



✓ التمرين:

➤ يعتبر الخل التجاري محلولاً مائياً لحمض الإيثانويك CH_3COOH ، يتميز بدرجة حمضية (X°) والتي تمثل

الكتلة X بالغرام (g) لحمض الإيثانويك الموجودة في $100 g$ من الخل التجاري.

المعطيات: كل المحاليل موجودة في الدرجة $25^\circ C$:

$$\rho(CH_3COOH) = 1,07 g.mL^{-1} \text{ ، } M(CH_3COOH) = 60 g.mol^{-1} \text{ ، } \text{الكتلة الحجمية للخل التجاري:}$$

$$\lambda_{H_3O^+} = 34,9 mS.m^2.mol^{-1} \text{ ، } \lambda_{CH_3COO^-} = 4,09 mS.m^2.mol^{-1}$$

I. دراسة ذوبان حمض الإيثانويك في الماء:

لدينا محلولين مائيين (S_1) و (S_2) لحمض الإيثانويك:

• المحلول (S_1) تركيزه المولي $C_1 = 5 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$ وناقليته النوعية $\sigma_1 = 3,5 \times 10^{-2} S.m^{-1}$.

• المحلول (S_2) تركيزه المولي $C_2 = 5 \times 10^{-3} mol.L^{-1}$ وناقليته النوعية $\sigma_2 = 1,1 \times 10^{-2} S.m^{-1}$.

1. عرّف الحمض وفق نظرية برونشتد.

2. اكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج لذوبان حمض الإيثانويك في الماء، ثم اذكر الثنائيتين (أساس/حمض)

الداخلتين في التفاعل الحادث.

3. جّد عبارة الناقلية النوعية σ_f بدلالة $[H_3O^+]_f$ ، $\lambda_{H_3O^+}$ و $\lambda_{CH_3COO^-}$. (نهمل التشرّد الذاتي للماء).

4. احسب التركيز المولي النهائي لشوارد الهيدرونيوم $[H_3O^+]_f$ بالنسبة للمحلولين المائيين (S_1) و (S_2) .

5. استنتج قيمة pH بالنسبة للمحلولين المائيين (S_1) و (S_2) .

6. حدّد نسبتي التقدّم النهائي τ_{f1} و τ_{f2} لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء في كل محلول. ماذا تستنتج؟

7. حدّد ثابت التوازن K لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء بالنسبة للمحلولين المائيين (S_1) و (S_2) . ماذا تستنتج؟

II. التحقق من درجة حمضية الخل التجاري:

نأخذ حجماً $V_0 = 1 mL$ من خل تجاري درجته الحمضية (7°) وتركيزه المولي C_0 ، نضيف إليه الماء المقطر لتحضير

محلول مائي (S) حجمه $V_S = 100 mL$ وتركيزه المولي C_S . نعاير الحجم $V_a = 20 mL$ من المحلول (S) تركيزه

المولي C_b بمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_b = 1,5 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$

فنحصل على نقطة التكافؤ عند الإضافة $V_{bE} = 16,6 mL$.

1. أ- اكتب المعادلة المنمذجة لتفاعل المعايرة الحادث.

ب- ما هي خصائص هذا التفاعل؟

ج- عرّف التكافؤ، ثم احسب التركيز المولي C_S .

ج- استنتج التركيز المولي C_0 .

2. حدّد درجة الحمضية للخل التجاري، ثم استنتج هل النتيجة المحسوبة تجريبيًا توافق القيمة المسجلة على الخل التجاري؟

III. دراسة تفاعل الأسترة:



الشكل -1-

نضع في أرلينة ماير $0,5 \text{ mol}$ من حمض الإيثانويك النقي $\text{CH}_3 - \text{COOH}$ و $0,5 \text{ mol}$ من الكحول $\text{C}_3\text{H}_7 - \text{OH}$. نضيف قطرات من حمض الكبريت المركز ونسد الأرلينة بسدادة متصلة بمبرد، ثم نضعها في حمام مائي درجة حرارته 100°C (الشكل -1-). بعد مدة زمنية من التسخين المرتد، نسكب محتوى الأرلينة في بيشر به ماء مالح، فنلاحظ طفو مادة عضوية.

