

www.sites.google.com/site/faresfergani
Fares_Fergani@yahoo.Fr

تمارين مقترحة

3AS U04 - Exercice 035

المحتوى المعرفي : تطور حملة كيميائية نحو حالة التوازن .

السنة الدراسية : 2016/2015

نص التمرين : (بكالوريا 2014 - رياضيات) (**)

نريد تحديد تجريبياً التركيز المولي c_b لمحلول مائي (S) للنشادر NH_3 عن طريق المعايرة الـ pH مترية، لذلك نعاير حجماً $V_b = 20mL$ من المحلول (S) بواسطة حمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)_{aq}$ تركيزه المولي $c_a = 0,015mol.L^{-1}$

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

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

2- النتائج المحصل عليها عند $25^\circ C$ سمحت برسم المنحنى

(الشكل-9). بالاعتماد على المنحنى جد: أ- إحداثيي نقطة التكافؤ.

ب- التركيز المولي الابتدائي c_b لمحلول النشادر.

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

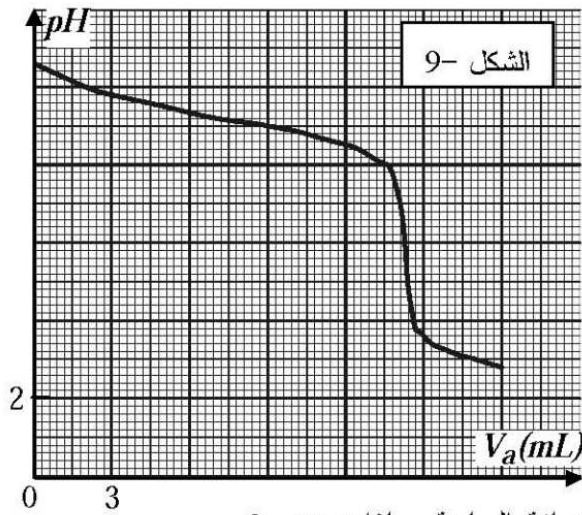
3- احسب قيمة ثابت التوازن K لهذا التفاعل.

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

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

ب - عبّر 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 ؟



حل التمرين

- 1- الف - البروتوكول التحريبي للمعايرة 2
- تملاء السحاحة بمحلول كلور الماء ووضبط مستوى المحلول عند التدريجة صفر.
 - فسخب باستخدام ماصة عيارية حتما 50 مل من محلول النشادر ونضعه في البيشر الذي يوضع بدوره فوق المخلوط المغناطيسي.
 - نغير الـ pH متر باستخدام محلولين موقيين مختلفين على الأقل هما pH معلوم.
 - نفصل جيّداً مسرى جهاز الـ pH متر بالماء المقطر ونجفقه ثم نغمرة بحدّر في البيشر الذي يحتوي على محلول النشادر ونبدأ في إضافة المحلول الحمضي من السحاحة في البيشر.
 - نقيس قيمة الـ pH بالنسبة لكل حجم مضاف والنتائج المتحصل عليها تدون في جدول يسمح برسم المنحنى $pH = f(V)$.
 - ب- جدول التقدّم :

| الحالة | الرقم | $NH_3 + H_3O^+ = NH_4^+ + H_2O$ | | | نقطة |
|----------|-------|---------------------------------|--------------------|-------|------|
| ابتدائية | $x=0$ | $n_{b0} = C_b V_b$ | $n_{a0} = C_a V_a$ | 0 | |
| التقالية | x | $C_b V_b - x$ | $C_a V_a - x$ | x | |
| نهائية | x_f | $C_b V_b - x_f$ | $C_a V_a - x_f$ | x_f | |

2- الف - ابتدائي نقطة التكافؤ :

$$E (V_{bE} = 14,4 \text{ mL}) \quad pHE = 5,8$$

ج - قيمة 1 pKa 2
من نقطة نصف التكافؤ :

$$pKa = pH_{1/2} = 9,2$$

3- ثابت التوازن

$$K = \frac{[NH_4^+]}{[NH_3][H_3O^+]} = \frac{1}{K_a}$$

$$K = \frac{1}{K_a} = \frac{1}{10^{-9.2}} = 10^{9.2} = 1.58 \times 10^9$$

4- النسبة $\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$ عند صفاة $2V_a = 9 \text{ mL}$

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

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

$$-\log K_a = -\log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} - \log [H_3O^+]$$

$$pK_a = -\log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} + pH$$

$$\log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = pH - pK_a \rightarrow \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = 10^{pH - pK_a}$$

$$V_a = 9 \text{ mL} \rightarrow pH = 9$$

من البيان

$$\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = 10^{9-9.2} = 0.63$$

ومنه

د- عبارة $\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$ بدلالة V_a و C_0 و x_f
 اعتمادًا على جدول التقييم

$$[NH_3] = \frac{C_0 V_a - x_f}{V}$$

$$[NH_4^+] = \frac{x_f}{V}$$

ومنه

$$\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = \frac{C_0 V_a - x_f}{\frac{x_f}{V}}$$

$$\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = \frac{C_0 V_a - x_f}{x_f} \rightarrow \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = \frac{C_0 V_a}{x_f} - 1$$

حساب x_f

$$C_f = \frac{x_f}{x_{\text{mix}}}$$

• من العلاقة السابقة

$$\frac{C_b V_b}{x_f} = 1 + \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

$$x_f = \frac{C_b V_b}{1 + \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}}$$

$$x_f = \frac{0,0108 \times 20 \cdot 10^{-3}}{1 + 0,63} = 1,325 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

• $V_a = 9 \text{ mL} < V_{ae}$ ، في هذه الحالة ، المعايرة لم تسج
التكافؤ بعد وبالتالي فإن H_3O^+ هو المتفاعل المحد ، لذا يكون 2

$$C_a V_a - x_{max} = 0 \rightarrow x_{max} = C_a V_a$$

$$x_{max} = 0,015 \times 9 \cdot 10^{-3} = 1,35 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

ومنه 2

$$x_f = \frac{1,325 \cdot 10^{-4}}{1,35 \cdot 10^{-4}} \approx 1$$

فنتسج أن تفاعل المعايرة شبه تام .