الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية
ثانوية محمّد البشير الإبراهيمي-أولاد صابر
المستوى: السنة الثالثة علوم تجريبية

مديرية التربية لولاية سطيف
السنة الدراسية: 2022/2021
بكالوريا 2022

فرض الثلاثي الثالث في مادّة: العـــــلوم الفيزيائية
المدّة: 01 سا ونصف.

✓ التمرين:

➢ يعتبر الخل التجاري محلولا مائيا لحمض الإيثانويك CH_3COOH، يتميّز بدرجة حمضية (X°) والتي تمثّل الكتلة X بالغرام (g) لحمض الإيثانويك الموجودة في $100\ g$ من الخل التجاري.

المعطيات: كل المحاليل موجودة في الدرجة 25°C:

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

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

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 النوعيّة $\sigma_1 = 3{,}5 \times 10^{-2}\ S.m^{-1}$.
- المحلول (S_2) تركيزه المولي $C_2 = 5 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$ وناقليته النوعيّة $\sigma_2 = 1{,}1 \times 10^{-2}\ S.m^{-1}$.

1. عرّف الحمض وفق نظريّة برونشتد.
2. اكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج لذوبان حمض الإيثانويك في الماء، ثمّ اذكر الثنائيتين (أساس/حمض) الداخلتين في التفاعل الحادث.
3. جِد عبارة الناقليّة النوعيّة 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. التحقّق من درجة حمضيّة الخل التجاري:

نأخذ حجما $V_0 = 1\ mL$ من خل تجاري درجته الحمضيّة (7°) وتركيزه المولي C_0، نضيف إليه الماء المقطّر لتحضير محلول مائي (S) حجمه $V_S = 100\ mL$ وتركيزه المولي C_S. نعايّر الحجم $V_a = 20\ mL$ من المحلول (S) تركيزه المولي C_S بمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_b = 1{,}5 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ فنحصّل 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، ثمّ احسب التركيز المولي C_S.

ج- استنتج التركيز المولي C_0.

2. حدّد درجة الحمضيّة للخل التجاري، ثمّ استنتج هل النتيجة المحسوبة تجريبيًا توافق القيمة المسجّلة على الخل التجاري؟

III. دراسة تفاعل الأسترة:

الشكل -1-

نضع في أرلينة ماير $0{,}5\ mol$ من حمض الإيثانويك النقّي $CH_3 - COOH$ و $0{,}5\ mol$ من الكحول $C_3H_7 - OH$. نضيف قطرات من حمض الكبريت المركّز ونسّد الأرلينة بسدّادة متصّلة بمبرّد، ثمّ نضعها في حمام مائي درجة حرارته 100°C (الشكل -1-). بعد مدّة زمنيّة من التسخين المرتّد، نسكب محتوى الأرلينة في بيشر به ماء مالح، فنلاحظ طفو مادّة عضويّة.

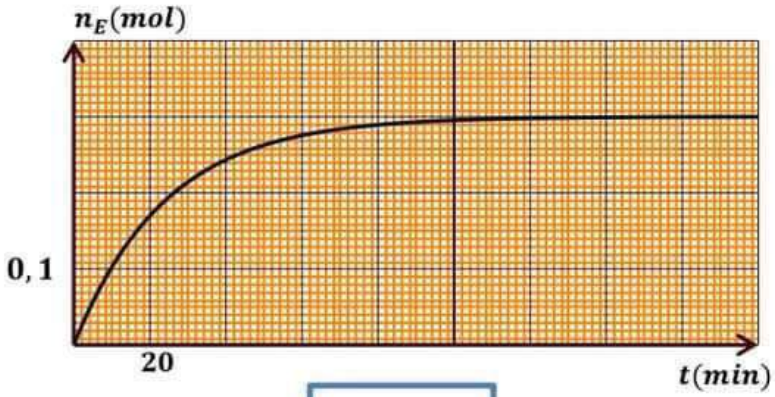
1. ما دور كل من تقنيّة التسخين المرتّد وإضافة قطرات من حمض الكبريت المركّز؟

2. إنّ متابعة كميّة مادّة الأستر المتشكّل n_E بدلالة الزمن مكّنتنا من رسم المنحنى البياني $n_E = f(t)$ (الشكل -2-).

1.2 اكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج لتحوّل الأسترة، ثمّ أنشيء جدولا لتقدّم التفاعل الكيميائي الحادث.

