المجال : التطورات	الوحدة 04 : تطور جملة كيميائية	المستوى: 3 ع ت + ر+ ت ر
الرتيبة	نحو حالة التوازن	سلسلة رقم : 04

التمرين 01 :

نعتبر محلولا لحمض كلور الإيثانويك $CH_2ClCOOH$ حجمه $V = 20.0\ mL$ تركيزه المولي $C = 10^{-2}\ mol / L$ و له $pH = 2.4$.

1) ـ أكتب معادلة تفاعل الحمض مع الماء ؟

2) ـ عين التقدم الأعظمي x_{max} لهذا التفاعل ؟

3) ـ عين التقدم النهائي x_f و النسبة النهائية للتقدم ؟ هل التحول الكيميائي تام ؟

التمرين 02 :

نحضر محلولا لحمض الإيثانويك و ذلك بإذابة $10^{-3}\ mol$ من الحمض في $1\ L$ من الماء المقطر .

1) ـ أكتب معادلة التفاعل لحمض الإيثانويك مع الماء ؟

2) ـ إن قياس الناقلية النوعية للمحلول يعطي $\sigma_1 = 4.9\ mS / m$. إستنتج النسبة النهائية لتقدم التفاعل ؟

3) ـ نأخذ $10\ mL$ من هذا المحلول في حوجلة سعتها $100\ mL$ ثم نكمل الحجم بواسطة الماء المقطر .

أ ـ بإفتراض حدوث عملية التمديد فقط عين التركيز المولي الابتدائي الجديد للحمض $[CH_3COOH]_0$ ؟

ب ـ نقيس الناقلية النوعية للمحلول الجديد $\sigma_2 = 1.55\ mS / m$. عين $[CH_3COO^-]$ في المحلول ؟

جـ ـ عين النسبة النهائية للتقدم في هذه الحالة ؟ $\lambda_{H_3O^+} = 35 \times 10^{-3}\ S.m^2 / mol$

4) ـ قارن النسبة النهائية للتقدم في المحلولين الإبتدائي و الممدد ؟ $\lambda_{CH_3COO^-} = 4.1 \times 10^{-3}\ S.m^2 / mol$

التمرين 03 :

نعتبر محلولا (S_1) لغاز النشادر تركيزه المولي $C_1 = 0.10\ mol / L$ و قيمة الـ $pH = 11.1$.

1) ـ أكتب معادلة تفاعل غاز النشادر NH_3 مع الماء ؟ يعطى : NH_4^+ / NH_3

2) ـ بين أن NH_3 لا يتفاعل كليا مع الماء ؟

3) ـ أقترح طريقة تمكن من تحضير محلول (S_2) لغاز النشادر حجمه $V_2 = 100\ mL$ و تركيزه المولي $C_2 = 2.5 \times 10^{-2}\ mol / L$ و هذا إنطلاقا من V_1 و (S_1) ؟

4) ـ إذا كان pH المحلول (S_2) يساوي 10.8 عين النسبة النهائية لتقدم التفاعل في المحلول (S_2) ؟

5) ـ ماذا يمكن القول عن تأثير عملية التمديد على تفاعل NH_3 مع الماء ؟

التمرين 04 :

نعتبر محلولين (S_1) و (S_2) لهما نفس التركيز المولي $10^{-2}\ mol / L$ حيث :

* (S_1) محلول لحمض أحادي كلور الإيثانويك $CH_2ClCOOH$

* (S_2) محلول لحمض ثنائي كلور الإيثانويك $CHCl_2COOH$

الناقلية النوعية عند $25°C$ للمحلولين على الترتيب : $\sigma_1 = 0.121\ S / m$ و $\sigma_2 = 0.330\ S / m$

1) ـ أكتب معادلتي التفاعل بين كل حمض و الماء ؟

2) ـ عين التركيز المولي للشوارد في كل محلول ؟

3) ـ إستنتج النسبة النهائية للتقدم لكل تفاعل ؟

4) ـ أحسب ثابتي التوازن K_1 و K_2 الموافقين للتفاعلين ؟

5) ـ هل النسبة النهائية للتقدم تتعلق بثابت التوازن ؟

المعطيات : عند الدرجة $25°\ C$

$\lambda_{H_3O^+} = 35 \times 10^{-3}\ S.m^2 / mol$

$\lambda_{CH_2ClCOO^-} = 4.22 \times 10^{-3}\ S.m^2 / mol$

$\lambda_{CHCl_2COO^-} = 3.83 \times 10^{-3}\ S.m^2 / mol$

التمرين 05 :

