

**الوحدة 3: التحويلات الكيميائية التي تحدث في المنحنيين:**

- ✓ تعريف الحمض والقاعدة حسب برونشتد.
- ✓ كتابة المعادلة المنمدجة للتحويل لحمض - قاعدة وتعرف المزدوجتين المتدخلتين في التفاعل.
- ✓ تحديد قيمة pH لمحلول مائي.
- ✓ حساب التقدم النهائي  $X_f$  لتفاعل حمض مع الماء انطلاقا من معرفة تركيز و pH لمحلول هذا الحمض، ومقارنته مع التقدم الأقصى  $X_{max}$ .
- ✓ تعريف نسبة التقدم النهائي  $\tau$  لتفاعل وتحديد انطلاقا من معطيات تجريبية.
- ✓ تفسير ميكروسكوبي لحالة توازن مجموعة كيميائية.

**الوحدة 4: حالة توازن مجموعة كيميائية:**

- استغلال العلاقة بين الموصلة  $G$  لجزء من محلول والتركيز المولية الفعلية للأيونات المتواجدة في هذا المحلول.
- معرفة أن كميات المادة لا تتطور عند تحقق حالة توازن المجموعة وأن هذه الحالة تكون ديناميكية.
- إعطاء التعبير الحرفي لخارج التفاعل  $Q_r$  انطلاقا من معادلة التفاعل واستغلاله.
- معرفة أن  $Q_{r,eq}$  خارج التفاعل لمجموعة في حالة توازن يأخذ قيمة لا تتعلق بالتركيز تسمى ثابتة التوازن  $K$  الموافقة لمعادلة التفاعل.
- معرفة أن نسبة التقدم النهائي لتحويل معين تتعلق بثابتة التوازن وبالحالة البدئية للمجموعة.

**الوحدة 5: التحويلات المقرونة بالتفاعلات حمض-قاعدة في محلول مائي:**

- معرفة أن الجداء الأيوني للماء هو ثابتة التوازن المقرونة بتفاعل التحلل البروتوني الذاتي للماء.
- معرفة  $pK_e = -\log K_e$ .
- تحديد، طبيعة محلول مائي (حمضي أو قاعدي أو محايد) انطلاقا من قيمة pH للمحلول.
- تحديد، قيمة pH لمحلول مائي انطلاقا من التركيز المولي للأيونات  $H_3O^+$  أو  $HO^-$ .
- كتابة تعبير ثابتة الحمضية  $pK_A$  الموافقة لمعادلة تفاعل حمض مع الماء واستغلاله.
- معرفة  $pK_A = -\log K_A$ .
- تحديد ثابتة التوازن المقرونة بالتفاعل حمض . قاعدة بواسطة ثابتتي الحمضية للمزدوجتين المتواجدتين معا.
- تعيين النوع المهيمن، انطلاقا من معرفة pH المحلول المائي و  $pK_A$  المزدوجة قاعدة/حمض.
- استغلال مخططات هيمنة وتوزيع الأنواع الحمضية والقاعدية في محلول.
- معرفة التركيب التجريبي للمعايرة. وكتابة معادلة التفاعل الحاصل أثناء المعايرة باستعمال سهم واحد .
- استغلال منحنى أو نتائج المعايرة
- معلمة التكافؤ خلال معايرة حمض . قاعدة واستغلاله.
- تعليل اختيار الكاشف الملون الملائم لمعلمة التكافؤ.

المجموع	حل مشكل	تطبيق حل تجريبي	استعمال الموارد (المعارف والمهارات)	المستويات المهارية المجالات المضامينية	نسبة الأهمية
10 %	3,5 %	5 %	5 %	التحويلات غير الكلية	

- التحولات الكيميائية التي تحدث في المنحيين.
- حالة توازن مجموعة كيميائية.
- التحولات المقرونة بالتفاعلات حمض-قاعدة في محلول مائي.

التمرين : 3° | 20 min | type BAC+

يعتبر حمض الإيثانويك  $CH_3COOH$  المكون الرئيسي للخل.  
● **معطيات:**

- تمت جميع القياسات عند  $25^\circ C$  ;
- الكتلة المولية لحمض الإيثانويك:  $M=60 \text{ g.mol}^{-1}$  .
- الموصلية المولية الأيونية للأيونين  $H_3O^+$  و  $CH_3COO^-$  :  
 $\lambda_{H_3O^+} = 3,49.10^{-2} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$   
 $\lambda_{CH_3COO^-} = 4,09.10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$
- تعبير الموصلية  $\sigma$  بدلالة التراكيز الفعلية للأنواع الأيونية  $X_i$  و الموصلية المولية الأيونية هو:  $\sigma = \sum \lambda_i \cdot [X_i]$  .