2.2 هل التحوّل الكيميائي الحادث تامّ؟

كيف نتأكّد عمليًا (تجريبيًا) من ذلك؟



الشكل -2-

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

4.2 جِد سرعة التفاعل عند اللحظتين:

$t_1 = 20\ min$ و $t_2 = 40\ min$.

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، ثمّ اكتب صيغته نصف المفصلة مع تسميّته.

7.2 جِد التركيب المولي للمزيج التفاعلي عند اللحظة $t = 120\ min$.

3. فيما تتمثّل أهميّة الأسترات في الحياة اليوميّة؟

✓ تمنياتي لكم التوفيق والنجاح في امتحان شهادة البكالوريا.

أستاذ المادّة: عادل ثابت.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التربية الوطنية — مديرية التربية لولاية تندوف
ثانوية محمد البشير الإبراهيمي أولاد جرابم — السنة الدراسية: 2021-2022
المستوى: السنة الثالثة علوم تجريبية — الأستاذ: عادل ثابت

التصحيح النموذجي لفرض الثلاثي الثالث

التمرين:

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

(S_1): (CH_3COOH) $\begin{cases} C_1 = 5\times10^{-2}\ mol/L \\ \sigma_1 = 3{,}5\times10^{-2}\ S/m \end{cases}$ — (S_2) (CH_3COOH) $\begin{cases} C_2 = 5\times10^{-3}\ mol/L \\ \sigma_2 = 1{,}1\times10^{-2}\ S/m \end{cases}$ (0,25)

1. تعريف الحمض: هو كل فرد كيميائي قادر على فقدان بروتون H^+ أو أكثر خلال تفاعل كيميائي. (0,5)

2. كتابة معادلة التفاعل:

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \xrightarrow{H^+} CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

- ذكر الثنائيتين (أساس/حمض): (CH_3COOH/CH_3COO^-) ; (H_3O^+/H_2O) (0,25)

3. إيجاد عبارة σ_f بدلالة $[H_3O^+]_f$ و $\lambda_{H_3O^+}$ و $\lambda_{CH_3COO^-}$:

بتوظيف قانون كولروش: (0,25)

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

- من جدول التقدم في حالة الرهانية لدينا:

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

ومنه:

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

$$\boxed{\sigma_f = [H_3O^+]_f \cdot (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-})} \quad (0,5)$$

4. حساب $[H_3O^+]_f$ بالنسبة للمحلولين (S_1) و (S_2):

بالنسبة للمحلول (S_1):

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

AN:

$$[H_3O^+]_f = \frac{3{,}5\times10^{-2}}{(34{,}9+4{,}09)\times10^{-3}} = 0{,}897\ mol/m^3$$

$$\boxed{[H_3O^+]_f = 8{,}97\times10^{-4}\ mol/L} \quad (0,25)$$

بالنسبة للمحلول (S_2):

$$[H_3O^+]_f = \frac{1{,}1\times10^{-2}}{(34{,}9+4{,}09)\times10^{-3}} = 0{,}282\ mol/m^3$$

$$\boxed{[H_3O^+]_f = 2{,}82\times10^{-4}\ mol/L} \quad (0,25)$$

5. استنتاج قيمة pH للمحلولين (S_1) و (S_2):

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

$\Rightarrow pH = -\log(8{,}97\times10^{-4}) \Rightarrow \boxed{pH = 3{,}04}$ (0,25)

(S_2): $pH = -\log(2{,}82\times10^{-4})$

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

6. تحديد نسبتي التقدم النهائي τ_{1f} و τ_{2f} (0,25)

(S_1): $\tau_{1f} = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[H_3O^+]_f}{c_1} = \frac{8,97\times10^{-4}}{5\times10^{-2}}$

$\tau_{1f} = 0,0179 \Rightarrow \boxed{\tau_{1f\%} = 1,79\%}$ (0,25)

(S_2): $\tau_{2f} = \frac{[H_3O^+]_f}{c_2} = \frac{2,82\times10^{-4}}{5\times10^{-3}}$ (0,25)

$\tau_{2f} = 0,0564 \Rightarrow \boxed{\tau_{2f\%} = 5,64\%}$ (0,25)

← نستنتج أنه كلما نقص (قل) التركيز المولي الابتدائي للمحلول (التمديه) تزيد نسبة التقدم النهائي τ للتفاعل (تفكك الحمض أكثر في الماء) (0,25)

7. تحديد ثابت التوازن K:

$K = Q_{r,f} = \frac{[CH_3COO^-]_f [H_3O^+]_f}{[CH_3COOH]_f}$ (0,25)

من جدول التقدم في الحالة النهائية:

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

$[CH_3COOH]_f = C - [H_3O^+]_f$ (0,25)

$\boxed{K = \frac{[H_3O^+]_f^2}{C - [H_3O^+]_f}}$ (0,5)

ب) الاستنتاج:

$\boxed{K = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}}}$ ← بيان النقط

AN:

(S_1): $K = \frac{(8,97\times10^{-4})^2}{5\times10^{-2} - 8,97\times10^{-4}}$

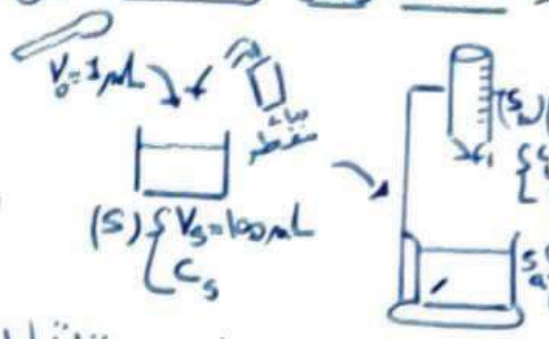
$\boxed{K = 1,6\times10^{-5}}$ (0,25)

(S_2): $K = \frac{(2,82\times10^{-4})^2}{5\times10^{-3} - 2,82\times10^{-4}}$

$\boxed{K = 1,6\times10^{-5}}$ (0,25)

← نستنتج أن ثابت التوازن K لا يتعلق (يستقل) بالتركيز الابتدائي c للأنواع الكيميائية.

II. التحقق من درجة حمضية الخل التجاري:



1. كتابة المعادلة المنمذجة للتفاعل الحادث:

$CH_3COOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$ (0,5)

ب- خصائص تفاعل المعايرة: (0,5)

- تام - سريع - ناشر للحرارة.

ج- تعريف نقطة التكافؤ: هي النقطة التي يكون فيها المزيج بنسب ستوكيومترية (0,25)

$\frac{n_A}{a} = \frac{n_B}{b} \Rightarrow n_{حمض} = n_{أساس} \Rightarrow c_a V_a = c_b V_{bE}$ (0,25)

- حساب التركيز المولي c_S:

$c_S = \frac{c_b V_{bE}}{V_a} = \frac{1,5\times10^{-2}\times16,6}{20}$

$\boxed{c_S = 1,245\times10^{-2} \frac{mol}{L}}$ (0,5)

ج- استنتاج التركيز المولي c_0: (0,25)

بتوظيف قانون التمديد: ←

$c_0 V_0 = c_S V_S$

$c_0 = \frac{c_S V_S}{V_0} = \frac{1,245\times10^{-2}\times100}{1}$

$\boxed{c_0 = 1,245\ mol/L}$ (0,25)

2. تحديد درجة الحمضية للخل التجاري الذي بين يدي

كتلة الحمض النقي الموجودة في 100g من الخل التجاري: m_{CH_3COOH}

$n = C.V$

$\frac{m}{M} = C.V \Rightarrow m = C_{(CH_3COOH)}.V.M_{(CH_3COOH)}$ (0,25)

* حساب حجم المحلول التجاري V الموافق لـ 100g من المحلول التجاري: (0,25)

$\rho_{CH_3COOH} = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{100}{1,07}$

$V = 93,457mL$ (0,25)

* حساب كتلة الحمض النقي الموجودة في 100g من المحلول التجاري:

$m_{CH_3COOH\ (pur)} = C_0.V.M_{CH_3COOH}$

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

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

* أي درجة النقاوة: 7° (درجة الحمضية)

نستنتج أن القيمة المحسوبة تجريبيا توافق القيمة المدونة على الخل التجاري. (0,25)

III- دراسة تفاعل الأستنة

$n_{0(\text{حمض البوتانويك})} = n_{0(CH_3COOH)} = 0,5mol$

$n_{0(\text{الكحول})} = n_{0(C_3H_7-OH)} = 0,5mol$

1.3. ذكر كل من التجربتين المستعملتين: تطنيف الأبخرة المتصاعدة ومنع ضياعها فتعود إلى الأنبوبة.