حمض الإيثانويك يتفاعل مع الماء في تفاعل محدود و فق المعادلة :

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

نقيس عند الدرجة $25°C$ الناقلية النوعية لمحلول من حمض الإيثانويك تركيزه المولي $C = 1.0 \times 10^{-2}\ mol / L$ فنجد $\sigma = 1.6 \times 10^{-2}\ S / m$.

1) ـ أكتب عبارة كسر التفاعل عند حالة التوازن ؟

2) ـ ما هي عبارة σ بدلالة $[H_3O^+]_f$ و $[CH_3COO^-]_f$ ؟

3) ـ قدم جدولا لتقدم التفاعل ؟ نرمز للتقدم النهائي $x_f = x_{éq}$ و لحجم التفاعل V .

4) ـ ما هي العبارة الحرفية لـ σ بدلالة $\lambda_{H_3O^+}$ و $\lambda_{CH_3COO^-}$ و $x_{éq}$ و V ؟

الأستاذ : ط . بلـــخير

عين $[H_3O^+]_f$ و $[CH_3COO^-]_f$ ؟
5) ـ عين عند حالة التوازن $[CH_3COOH]_f$ ؟
ثم إستنتج ثابت التوازن K الموافق لمعادلة التفاعل ؟

المعطيات :

$\lambda_{H_3O^+} = 35.9 \times 10^{-3}\ S.m^2 / mol$

$\lambda_{CH_3OO^-} = 4.1 \times 10^{-3}\ S.m^2 / mol$

التمرين 06 :

نمزج حجما $V_1 = 30\ mL$ من محلول كبرتيد الصوديوم ($2Na^+ + SO_3^{2-}$) تركيزه المولي $C_1 = 0.10\ mol / L$ و حجما $V_2 = 30\ mL$ من محلول حمض الإيثانويك تركيزه المولي $C_2 = 0.10\ mol / L$.

المعطيات :

HSO_3^- / SO_3^{2-} ، CH_3COOH / CH_3COO^-

1) ـ أكتب معادلة التفاعل الحادث ؟
2) ـ قدم جدولا لتقدم التفاعل ؟
3) ـ أحسب Q_{ri} ؟
4) ـ عبر عن Q_{rf} بدلالة τ (عند حالة التوازن)
5) ـ علما أن ثابت التوازن الموافق للتفاعل $K = 251$. إستنتج τ في الشروط التجريبية ؟

التمرين 07 :

نريد دراسة أكسدة الشوارد $Fe^{2+}_{(aq)}$ بواسطة الشوارد $Ag^+_{(aq)}$ في وسط مائي . ثابت التوازن الموافق للتفاعل في الاتجاه المباشر $K = 3.2$. من أجل ذلك نحضر خلائط لها نفس الحجم $V = 1\ L$.
الجدول التالي يبين حالتين للجملة خلال تقدم التفاعل

معادلة التفاعل	$Fe^{2+}_{(aq)}$ +	$Ag^+_{(aq)}$ =	$Fe^{3+}_{(aq)}$ +	$Ag_{(s)}$
الحالة ـ 1 ـ	1×10^{-2}	1×10^{-2}	1×10^{-2}	1×10^{-1}
الحالة ـ 2 ـ	1×10^{-1}	1×10^{-1}	5×10^{-3}	1×10^{-1}

1) ـ أكتب معادلة التفاعل بإستعمال الثنائيتين : Fe^{2+} / Fe^{3+} و Ag / Ag^+ ؟
2) ـ أحسب Q_r في كل حالة ؟
3) ـ توقع في أي تجاه تتطور الجملة في كل حالة ؟
4) ـ أحسب ثابت التوازن الموافق لكل تحول ؟
5) ـ أحسب التقدم النهائي x_f في كل حالة ثم إستنتج التركيب النهائي للوسط ؟

الأستاذ : د . بلـــــدير

التمرين 08 :

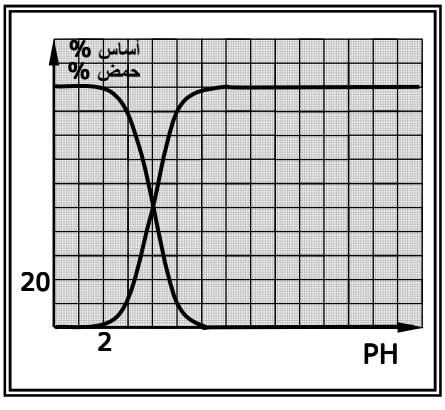
نعتبر محلولين لحمضين عضويين .

