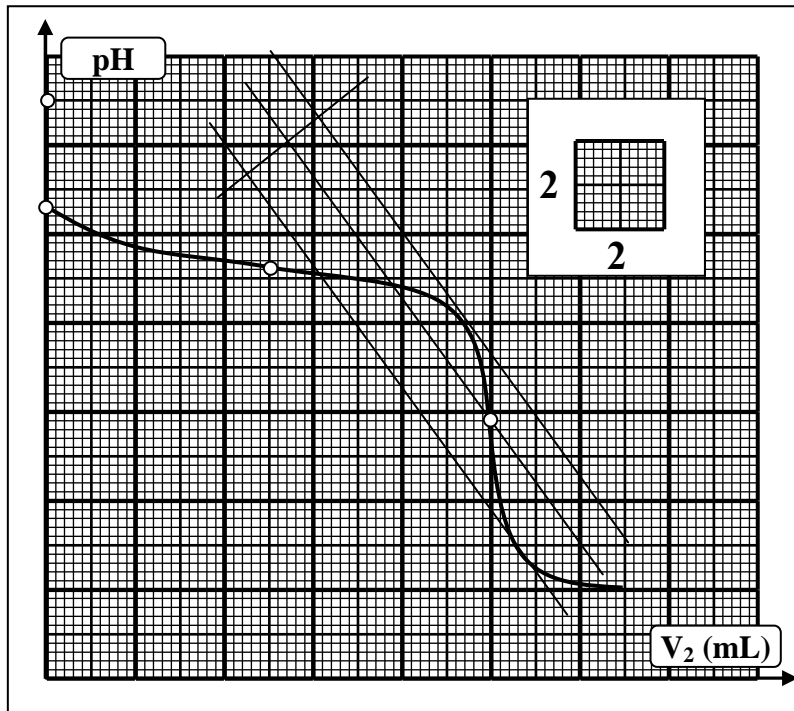
المحاليل مأخوذة في الدرجة 25°C ، لدينا محلول مائي للنشادر NH_3 تركيزه المولي $C = 10^{-2} \text{ mol/L}$ و ذو $\text{pH} = 10.6$.

- 1- أكتب معادلة تفاعل NH_3 مع الماء .
- 2- أحسب تراكيز الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول عند حدوث التوازن .
- 3- أكتب عبارة ثابت الحموضة (K_a) للثنائية ($\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$) .
- 4- أحسب قيمة الـ pKa الموافقة .

5- إذا علمت أن : $K_a(\text{CH}_3\text{NH}_3^+/\text{CH}_3\text{NH}_2) = 1.9 \cdot 10^{-11} \text{ mol/L}$. قارن بين قوتي الأساسين NH_3 ، CH_3NH_2 . علل إجابتك ؟

التمرين (8) :

عند الدرجة 25°C نضع في كأس بيشر محلولاً للنشادر حجمه $V_1 = 20 \text{ mL}$ و تركيزه الابتدائي $C_1 = 0.1 \text{ mol/L}$ ثم نضع في سحاحة مدرجة محلولاً لحمض كلور الهيدروجين تركيزه الابتدائي C_2 . نسجل قيمة pH المزيج الابتدائي ثم نسكب تدريجياً 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 $\text{pH} = f(V_2)$ الذي يعبر عن تغيرات pH الوسط التفاعلي بدلالة حجم الحمض المضاف ، فنحصل على البيان الموضح في الشكل الآتي :