- ذكر إضافة قطرات من حمض الكبريت المركز: تسريع التفاعل. (0,25)

2.3. كتابة معادلة التفاعل الكيميائي

المنمذج لتحول الأستنة: (0,25)

$CH_3-COOH + C_3H_7-OH = CH_3-COO-C_3H_7 + H_2O$ (0,5)

2.2. حل التعول الكيميائي تام

$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{n_{(ester)f}}{x_{max}} = \frac{0,3}{0,5}$ (0,25)

$\Rightarrow \boxed{\tau_f = 0,6}$ (0,25)

(0,25) بما أن $\tau_f < 1$ فتحول الأستنة غير تام.

- يمكن التأكد عمليا (تجريبيا) أن تحول الأستنة غير تام: بإضافة قطرات من كاشف ملون (مثلا إضافة قطرات من كاشف الـ BBT يبقى أصفر في نهاية التحول يعني أن كمية مادة الحمض لم تنتهي بالرغم أن المزيج ستوكيومتري).

3.2 تعريف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$:

هو الزمن اللازم لوصول التفاعل إلى نصف قيمة تقدمه النهائي. (0,25)

- تقدير $t_{1/2}$ بيانيا:

$t = t_{1/2} \Rightarrow x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} = \frac{0,3}{2} = 0,15mol$ (0,25)

باستعمال القيمة على البيان ثم على محور الأزمنة نجد:

$t_{1/2} = 16min$ (0,25)

4.2. إيجاد سرعة التفاعل عند اللحظتين:

* عند اللحظة $t_1 = 20\,min$:

← من جدول التقدم في حالة انتقالية لدينا:

$x(t) = n_{استر}(t)$ (0,2)

نشتق الطرفين فنجد

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

$$v(t) = \frac{dn_E(t)}{dt}$$ (0,2)

$v(t)$ يمثل عدديا (tan α)

$$v(t_1 = 20min) = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{0,17 - 0,08}{20 - 0}$$ (0,2)

$$\boxed{v(t_1 = 20min) = 4,5 \times 10^{-3}\ mol.min^{-1}}$$

* عند اللحظة $t_2 = 40\,min$:

$$v(t_2 = 40min) = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{0,245 - 0,15}{40 - 0}$$ (0,2)

$$\boxed{v(t_2 = 40min) = 2,3 \times 10^{-3}\ mol.min^{-1}}$$

← نلاحظ أن $v_{t_1=20min} > v_{t_2=40min}$ (0,2)

✓ نستنتج أن سرعة التفاعل تتناقص بمرور الزمن (يبقى التحول بطيئا). (0,5)

5.2. تحديد مردود التفاعل r:

$$r = \frac{x_f}{x_{max}} \times 100 \Rightarrow r\% = 0,6 \times 100$$ (0,2)

$$\Rightarrow \boxed{r\% = 60\%}$$ (0,2)

* يمكن تحسين مردود التفاعل (0,25) بـ:
- جعل أحد المتفاعلات بالزيادة (مزيج ابتدائي بنسب الأمثال الستوكيومترية)
- نزع (صعب) الماء الناتج من التفاعل (0,25)

6.2. استنتاج نوع الكحول:

لدينا $r_f = 60\%$ فالكحول المستعمل ثانوي. (0,25)

هذا الكحول صيغته نصف المنشورة:

$$CH_3 - \overset{OH}{\overset{|}{C}}H - CH_3$$ (0,5)

← بروبان-2-أول (0,25)

7.2. إيجاد التركيب البنيوي للمزيج التفاعلي عند اللحظة $t = 120\,min$:

لما تتوقف الجملة كيميائيا عند الحالة النهائية:

- $n_f(CH_3COOH) = n_0(CH_3COOH) - x_f$
$= 0,5 - 0,3$
$\boxed{n_f(CH_3COOH) = 0,2\ mol}$ (0,2)

- $n_f(C_3H_7-OH) = n_0(C_3H_7-OH) - x_f$
$= 0,5 - 0,3$
$\boxed{n_f(C_3H_7-OH) = 0,2\ mol}$ (0,2)

- $\boxed{n_f(CH_3-COO-C_3H_7) = n_E = 0,3\ mol}$ (0,2)

- $n_f(H_2O) = x_f \Rightarrow \boxed{n_f(H_2O) = 0,3\ mol}$ (0,2)

* تتمثل أهمية الاستنساخ في: (0,5)
- صناعة الصابون
- الوقود
- الملونات والعطرات والمضافة للمواد الغذائية