- (S_1) محلول لحمض الإيثانويك حجمه $V_1 = 200\ mL$ و تركيزه المولي $C_1 = 5 \times 10^{-3}\ mol / L$
- (S_2) محلول لحمض أحادي كلور الإيثانويك حجمه $V_2 = V_1$ و تركيزه المولي $C_2 = C_1$. نقيس pH كل محلول فنجد $PH_1 = 3.6$ و $PH_2 = 2.6$.

1) ـ أكتب معادلة تفاعل كل حمض مع الماء ؟ ثم قدّم جدولا لتقدم كل التفاعل ؟
2) ـ عين تراكيز الأنواع الكيميائية المتواجدة في كل محلول في الحالة النهائية ؟
3) ـ إستنتج ثوابت الحموضة K_{a1} و K_{a2} الموافقين لكل ثنائية ؟
4) ـ قارن بين قوة الحمضين ؟

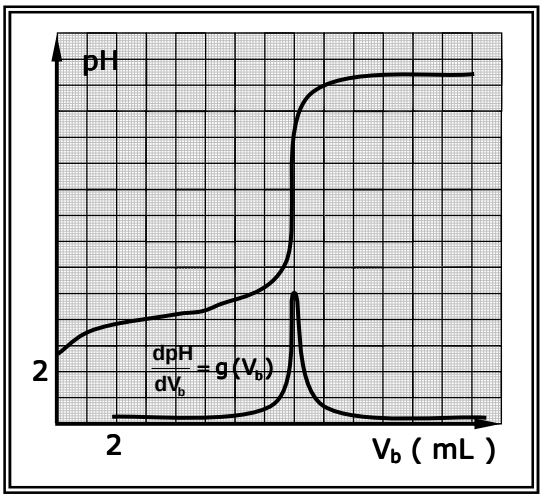
التمرين 09:

حمض الميثانيوك (النمل) سائل حاث (Corrosif) يتواجد في جسم النمل الأحمر . البيان التالي يوضح المنحنيات التي تمثل % للحمض و % للأساس للثنائية $HCOOH / HCOO^-$ بدلالة pH المحلول .



1) ـ في أي نقطة يكون $pH = pK_a$ ؟ برّر إجابتك ؟ و أستنتج pK_a للثنائية المدروسة ؟
2) ـ من أجل $PH = 5$ عين % للحمض و % للأساس ؟
3) ـ عين pH المحلول من أجل $[CH_3COO^-]_{éq} = 2\ [CH_3COOH]_{éq}$ ؟
هل يمكن إيجاد قيمة pH بإستعمال العلاقة بين pH و pK_a ؟

التمرين 10 :



نعاير حجما $V_a = 10mL$ من محلول حمض البنزويك C_6H_5COOH تركيزه المولي C_a مجهول بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_b = 10^{-1}\ mol / L$. ليكن V_b حجم المحلول الأساسي المضاف .
نرسم بواسطة الإعلام الآلي المنحنيين :

$$pH = f(V_b) \quad و \quad \frac{dpH}{dV_b} = g(V_b)$$

1) ـ أكتب معادلة تفاعل المعايرة ؟
2) ـ عين بيانيا الحجم المضاف عند التكافؤ V_{bE} ثم pH_E الموافق ؟
3) ـ أوجد علاقة بين V_{bE} ، C_b ، V_a ، C_a ثم إستنتج C_a ؟
4) ـ عين بإستعمال البيان $pH = f(V_b)$ قيمة الـ pH من أجل $V_b = 4\ mL$ ثم إستنتج $[OH^-]$ المتواجدة في البيشر و كذلك كمية المادة $n(OH^-)$ ؟
5) ـ عين النسبة النهائية لتقدم تفاعل المعايرة من أجل V_b=4 mL ؟ ماذا تستنتج ؟