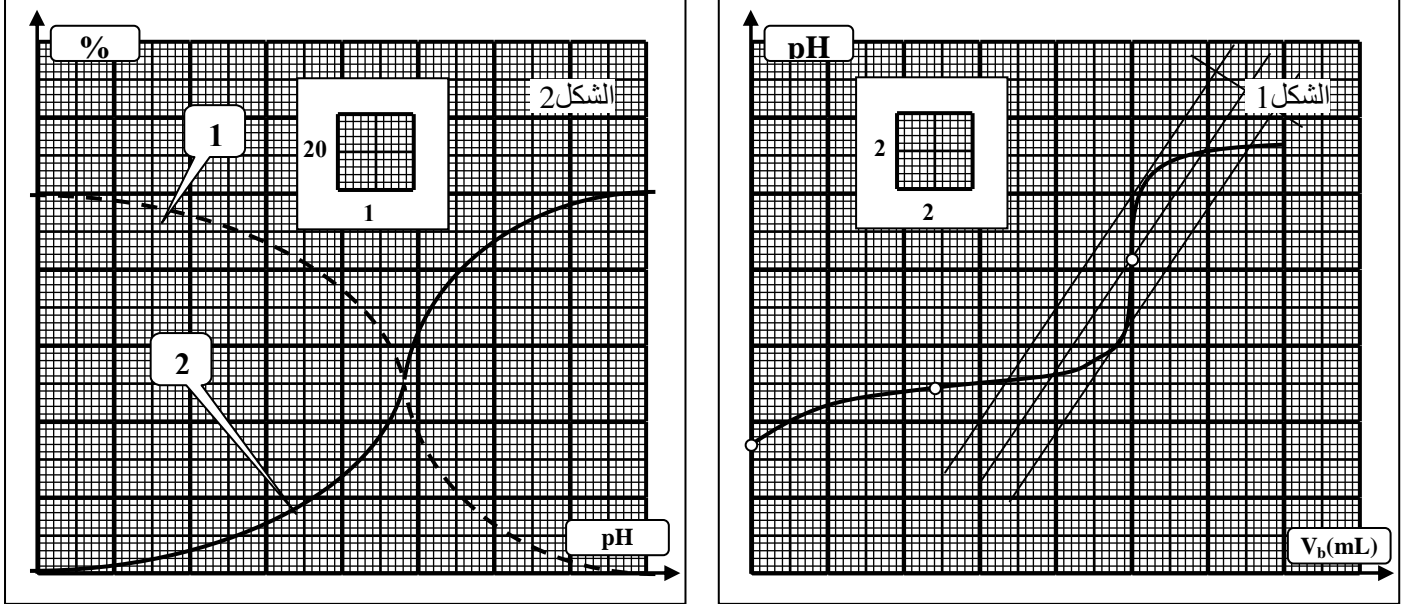
- 1- معادلة التفاعل المنمذج للمعايرة .
- 2- أذكر الثنائيات (أساس/حمض) الداخلة في التفاعل .
- 3- استنتج من البيان إحداثيي كل من نقطة التكافؤ ، و نصف التكافؤ و كذا قيمة pH محلول النشادر قبل المعايرة
- 4- من النتائج المتحصل عليها :
- أ- ما هي طبيعة الوسط التفاعلي عند التكافؤ .
- ب- من بين الكواشف التي تضمنها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

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

- ج- أوجد التركيز C_2 .
- د- أوجد ثابت الحموضة K_a للثنائية $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$.

التمرين (9) :

نضع في كأس بيشر $V_a = 10 \text{ mL}$ من حمض الإيثانويك تركيزه المولي C_a ، ثم نضيف له تدريجيا بواسطة سحاحة محلول الصود NaOH تركيزه المولي $C_b = 10^{-2} \text{ mol/L}$ ، الدراسة التجريبية لهذه المعايرة أعطت البيانيين 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 K_a للثنائية $(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-)$.
 - 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 $V_b = 6 \text{ mL}$ من الصود .

التمرين (10) :

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

- 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°C الناقلية النوعية لمحلول آخر لحمض الإيثانويك تركيزه $C_2 = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$ فنجد : $\sigma = 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ S/m}$.
- أ- أكتب عبارة $[\text{H}_3\text{O}^+]_f$ و $[\text{CH}_3\text{COO}^-]_f$ بدلالة $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+)$ و $\lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ و σ . ثم أحسب قيمتها
- ب- بين أن نسبة التقدم النهائي $\tau_{f2} = 1.25\%$.

