جامعة المسيلة
كلية العلوم
قسم الكيمياء

السلسلة الثالثة معايرات الترسيب

التمرين 1

عينة من مياه الشرب حجمها 1.550 لتر تم تبخيرها حتى أصبح حجمها 1.500 لتر ثم تمت معايرتها بمحلول قياسي من نترات الفضة 0.81 مللى مكافئ / 20مل بتطبيق طريقة موهر فوجد أن الحجم الذي يكافي أيون الكلوريد من نترات الفضة مقداره 24.9 مل.

-احسب الكلوريد في هذه العينة مقدرا بجزء لكل مليون(ppm)

التمرين 2

عينة تحتوي على كلوريد البوتاسيوم KCl وزنها 1.518g اذيبت في حجم مقداره 0.25 لتر ماء مقطرفي دورق قياسي تم تمت معالجة 25 مل من هذه العينة ب 50 مل من محلول نترات الفضة القياسي تركيزه 0.0984 مكافئ/لتر،وقد لزم لمعايرة الفائض من نترات الفضة 26.7 مل من محلول ثيوسيانات الامونيوم تركيزها 0.108 مكافئ/لتر.

- احسب النسبة المئوية لKCl في العينة.

التمرين3

ارسم منحني معاير 50 مل من محلول كلوريد البوتاسيوم (0.1 N) مع محلول قياسي من نترات الفضة (0.1 N) علماً بأن $Ks(AgCl) = 1.82\ 10^{-10}$ عند درجة حرارة 25.

جامعة المسيلة
كلية العلوم
قسم الكيمياء

الحلول

السلسلة الثالثة معايرات الترسيب

التمرين 1

V_1 (حجم العينة) = 1.500×1000= 1500 مل
N_1(عيارية الكلور)=؟

V_2 (حجم نترات الفضة الذي يكافئ الكلوريد) = 24.9 مل

N_2(تركيز نترات الفضة) = 0.81 مللى مكافئ/ 20مل

ويتم حساب عيارية الكلوريد من العلاقة التالية : $N_1.V_1 = N_2.V_2$

ولكن قبل التطبيق في العلاقة السابقة يجب حساب عيارية نترات الفضة مقدرة بالمكافئ /لتر

$$N_{eq} = \frac{0.81 m\,eq}{1000} / \frac{20 ml}{1000} = \frac{0.81}{1000} \times 50 = 0.0405 \text{ eq / L}$$

$0.0405\times 24.9=N1\times 1500 \quad \rightarrow N_1= 0.0006723 \text{eq / L}$

ويتم حساب التركيز بالجزء لكل مليون جزء من العلاقة التالية:

$$\boldsymbol{C_{mg/l} = N \times M \times 1000} = 0.0006723 \times 35.5 \times 10^3 = 23866 \text{ ppm}$$

1 g/l → 1000ppm

$\mathbf{C_m \rightarrow C_{mg/l}}$

$\mathbf{C_m = N \times M}$

التمرين 2

عدد مللى مكافئات = الحجم× العيارية.....n= V×N

عدد مللى مكافئات الثيوسيانات الامونيوم = 26.7×0.108=2.884 مكافئ.
عدد مكافئات نترات الفضة الزائدة (المتبقية) = عدد مللى مكافئات الثايوسيانات
عدد مللى مكافئات نترات الفضة(المتبقية)=2.884 مكافئ
عدد مللى مكافئات الفائض من نترات الفضة =50×0.0984=4.92 مكافئ
عدد مللى مكافئات نترات الفضة التي تكافئ كلوريد البوتاسيوم=4.92 2.884=2.036 مكافئ
عدد مللي مكافئات نترات الفضة =عدد مللى مكافئات كلوريد البوتاسيوم

$N\times V(KCl)=2.0.36(AgNO_3)$

$N\times 25(KCl)=2.0.36(AgNO_3)$

N (KCl)= 0.08144

وزن كلوريد البوتاسيوم النقي في 50 مل= العيارية ×وزن المكافئ × الحجم

m(KCl)= N.M.V

m(KCl)= 0.08144×74.56×0.25=1.5180g

$$\% = \frac{m_{kcl}}{m_{\text{عينة}}} \times 100 = \frac{1.518}{1.518} \times 100 = 100\%$$