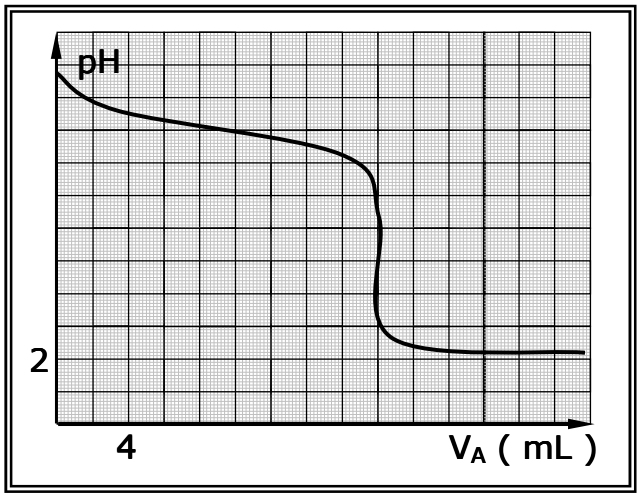
التمرين 11 :

لدينا حوجلة تحتوي على كاشف ملون مجهول تركيزه المولي $C_0 = 2.90 \times 10^{-4}\ mol / L$ نقيس pH له فنجده 4.18 يمكن أن نرمز للثنائية الموافقة للكاشف (HIn / In^-) محلول الكاشف حضر من الصفة الحمضية HIn للثنائية

1) ـ أكتب معادلة تفاعل HIn مع الماء ؟
2) ـ عين $[H_3O^+]_f$ في المحلول ؟
3) ـ بإعتبار حجم $V = 100\ mL$ من محلول الكاشف .
* عين النسبة النهائية لتقدم التفاعل HIn مع الماء ؟ هل تشرد الحمض كليا ؟ برر إجابتك ؟
4) ـ عين عبارة ثابت الحموضة K_a الموافقة للثنائية ؟
5) ـ بعد حساب التراكيز المولية لكل الأنواع المتواجدة عند حالة التوازن تأكد أن $K = 1.95 \times 10^{-5}$

الأستاذ : د . بلـــخير

التمرين 12 :



نضع في بيشر حجما $V_B = 20\ mL$ من محلول غاز النشادر تركيزه المولي C_B يسكب تدريجيا محلولا لحمض كلور الماء تركيزه المولي $C_A = 10^{-2}\ mol / L$. من أجل كل حجم V_A مسكوب للمحلول الحمضي نقيس pH المزيج لنحصل على المنحنى $pH = f(V_A)$ التالي .

1) ـ أكتب معادلة تفاعل المعايرة ؟
2) ـ أحسب ثابت التوازن K الموافق لهذا التفاعل ؟
3) ـ عين بيانيا نقطة التكافؤ $E(pH_E , V_{AE})$ ؟
4) ـ ما هي الأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول عند نقطة نصف التكافؤ و أحسب تراكيزها ؟

التمرين 13 : (علوم تجريبية *BAC 2008*)

I ـ ننمذج التحول الكيميائي المحدود لحمض الايثانويك (حمض الخل) مع الماء بتفاعل كيميائي معادلته :

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \quad == \quad CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

1 ـ اعط تعريفا للحمض وفق نظرية برونشتد .
2 ـ أكتب الثنائيتين (أساس / حمض) الداخلتين في التفاعل الحاصل .
3 ـ أكتب عبارة ثابت التوازن (K) الموافق للتفاعل الكيميائي السابق .

II ـ نحضر محلولا مائيا لحمض الايثانويك حجمه $V = 100\ ml$ ، و تركيزه المولي $C = 2,7.\ 10^{-3}\ mol / l$ ، وقيمة الـ pH له في الدرجة 25^0C تساوي $3,7$.

1 ـ استنتج التركيز المولي النهائي لشوارد الهيدرونيوم في محلول حمض الايثانويك .
2 ـ انشئ جدولا لتقدم التفاعل ، ثم أحسب كلا من التقدم النهائي x_f و التقدم الأعظمي x_{max} .

3 ـ أحسب قيمة النسبة النهائية (τ_f) لتقدم التفاعل . ماذا تستنتج ؟

4 ـ أحسب : أ ـ التركيز المولي النهائي لكل من (CH_3COO^-) و (CH_3COOH) .