1. ما دور كل من تقنية التسخين المرتد وإضافة قطرات من حمض الكبريت المركز؟

2. إن متابعة كمية مادة الأستر المتشكل n_E بدلالة الزمن مكنتنا من رسم المنحنى البياني $n_E = f(t)$ (الشكل -2-).

1.2 اكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج لتحويل الأسترة، ثم أنشيء جدولًا لتقدم التفاعل الكيميائي الحادث.

2.2 هل التحويل الكيميائي الحادث تام؟

كيف نتأكد عمليًا (تجريبيًا) من ذلك؟

3.2 عرّف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ، ثم قدر قيمته بيانيًا.

4.2 جد سرعة التفاعل عند اللحظتين:

$t_1 = 20 \text{ min}$ و $t_2 = 40 \text{ min}$

ناقش النتائج المتحصّل عليها. ماذا تستنتج؟

5.2 حدّد مردود التفاعل. كيف يمكن تحسين مردود تشكّل الأستر في هذا التفاعل؟

6.2 استنتج صنف الكحول المستعمل، ثم اكتب صيغته نصف المفصلة مع تسميته.

7.2 جد التركيب المولي للمزيج التفاعلي عند اللحظة $t = 120 \text{ min}$.

3. فيما تتمثل أهمية الأسترات في الحياة اليومية؟

✓ تمنياتي لكم التوفيق والنجاح في امتحان شهادة البكالوريا.

أستاذ المادة: عادل ثابت.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التربية الوطنية
ثانوية محمد البشير الإبراهيمي - أولاد مراب
المستوى: السنة الثالثة علوم تجريبية
مدينة التبريز - لوجبة تدريس
السنة الدراسية: 2021 - 2022
الأستاذ: عادل شابت

سهر التمرين النموذجي لفرض الثلاثي الثالث

4. حساب $[H_3O^+]_f$ بالنسبة للمحلولين (S₁) و (S₂)
بالنسبة للمحلول (S₁):

$$[H_3O^+]_f = \frac{C_1}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-}} \quad (0,25)$$

$$\text{AN: } [H_3O^+]_f = \frac{3,5 \times 10^{-2}}{(34,9 + 4,09) \times 10^{-3}} = 0,897 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3}$$

$$[H_3O^+]_f = 8,97 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \quad (0,25)$$

بالنسبة للمحلول (S₂):

$$[H_3O^+]_f = \frac{1,1 \times 10^{-2}}{(34,9 + 4,09) \times 10^{-3}} = 0,282 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3}$$

$$[H_3O^+]_f = 2,82 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \quad (0,25)$$

5. استنتاج قيمة pH للمحلولين (S₁) و (S₂)

$$(S_1): \text{pH} = -\log [H_3O^+]_f \quad (0,25)$$

$$\Rightarrow \text{pH} = -\log (8,97 \times 10^{-4}) \Rightarrow \boxed{\text{pH} = 3,04} \quad (0,25)$$

$$(S_2): \text{pH} = -\log (2,82 \times 10^{-4}) \quad (0,25)$$

$$\Rightarrow \boxed{\text{pH} = 3,54} \quad (0,25)$$

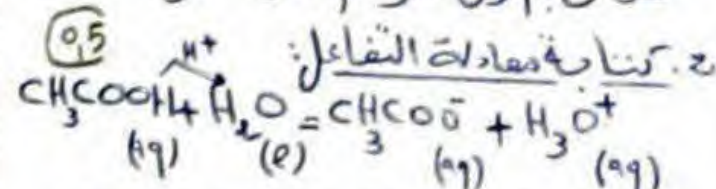
التحضير:

I. دراسة ذوبان حمض الخل (البريثانويك) في الماء:

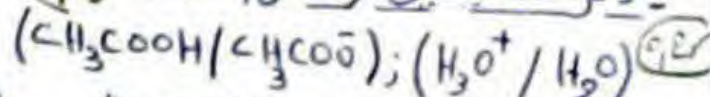


$$S_1: (CH_3COOH)_3 \quad \begin{cases} C_1 = 5 \times 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \\ \sigma_1 = 3,5 \times 10^{-2} \frac{\text{L}}{\text{mol}} \end{cases} \quad (S_2): (CH_3COOH)_2 \quad \begin{cases} C_2 = 5 \times 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \\ \sigma_2 = 1,1 \times 10^{-2} \frac{\text{L}}{\text{mol}} \end{cases}$$

1. تعريف الحمض: هو كافر كيميائي قادر على فقدان بروتون H^+ أو أكثر خلال تفاعل كيميائي.