نتوفر على محلولين مائين  $(S_1)$  و  $(S_2)$  لحمض الإيثانويك:

- المحلول  $(S_1)$  تركيزه المولي  $C_1=5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  و موصليته  $\sigma_1=3,5.10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$  .
  - المحلول  $(S_2)$  تركيزه المولي  $C_2=5.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  و موصليته  $\sigma_2=1,1.10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$  .
- نعتبر ذوبان حمض الإيثانويك مع الماء تفاعلا محدودا.

- اكتب معادلة التفاعل المنمذج لذوبان حمض الإيثانويك في الماء.
- أوجد تعبير التركيز المولي الفعلي  $[H_3O^+]_{\text{éq}}$  لأيونات الأوكسونيوم عند التوازن بدلالة  $\sigma$  و  $\lambda_{H_3O^+}$  و  $\lambda_{CH_3COO^-}$  .
- احسب  $[H_3O^+]_{\text{éq}}$  في كل من  $(S_1)$  و  $(S_2)$  .
- حدد نسبي التقدم النهائي  $\tau_1$  و  $\tau_2$  لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء في كل محلول ، واستنتج تأثير التركيز البدئي على نسبة التقدم النهائي.
- حدد ثابتة التوازن لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء بالنسبة لكل من  $(S_1)$  و  $(S_2)$  . ماذا تستنتج ؟

التمرين : 4° | 20 min | type BAC+

دراسة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء بقياس الموصلية  $\sigma$  .

- نعتبر محلولاً مائياً ، حجمه  $V$  ، لحمض الميثانويك  $HCOOH_{(aq)}$  تركيزه المولي  $C=5,00 \text{ mol.m}^{-3}$  . نقيس موصلية هذا المحلول عند درجة الحرارة  $25^\circ C$  فنجد  $\sigma=4,0.10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$  .  
 نعطي:  
 $\lambda_{H_3O^+} = 35,0.10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$   
 $\lambda_{HCOO^-} = 5,46.10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$   
 فمّل تأثير الأيونات  $HO^-$  على موصلية المحلول.

التمرين : 1° | 20 min | type BAC+

يستعمل حمض البنزويك  $C_6H_5COOH$  كمادة حافظة في صناعة المواد الغذائية و هو جسم صلب أبيض اللون.  
 نحضر محلولاً مائياً لحمض البنزويك بإذابة كتلة  $m$  من حمض البنزويك في الماء المقطر للحصول على حجم  $V=100\text{mL}$  تركيزه  $C=0,1\text{mol.L}^{-1}$  .

● **معطيات:**

- الكتلة المولية لحمض البنزويك:  $M=122 \text{ g.mol}^{-1}$  .

نقيس pH محلول حمض البنزويك عند  $25^\circ C$  فنجد :  $pH=2,6$  .

- أعط تعريف الحمض حسب برونشترد.
- احسب الكتلة  $m$  ؟
- اكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء.
- أنشئ الجدول الوصفي لتطور المجموعة الكيميائية.
- احسب نسبة التقدم النهائي  $\tau$  للتفاعل . استنتج .
- أوجد تعبير خارج التفاعل  $Q_{r,\text{éq}}$  عند التوازن بدلالة  $pH$  و  $C$  . استنتج قيمة ثابتة التوازن  $K$  .

التمرين : 2° | 20 min | type BAC+

دراسة محلول مائي لحمض الميثانويك بقياس  $pH$  .

نتوفر في مختبر الكيمياء على محلول مائي  $(S)$  لحمض الميثانويك  $HCOOH_{(aq)}$  حجمه  $V$  و تركيزه  $C=1,0.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  . أعطى قياس  $pH$  هذا المحلول القيمة  $pH=3,46$  .

- أعط تعريف القاعدة حسب برونشترد، ثم اكتب الصيغة الكيميائية للقاعدة المرافقة لحمض الميثانويك.
- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل حمض الميثانويك مع الماء  $HCOOH_{(aq)}$  .
- أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل باستعمال المقادير التالية :  $V$  و  $C$  و التقدم  $X$  و التقدم  $X_{\text{éq}}$  عند التوازن .
- عبر عن نسبة التقدم النهائي  $\tau$  للتفاعل بدلالة  $C$  و  $[H_3O^+]_{\text{éq}}$  .
- احسب قيمة  $\tau$  . ماذا تستنتج ؟
- أثبت أن تعبير  $Q_{r,\text{éq}}$  خارج التفاعل عند حالة توازن المجموعة الكيميائية يكتب كما يلي:  $Q_{r,\text{éq}} = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}}$  .
- استنتج قيمة ثابتة التوازن  $K$  .