ب ـ قيمة pK_a للثنائية (CH_3COOH / CH_3COO^-) ، واستنتج النوع الكيميائي المتغلب في المحلول الحمضي . برر اجابتك .

التمرين 14 : (رياضيات + تقني رياضي BAC 2008)

نعتبر محلولا مائيا لحمض الايثانويك حجمه $V = 100\ ml$ و تركيزه المولي $C = 1,0 \times 10^{-2}\ mol/l$.

نقيس الناقلية G لهذا المحلول في الدرجة 25^0C بجهاز قياس الناقلية ، ثابت خليته $K = 1,2 \times 10^{-2}\ m$ فكانت النتيجة $G = 1,92 \times 10^{-4}\ S$

1 ـ أحسب كتلة الحمض النقي المنحلة في الحجم V من المحلول .

2 ـ أكتب معادلة التفاعل المنمذج لانحلال حمض الايثانويك في الماء .

3 ـ أنشئ جدولا لتقدم التفاعل .عرف التقدم الأعظمي X_{max} و عبر عنه بدلالة التركيز C للمحلول و حجمه V .

4 ـ أ ـ أعط عبارة الناقلية النوعية σ للمحلول :

* بدلالة الناقلية G للمحلول و الثابت K للخلية .

* بدلالة التركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم $[H_3O^+]$ ، و الناقلية المولية الشاردية $\lambda_{H_3O^+}$

و الناقلية المولية الشاردية $\lambda_{CH_3COO^-}$ (نهمل التشرد الذاتي للماء) .

ب ـ استنتج عبارة $[H_3O^+]_f$ في الحالة النهائية (حالة التوازن) بدلالة G ، K ، $\lambda_{H_3O^+}$ و $\lambda_{CH_3COO^-}$ أحسب قيمته .

جـ ـ استنتج قيمة PH المحلول .

5 ـ أوجد عبارة كسر التفاعل Q_{rf} في الحالة النهائية (حالة التوازن) بدلالة $[H_3O^+]_f$ و التركيز C للمحلول .

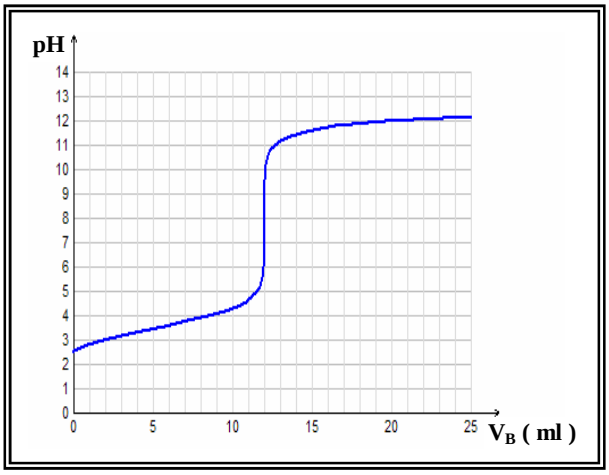
ماذا يمثل Q_{rf} في هذه الحالة ؟

6 ـ أحسب pka للثنائية (CH_3COOH / CH_3COO^-)

تعطى : $M(C) = 12\ g/mol$ ، $M(H) = 1\ g/mol$ ، $M(O) = 16\ g/mol$

$ke = 10^{-14}$ ، $\lambda_{CH_3COO^-} = 4.1\ mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{H_3O^+} = 35\ mS.m^2.mol^{-1}$

التمرين 15 : (علوم تجريبية BAC 2008)



يحتوي الحليب على حمض اللاكتيك (حمض اللبن) الذي تزداد كميته عندما لا تحترم شروط الحفظ ، و يكون الحليب غير صالح للاستهلاك اذا زاد تركيز حمض اللاكتيك فيه عن $2,4 . 10^{-2}\ mol/l$.

الصيغة الكيميائية لحمض اللاكتيك هي $(CH_3\text{-}CHOH\text{-}COOH)$ و نرمز لها اختصارا (HA) .

أثناء حصة الأعمال التطبيقية ، طلب الأستاذ من تلميذين تحقيق معايرة عينة من حليب قصد معرفة مدى صلاحيته .