التمرين3

1. عند نقطة البداية أي عند اضافة 0 مل من محلول نتراث الفضة. تركيزالفضة = 0

pCl = -log[Cl$^-$] = -log 0.1 =1

2. عند إضافة 10 مل من محلول نترات الفضة

تركيز الكلوريد

$$[Cl^-] = \frac{0.1 \times 50 - 0.1 \times 10}{60} + [Ag^+]$$

يهمل تركيز [Ag$^+$] لأنه صغير جداً بالنسبة لتركيز الكلوريد

تركيز الكلوريد في الحجم الكلي [Cl$^-$] = 6.7 ×10^{-2}mol/l

pCl = -log[Cl$^-$] = -log6.7 ×10^{-2} = 1.17

3. عند اضافة 35 مل من محلول نترات الفضة

تركيز الكلوريد في الحجم الكلي

$$[Cl^-] = \frac{0.1 \times 50 - 0.1 \times 35}{85} + [Ag^+]$$

يهمل تركيز [Ag$^+$]لأنه صغير جداً

تركيز الكلوريد في الحجم الكلي [Cl$^-$] = 0.0176mol /l

pCl = -log[Cl$^-$] = -log(0.0176) =1.754

4. عند اضافة 49.95 مل من محلول نترات الفضة

تركيز الكلوريد في الحجم الكلي

$$[Cl^-] = \frac{0.1 \times 50 - 0.1 \times 49.95}{99.95} + [Ag^+]$$

يهمل تركيز [Ag$^+$]لأنه صغير جداً

تركيز الكلوريد في الحجم الكلي $[Cl^-] = 5.10^{-5} mol/l$

$pCl = -\log[Cl^-] = 4.301$

5. عند نقطة التكافؤ أي عند أضافة 50 مل من محلول نترات الفضة

حاصل الاذابة = تركيز الكلوريد× تركيز الفضة $Ks = [Cl^-] . [Ag^+]$

عند نقطة التكافؤ نجد إن $[Cl^-] = [Ag^+] = (K_s)^{1/2}$

$[Cl^-] = [Ag^+] = 1.35\times10^{-5} mol/l$

$pCl = -\log[Cl^-] = 4.869$

6. عند إضافة 55 مل من محلول نترات الفضة

تركيز الفضة في الحجم الكلي

$$[Ag^+] = \frac{0.1 \times 55 - 0.1 \times 50}{105} + [Cl^-]$$

يهمل تركيز الكلوريد $[Cl^-]$ لان كل الكلوريد تمت معادلة عند نقطة التكافؤ وتحول الى كلوريد فضة

$[Ag^+] = 0.5/105 = 4.761\times10^{-3} mol/L$

تركيزالكلوريد $[Cl^-] = \frac{K_S}{[Ag^+]} = \frac{1.82\ 10^{-10}}{4.761\times10^{-3}} = 3.8 \times 10^{-8} mol/l$

$pCl = -\log[Cl^-] = 7.417$

7. عند اضافة 70 مل من محلول نترات الفضة

تركيز الفضة في الحجم الكلي

$$[Ag^+] = \frac{0.1 \times 70 - 0.1 \times 50}{120} + [Cl^-]$$

يهمل تركيز الكلوريد $[Cl^-]$ لان كل الكلوريد تمت معادلة عند نقطة التكافؤ وتحول الى كلوريد فضة

