

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

تمارين مقترحة

3AS U04 - Exercice 021

المحتوى المعرفي : تطور حملة كيميائية نحو حالة التوازن .

تاريخ آخر تحديث : 2015/04/20

نص التمرين : (بكالوريا 2011 - رياضيات) (**)

محلول مائي لحمض الإيثانويك CH_3COOH ، حجمه V_0 و تركيزه المولي $C_0 = 1.0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

- 1- أكتب معادلة التفاعل المنمذجة لانحلال حمض الإيثانويك في الماء .
- 2- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل . نرسم بـ $x_{\text{éq}}$ إلى تقدم التفاعل عن التوازن .
- 3- أكتب عبارة كل من :

أ- نسبة التقدم النهائي τ_f بدلالة C_0 و $[\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})]_f$.

ب- كسر التفاعل عند التوازن ، و بين أنه يمكن كتابته على الشكل : $Q_{r \text{ éq}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})]_{\text{éq}}^2}{C_0 - [\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})]_{\text{éq}}}$.

ج- الناقلية النوعية $\sigma_{\text{éq}}$ عند التوازن بدلالة $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+)$ ، $\lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ و $[\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})]_{\text{éq}}$ ، نهمل $[\text{HO}^-(\text{aq})]_{\text{éq}}$ أمام $[\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})]_{\text{éq}}$.

4- باستخدام العلاقات المستنتجة سابقا ، أكمل الجدول الموالي :

| المحلول | C (mol.L ⁻¹) | $\sigma_{\text{éq}}$ (S.m ⁻¹) | $[\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})]_{\text{éq}}$ (mol.L ⁻¹) | τ_f (%) | $Q_{e \text{ éq}}$ |
|----------------|--------------------------|---|--|--------------|--------------------|
| S ₀ | $1.0 \cdot 10^{-2}$ | 0.016 | | | |
| S ₁ | $5.0 \cdot 10^{-2}$ | 0.036 | | | |

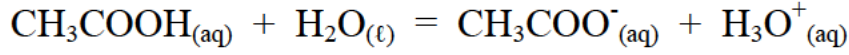
علما أن : $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35.0 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ و $\lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 3.6 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$

ب- استنتج تأثير التركيز المولي للمحلول على كل من :

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

حل التمرين

1- معادلة التفاعل المنمذج لانحلال CH_3COOH :



2- جدول التقدم :

| الحالة | التقدم | $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$ | $= \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ |
|----------|---------|---|--|
| ابتدائية | $x = 0$ | $n_0 = C_0V$ | زيادة 0 |
| انتقالية | x | $C_0V - x$ | زيادة x |
| نهائية | x_f | $C_0V - x_f$ | زيادة x_f |

3- أ- عبارة τ_f بدلالة C_0 ، $[\text{H}_3\text{O}^+]_f$:

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}}$$

- من جدول التقدم و باعتبار التفاعل تام :

$$C_0V - x_{\max} = 0 \rightarrow x_{\max} = C_0V$$

و لدينا :

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_f = \frac{n_f(\text{H}_3\text{O}^+)}{V}$$

من جدول التقدم : $n_f(\text{H}_3\text{O}^+) = x_f$ و منه :

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_f = \frac{x_f}{V} \rightarrow x_f = [\text{H}_3\text{O}^+]_f V$$

و بتعويض عبارتي x_f و x_{\max} في عبارة τ_f يكون :

$$\tau_f = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_f V}{C_0V} \rightarrow \tau_f = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_f}{C_0}$$

ب- كسر التفاعل :

$$Q_{rf} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_f [\text{H}_3\text{O}^+]_f}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_f}$$

اعتمادا على جدول التقدم :

$$\begin{aligned} \bullet [H_3O^+]_f &= \frac{x_f}{V} \\ \bullet [CH_3COO^-]_f &= \frac{x_f}{V} = [H_3O^+]_f \\ \bullet [CH_3COOH]_f &= \frac{C_0 V - x_f}{V} = C_0 - \frac{x_f}{V} = C_0 - [H_3O^+]_f \end{aligned}$$

بالتعويض في عبارة كسر التفاعل عند التوازن :

$$Q_{rf} = \frac{[H_3O^+]_f [CH_3COO^-]_f}{C_0 - [H_3O^+]_f} = \frac{[H_3O^+]_f^2}{C_0 - [H_3O^+]_f}$$

و كون أن الجملة الكيميائية تبلغ حالتها النهائية عندما يحدث التوازن نكتب أيضا :

$$Q_{r\acute{e}q} = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}^2}{C_0 - [H_3O^+]_{\acute{e}q}}$$

ج- عبارة $\sigma_{\acute{e}q}$:

$$\delta_{\acute{e}q} = \sigma_f = \lambda(CH_3COO^-)[CH_3COO^-]_f + \lambda(H_3O^+)[H_3O^+]_f$$

مما سبق و اعتمادا على جدول التقدم :

$$[CH_3COO^-]_f = [H_3O^+]_f$$

و منه يصبح :

$$\delta_{\acute{e}q} = \sigma_f = \lambda(CH_3COO^-)[H_3O^+]_f + \lambda(H_3O^+)[H_3O^+]_f$$

$$\delta_{\acute{e}q} = \sigma_f = (\lambda(CH_3COO^-) + \lambda(H_3O^+)) [H_3O^+]_f$$

يمكن أيضا كتابة العلاقة على الشكل التالي :

$$\delta_{\acute{e}q} = (\lambda(CH_3COO^-) + \lambda(H_3O^+)) [H_3O^+]_{\acute{e}q}$$

4- أ- إكمال الجدول :

من العلاقة السابقة يمكن كتابة :

$$[H_3O^+]_{\acute{e}q} = \frac{\delta_{\acute{e}q}}{\lambda(CH_3COO^-) + \lambda(H_3O^+)}$$

و لدينا مما سبق :

$$Q_{r\acute{e}q} = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}^2}{C_0 - [H_3O^+]_{\acute{e}q}}, \quad \tau_f = \frac{[H_3O^+]_f}{C_0}$$

من خلال هذه العلاقات نملاً الجدول مع الأخذ بعين أنه عند حساب $[H_3O^+]_{\text{éq}}$ تكون الوحدة بـ mol/m^3 و لتحويلها إلى mol/L نقسم على 1000 ، كما أن قيمة τ_f مطلوبة بـ % لذا النتيجة المتحصل عليها تضرب في 100

| المحلول | C (mol.L ⁻¹) | $\sigma_{\text{éq}}$ (S.m ⁻¹) | $[H_3O^+]_{\text{éq}}$ (mol.L ⁻¹) | τ_f (%) | $Q_e \text{ éq}$ |
|----------------|--------------------------|---|---|--------------|------------------------|
| S ₀ | 1.0 . 10 ⁻² | 0.016 | 4.150 . 10 ⁻⁴ | 4.15 | 1.8 . 10 ⁻⁵ |
| S ₁ | 5.0 . 10 ⁻² | 0.036 | 9.326 . 10 ⁻⁴ | 1.86 | 1.8 . 10 ⁻⁵ |

- ب- تأثير التركيز المولي على τ_f ، $Q_e \text{ éq}$ عند التوازن :
- اعتمادا على النتائج المتحصل عليها سابقا و المدونة في الجدول السابق يمكن استنتاج ما يلي :
- كلما ازداد التركيز المولي للمحلول تناقصت نسبة التقدم النهائي τ_f .
 - كسر التفاعل عند التوازن لا يتأثر بالتركيز المولي للمحلول .