التجربة الأولى :

أخذ التلميذ الاول حجما $V_A = 20\ ml$ من الحليب و عايره بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (محلول الصود) تركيزه المولي $C_B = 5,0.10^{-2}\ mol.l^{-1}$ متتبعا تغيرات pH المزيج بواسطة pH متر ، فتحصل على المنحنى الممثل في الشكل .

التجربة الثانية :

أخذ التلميذ الثاني حجما $V_A = 20\ ml$ من الحليب و مدده بالماء المقطر الى أن أصبح حجمه $200\ ml$ ثم عاير المحلول الناتج بمحلول الصود السابق مستعملا كاشفا ملونا ، فلاحظ أن لون الكاشف يتغير عند اظافة حجم من الصود قدره $V_B = 12,9\ ml$.

1 ـ أكتب معادلة التفاعل المنذج لعملية المعايرة .

2 ـ ضع رسما تخطيطيا للتجربة الأولى .

3 ـ لماذا أضاف التلميذ في التجربة الثانية ؟ هل يؤثر ذلك على نقطة التكافؤ ؟

4 ـ عين التركيز المولي لحمض اللاكتيك في الحليب المعاير في كل تجربة .ماذا تستنتج عن صلاحية الحليب المعاير للاستهلاك ؟

5 ـ بريك ، أي تجربة أكثر دقة ؟

التمرين 16 : (رياضيات + تقني رياضي BAC 2008)

I ـ نأخذ محلولا مائيا (S_1) لحمض البنزويك C_6H_5-COOH تركيزه المولي $C_1 = 1,0\times10^{-2}\ mol.l^{-1}$.
نقيس عند التوازن في الدرجة 25^0C ناقليته النوعية فنجدها $\sigma = 0,86\times10^{-2}\ S.m^{-1}$

1 ـ أكتب معادلة التفاعل المنمذج لتحول حمض البنزويك في الماء .
2 ـ أنشئ جدولا لتقدم التفاعل .
3 ـ أحسب التراكيز المولية للأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول (S_1) عند التوازن (نهمل التشرد الذاتي للماء).
تعطى : $\lambda_{C_6H_5COO^-} = 3,24\times10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{H_3O^+} = 35,0\times10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$

4 ـ أوجد النسبة النهائية τ_{1f} لتقدم التفاعل . ماذا تستنتج ؟
5 ـ أحسب ثابت التوازن الكيميائي k_1 .

II ـ نعتبر محلولا مائيا (S_2) لحمض الساليسيليك مع الماء ، الذي يمكن أن نرمز له (HA) ، تركيزه المولي $C_2 = C_1$ و له $pH = 3,2$ في الدرجة 25^0C .

1 ـ أوجد النسبة النهائية τ_{2f} لتقدم تفاعل حمض الساليسيليك مع الماء .
2 ـ قارن بين τ_{1f} و τ_{2f} .استنتج أي الحمضين أقوى .

التمرين 17 : (علوم تجريبية BAC 2009)

محلول مائي لحمض الايثانويك CH_3COOH تركيزه C مقدرا بالوحدة $(mol.l^{-1})$.

1 ـ أكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج للتحول الكيميائي بين حمض الايثانويك والماء .
2 ـ أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي السابق .
3 ـ أوجد عبارة $[H_3O^+]$ بدلالة C ، τ (نسبة تقدم التفاعل) .
4 ـ بين أنه يمكن كتابة عبارة ثابت الحموضة (Ka) للثنائية (CH_3COOH / CH_3COO^-) على الشكل :

$$Ka = \frac{\tau^2.C}{1-\tau}$$

5 ـ نحدد قيمة τ للتحول من أجل تراكيز مولية مختلفة (C) و ندون النتائج في الجدول أدناه :

$C(mol.L^{-1})\times10^{-2}$	17,8	8,77	1,78	1,08
$\tau(\times10^{-2})$	1,0	1,4	3,1	4,0
$A=\frac{1}{C}(L.mol^{-1})$				
$B=\frac{\tau^2}{1-\tau}$				

أ ـ أكمل الجدول السابق .
ب ـ مثل البيان (A = f (B .
جـ ـ استنتج ثابت الحموضة K_a للثنائية (CH_3COOH / CH_3COO^-).