2. كتابة معادلة التفاعل:



3. إعداد عبارة $[H_3O^+]_f$ بدلالة $[H_3O^+]_i$ و $[CH_3COO^-]_i$

بتوظيف قانون كولوش:

$$C_f = \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+]_f + \lambda_{CH_3COO^-} [CH_3COO^-]_f$$

من جدول التغير في حالة الزمائية لدينا:

$$[H_3O^+]_f = [CH_3COO^-]_f \quad (0,25)$$

$$\text{A: } C_f = \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+]_f + \lambda_{CH_3COO^-} [H_3O^+]_f$$

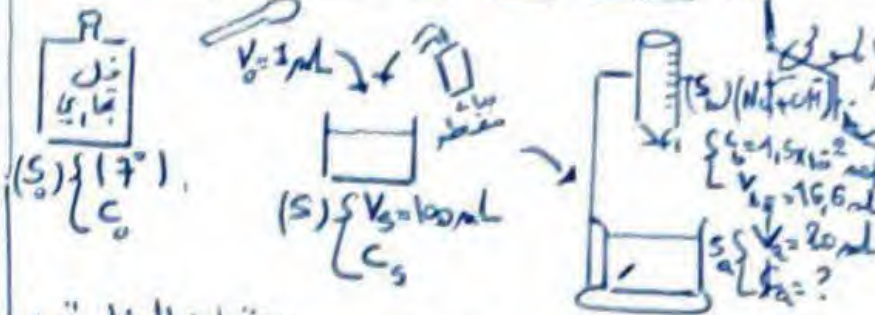
$$C_f = [H_3O^+]_f \left(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-} \right) \quad (0,5)$$

$$(9): K = \frac{(2,82 \times 10^{-4})^2}{5 \times 10^{-3} - 2,82 \times 10^{-4}}$$

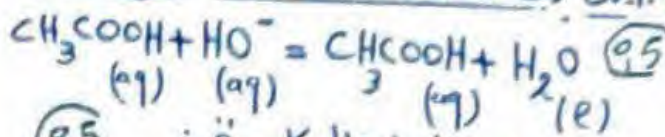
$$K = 1,6 \times 10^{-5} \quad (92)$$

← نستخرج أن ثابت التوازن K لا يتغير (مستقل) بالنسبة لتركيز المتفاعلات لأنواع الكيمياء ثنائية.

II. التحقق من درجة حموضة المحلول النهائي:



1. كتابة المعادلة الموزونة لتفاعل المتفاعلات:



ب. خصائص تفاعل المعادلة:

- تام - سريع - تسمى الحرارة.

ج. تعريف نقطة التكافؤ: هي النقطة التي يكون فيها المذيب ينسب ستوكيومترية.

$$\frac{n_A}{a} = \frac{n_B}{b} \Rightarrow n_{\text{مخف}} = n_{\text{أس}} \Rightarrow \frac{C_A \cdot V_A}{a} = \frac{C_B \cdot V_B}{b}$$

$$C_5 = \frac{C_6 \cdot V_6}{V_5} = \frac{1,5 \times 10^{-2} \times 16,6}{20}$$

$$C_5 = 1,245 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \quad (95)$$

ج. استنتاج التكمين المولي C_0 :