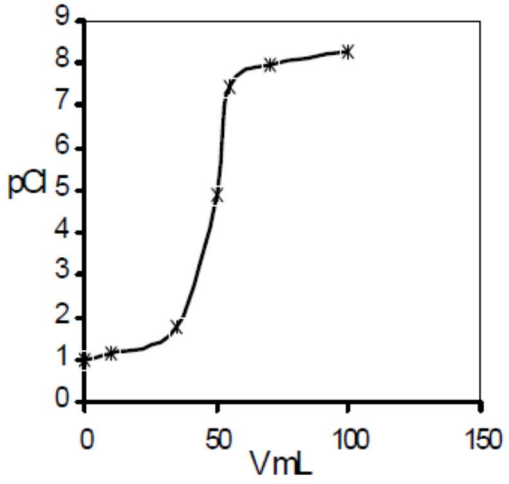
$[Ag^+] = 2/120 = 0.0166 mol/L$

تركيزالكلوريد $[Cl^-] = \frac{K_S}{[Ag^+]} = \frac{1.82\ 10^{-10}}{0.0166} = 1.096 \times\ 10^{-8} mol/l$

$pCl = -\log[Cl^-] = 7.960$

بعد رسم المنحنى من البيانات المتحصل عليها سابقاً والذي يوضحه الشكل الموالي يمكن التنبؤ بنقطة النهاية حيث يكون التغير في شكل المنحنى بطيئاً في بداية المعايرة إلى أن نصل نقطة التكافؤ. وهي النقطة التي يحدث فيها تغير مفاجئا في قيمة pCl وبعد نقطة التكافؤ يرجع التغيير بطيئاً كماهو و اضح على المنحنى.

ملاحظة : يعاد رسم المنحني من طرف الطلبة على ورق مليمتري.



لتوضيح اكثرالنتائج في الجدول الموالي

[Cl⁻]	[Ag+]	ml of $AgNO_3$
$[Cl^-] = [NaCl] = 0.1$ $pCl = -\log [0.1] = 1$	0 pAg = 0	0 ml قبل البدء بالمعايرة
$[Cl^-] = (50\times0.1-10\times0.1)/(50+10)$ $(5-1)/60 = 6.667\times10^{-2}$ mol/L $pCl = -\log 6.7\times10^{-2} = 1.1759$	$[Ag^+] = Ksp/[Cl^-] = 1.82\times10^{-10}/6.7\times10^{-2}$ $= 2.7\times10^{-9}$ mol/L $pAg = -\log 2.7\times10^{-9}$ = 8.5686	10 ml قبل نقطة التكافؤ
في حالة إهمال تركيز أيون الفضة		49.95 ml قبل نقطة التكافؤ
$[Cl^-] = (50\times0.1-9.95\times0.1)/(50+49.95)$ $= 5.0025\times10^{-5}$ mol/L $pCl = -\log = 5\times10^{-5} = 4.3008$	$[Ag^+]=Ksp/[Cl^-] = 1.82\times10^{-10}/5\times10^{-5}$ $= 0.3638\times10^{-5}$ mol/L $pAg = -\log 0.364\times10^{-5}$ = 5.4391	
في حالة عدم إهمال تركيز أيون الفضة		
$[Cl^-] = 5\times10^{-5} + Ksp/[Cl^-]$ $[Cl^-] = 5\times10^{-5} + [Cl^-] - Ksp =$ $[Cl^-] = 5.3499\times10^{-5}$ $pCl = -\log 5.35\times10^{-5} = 4.2717$	$[Ag^+] = Ksp/[Cl^-] = (1.82\times10^{-10})/(5.35\times10^{-5})$ $= 3.4019\times10^{-6}$ mol/L $pAg = -\log 3.4\times10^{-6} = 5.4683$	
$[Cl^-] = [Ag^+] = Ksp = 1.82\times10^{-10}$ $[Cl^-] = \sqrt{1.82\times10^{-10}} = 1.3491\times10^{-5}$ pCl = 4.8699	$[Ag^+] = \sqrt{Ksp} = 1.35\times10^{-5}$ mol/L pAg = 4.8697	50 ml عند نقطة التكافؤ
$[Cl^-] = Ksp / [Ag^+]$ $= (1.82\times10^{-10})/(4.76\times10^{-3}) =$ 3.8235×10^{-8} pCl = 7.4175	$[Ag^+] = (55\times0.1-50\times0.1)/105$ $= (5.5-5)/105 = 4.7619\times10^{-3}$ pAg = 2.3222	55 ml بعد نقطة التكافؤ