ج- 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 :

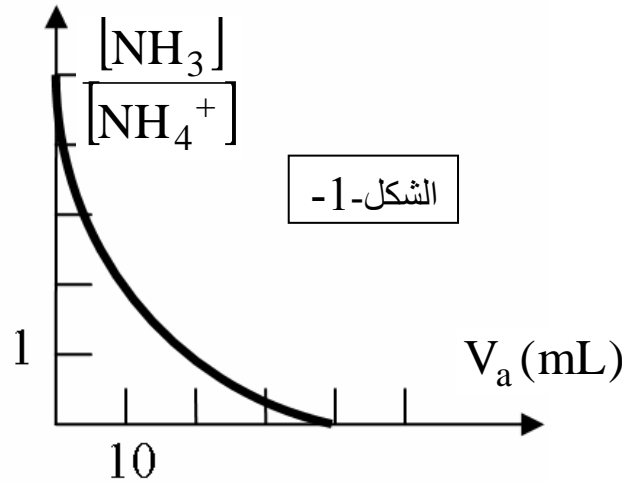
- ما تأثير التراكيز الابتدائية على ثابت التوازن K .

- ما تأثير التراكيز الابتدائية على نسبة التقدم النهائي τ_f .

يعطى: $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35,9 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ ، $\lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

التمرين (11):

نحضر عند الدرجة 25°C محلول مائيا النشادر (NH_3) حجمه $V_b = 20 \text{ mL}$ و تركيزه المولي C_b ، ثم نضيف له تدريجيا محلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي $C_a = 10^{-2} \text{ mol/L}$ 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 $[\text{NH}_3]$ و التركيز المولي لحمضه المرافق $[\text{NH}_4^+]$ بدلالة حجم المحلول الحمضي المضاف V_a



1- أوجد :

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

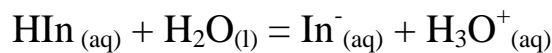
ب التركيز المولي الابتدائي C_b لمحلول النشادر .

2- استنتج من الشكل المعطى قيمة الـ Pka للتنائية ($\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$) ، علما أن pH محلول النشادر قبل المعايرة هو 11.5 .

التمرين (12):

1- لدينا قارورة لكاشف ملون مكتوب عليها $C_0 = 2,9 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$ ، $\text{pH} = 4,18$ فنستنتج أن تركيزه بشوارد الأوكسونيوم (الهيدرونيوم) $[\text{H}_3\text{O}^+] = 6,6 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$.

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



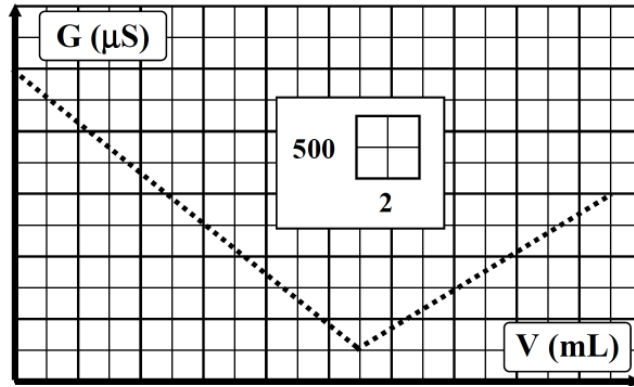
أ- لدينا حجم $V = 100 \text{ mL}$ من الكاشف ، حدد نسبة التقدم النهائي لتفاعل الحمض HIn (الكاشف) مع الماء .

ب- أكتب العبارة الحرفية لثابت الحموضة K_a للثنائية (HIn/In^-) .

ج- إن تراكيز الأنواع الكيميائية المتواجدة عند التوازن سمحت بحساب ثابت الحموضة للتفاعل $K_a = 1.9 \cdot 10^{-5}$ أحسب pK_a للثنائية (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 | الهيلياليتين |
| 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 الحجمية لـ A_0 هي $\rho = 1180 \text{ g/L}$. 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 : $V_1 = 10 \text{ mL}$ و نعايره بمحلول الصود تركيزه $C_b = 0.1 \text{ mol/L}$ و بمتابعة تطور الناقلية و pH المحلول نحصل على المنحنى التالي :



أ- اكتب معادلة التفاعل النمذج للمعايرة .

ب- حدد بيانيا بواسطة المنحنى $G = f(V)$ التركيز المولي C_1 لمحلول حمض كلور الهيدروجين الممدد .

ج - 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 : $M(H) = 1 \text{ g/mol}$ ، $M(Cl) = 35.5 \text{ g/mol}$.