بتوضيف قانون التكمين:

$$C_0 = \frac{C_5 \cdot V_5}{V_0} = \frac{1,245 \times 10^{-2} \times 100}{1}$$

$$C_0 = 1,245 \text{ mol/L} \quad (92)$$

6. تحديد نسبة التكمين النهائي C_0 و C_2

$$(91): \frac{C_2}{C_0} = \frac{[H_3O^+]_f}{C_2} = \frac{8,97 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-2}}$$

$$\frac{C_2}{C_0} = 0,0179 \Rightarrow \frac{C_2}{C_0} = 1,79\% \quad (92)$$

$$(9): \frac{C_2}{C_0} = \frac{[H_3O^+]_f}{C_2} = \frac{2,82 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-3}}$$

$$\frac{C_2}{C_0} = 0,0564 \Rightarrow \frac{C_2}{C_0} = 5,64\% \quad (92)$$

← نستخرج أنه كلما نقص (قل) التكمين المولي C_0 (تزيد) نسبة التكمين النهائي C_2 للتفاعل (تفكك المحلول) تسمى في الماء.

4. تحديد ثابت التوازن K :

$$K = \frac{[CH_3COO^-]_f [H_3O^+]_f}{[CH_3COOH]_f} \quad (92)$$

من جدول التكمين في حالة النهائية:

$$[CH_3COO^-]_f = [H_3O^+]_f \quad (92)$$

$$[CH_3COOH]_f = C - [H_3O^+]_f \quad (92)$$

$$K = \frac{[H_3O^+]_f^2}{C - [H_3O^+]_f} \quad (95)$$

$$K = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}}$$

AN:

$$(91): K = \frac{(8,97 \times 10^{-4})^2}{5 \times 10^{-2} - 8,97 \times 10^{-4}}$$

$$K = 1,6 \times 10^{-5} \quad (92)$$

2. حساب كمية المحض النقي للتجارب 1 و 2

من المحلول الناتج CH_3COOH الموافق 100g

$$n = C \cdot V$$

$$\frac{m}{M} = C \cdot V \Rightarrow m = C \cdot V \cdot M$$

$$\left(\frac{CH_3COOH}{(CH_3COOH)} \right)$$

* حساب حجم المحلول الناتج في V الموافق

لـ 100g من المحلول الناتج 100g

$$\rho_{CH_3COOH} = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{100}{1.04}$$

$$V = 93,457 \text{ mL} \quad (0,2)$$

* حساب كمية المحض النقي الموجودة في 100g من المحلول الناتج 100g

$$m = C \cdot V \cdot M$$

$$\left(\frac{CH_3COOH}{(CH_3COOH)} \right)$$

$$= 1,245 \times 93,457 \times 10^{-3} \times 60$$

$$m_{CH_3COOH} = 6,98 \text{ g} \approx 7 \text{ g} \quad (0,5)$$

لـ 100g من المحلول الناتج 100g (كمية المحض النقي)

نستخرج أن القيمة المحسوبة تجريبياً تتوافق القيمة المحسوبة على المحلول الناتج 100g. (0,2)

III - دراسة تفاعل الأسترة

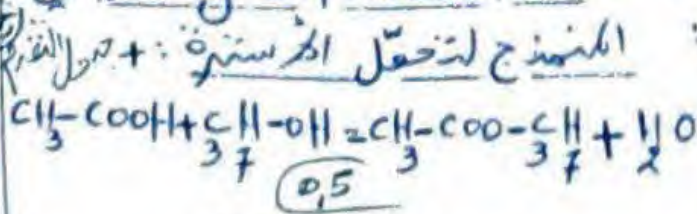
$$n_{(CH_3COOH)} = n_{(CH_3COOH)} = 0,5 \text{ mmol}$$

$$n_{(CH_3COOH)} = n_{(CH_3COOH)} = 0,5 \text{ mmol}$$

1. دور كل من التسخين المرتد : تطهير الأوعية المتعددة ومنع ضياعها فتعود إلى الأثر لينة.

- دور إضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركزة : تسريع التفاعل (0,2)

2. 1. كتابة معادلة التفاعل الكيميائي



2. 2. حل التفاعل الكيميائي تام

$$\chi_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{n_{(استر)}}{n_{(استر)}} = \frac{0,3}{0,5}$$

$$\Rightarrow \chi_f = 0,6 \quad (0,2)$$

ملاحظة 1: في تفاعل الأسترة غير تام.

- يمكن التأكيد عملياً (تجريبياً) أن

تحويل الأسترة غير تام : بإضافة قطرات من كاشف ملون (مثلاً أصفر) قطرات من كاشف الـ BBT يبقى أصفر في نهاية التفاعل يعني أن كمية مادة المحض لم تتغير بالمعنى أن المحض لم يتغير (كمية المحولات).

3. 2. تعريف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$

هو الزمن اللازم للوصول التفاعل إلى نصف قيمة تقدمه النهائي.

- تقديم $t_{1/2}$ بيانياً :

$$t = t_{1/2} \Rightarrow x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} = \frac{0,3}{2} = 0,15 \text{ mmol}$$

لـ باستقام القيمة على البيان ثم على محور الأثر منة نحدد :

$$t_{1/2} = 16 \text{ min} \quad (0,2)$$

4.2. إيجاد سرعة التفاعل عند التوازن

* عند اللحظة $t_1 = 20 \text{ min}$:

← من جدول التقدم في الحالة التوازنية

لدينا :

$$x(t) = n_{\text{است}}(t) \quad (0.2)$$

نشتق الطرفين فنجد

$$\frac{dx(t)}{dt} = \frac{dn_{\text{است}}(t)}{dt}$$

$$\downarrow \quad (0.2)$$

$$v^x(t) = \frac{dn_{\text{است}}(t)}{dt}$$

↓
(Hand) مقاس

$$v^x(t_1 = 20 \text{ min}) = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{0.17 - 0.08}{20 - 0} \quad (0.2)$$

$$v^x(t_1 = 20 \text{ min}) = 4.5 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

* عند اللحظة $t_2 = 40 \text{ min}$:

$$v^x(t_2 = 40 \text{ min}) = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{0.245 - 0.15}{40 - 0} \quad (0.2)$$

$$v^x(t_2 = 40 \text{ min}) = 2.3 \times 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

← نلاحظ أن $v^x_{t_2=40} < v^x_{t_1=20}$
✓ نستنتج أن سرعة التفاعل تتناقص مع الزمن (يبقى التفاعل طويلاً)

5.2. تحديد مردود التفاعل

$$r = \frac{r_p}{r_t} \times 100 \Rightarrow r_p = 0.6 \times 100$$

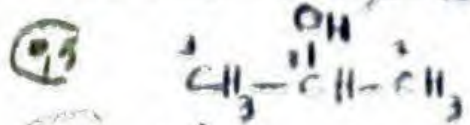
$$\Rightarrow \boxed{r_p = 60\%} \quad (0.2)$$

* يمكن تحسين مردود التفاعل
بجعل نسبة المتفاعلات بالزيادة (مردود)
التي ينبغي تثبيت لمصنع السماد
- نزع (مذيب) الماء الزائد من التفاعل
(0.2)

6.2. استنتاج سرعة التفاعل

فإن $r = 60\%$ فالكمول المتفاعل
لهذا التفاعل سرعة ثابتة
(0.2)

* كتابة سرعة التفاعل المتوازنية



← برهان - 2 - أول (0.2)

7.2. إيجاد التركيب المولي للمرجع التفاعلي

عند اللحظة $t = 20 \text{ min}$:
لدينا

$$\bullet n_f(\text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{CH}_3\text{COOH}) - x_f$$

$$= 0.5 - 0.3 \quad (0.2)$$

$$n_f(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0.2 \text{ mol}$$

$$\bullet n_f(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) - x_f$$

$$= 0.5 - 0.3 \quad (0.2)$$

$$n_f(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0.2 \text{ mol}$$

$$\bullet n_f(\text{CH}_3\text{COO-C}_2\text{H}_5) = n_f = 0.3 \text{ mol} \quad (0.2)$$

$$\bullet n_f(\text{H}_2\text{O}) = 0.3 \Rightarrow n_f(\text{H}_2\text{O}) = 0.3 \text{ mol} \quad (0.2)$$

3. تتشبه أحمية الاستماتة :

صناعة الصابون (0.2)

- التوتر
- الملونات والمطارات المضافة للمواد الغذائية