نذيب محتوى كيس من الإيبوبروفين و الذي يحتوي على 200 mg من الحمض في كأس من الماء الخالص، فنحصل على محلول مائي (S) تركيزه C و حجمه V=100 mL . أعطى قياس pH المحلول (S) القيمة pH=3,17 .

- 1 أحسب C .
- 2 تحقق ، باستعانتك بالجدول الوصفي، أن تفاعل الإيبوبروفين مع الماء تفاعل محدود.
- 3 اكتب تعبير خارج التفاعل  $Q_r$  لهذا التحول.
- 4 بين أن تعبير  $Q_r$  عند التوازن يكتب على الشكل التالي:

$$Q_{r,eq} = \frac{x_{max} \cdot \tau^2}{V(1-\tau)}$$

- حيث  $\tau$  نسبة التقدم النهائي و  $x_{max}$  التقدم الأقصى معبر عنه بالمول.
- 5 استنتج قيمة ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة التفاعل المدرس.

### التمرين : 7° | 20 min | type BAC+

يستعمل حمض الإيثانويك ذي الصيغة  $CH_3COOH$  كمتفاعل في العديد من الصناعات؛ مثل صناعة المذيبات و البلاستيك و النسيج و مواد الصيدلة و العطور و يشكل المكون الأساسي للحل التجاري. نذيب كتلة m من حمض الإيثانويك  $CH_3COOH$  في الماء المقطر ، فنحصل على محلول مائي لحمض الإيثانويك تركيزه المولي  $C=0,10 \text{ mol.L}^{-1}$  و حجمه  $V=1,00 \text{ L}$  ، و له  $\text{pH}=2,90$  عند  $25^\circ \text{C}$  .

#### ● معطيات:

- الكتلة المولية لحمض الإيثانويك :  $M=60 \text{ g.mol}^{-1}$  .
- الموصلية المولية الأيونية عند  $25^\circ \text{C}$  :  
 $\lambda_{H_3O^+} = 34,9 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$   
 $\lambda_{CH_3COO^-} = 4,09 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$
- يعبر عن الموصلية  $\sigma$  لمحلول يحتوي على أيونات  $X_i$  بالعلاقة التالية:  $\sigma = \sum \lambda_i \cdot [X_i]$  .

- 1 عرف الحمض حسب برونشتد.
- 2 احسب قيمة m .
- 3 اكتب معادلة تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء.
- 4 انشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل مبرزا فيه حالة التوازن.
- 5 أوجد تعبير نسبة التقدم النهائي  $\tau$  بدلالة pH و C .
- 6-أ) بين أن تعبير  $Q_{r,eq}$  خارج التفاعل عند حالة التوازن يكتب على الشكل التالي :  $Q_{r,eq} = \frac{x_{eq}^2}{V(C.V - x_{eq})}$  .
- 6-ب) استنتج قيمة ثابتة التوازن K لهذا التفاعل. هل تتعلق K بالحالة البدئية ؟
- 7 تحقق أن قيمة موصلية المحلول  $\sigma_{eq}$  عند التوازن هي:  $\sigma_{eq} = 49,1 \text{ mS.m}^{-1}$  .

- 1 أنشئ الجدول الوصفي لتقدم تفاعل حمض الميثانويك مع الماء .
- 2 أوجد تعبير  $\tau$  نسبة التقدم النهائي بدلالة  $\sigma$  و  $C$  و  $\lambda_{H_3O^+}$  و  $\lambda_{CH_3COO^-}$  . أحسب  $\tau$  ، ماذا استنتج ؟
- 3 حدد قيمة pH هذا المحلول المائي .
- 4 أوجد قيمة  $Q_{r,eq}$  خارج التفاعل عند حالة التوازن لهذا التفاعل.
- 5 نخفف المحلول S عشر مرات فنحصل على محلول (S') تركيزه المولي  $(C'=C/10)$  أي  $C'=5,00.10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$  .
- أ- أعط ، معلقا جوابك، قيمة خارج التفاعل  $Q'_{r,eq}$  عند حالة التوازن للمحلول (S') .
- ب- اختر، مع التعليل، قيمة نسبة التقدم النهائي  $\tau$  من بين القيم التالية:  $\tau=9,73\%$  ؛  $\tau=19,8\%$  ؛  $\tau=49,3\%$  .

### التمرين : 5° | 20 min | type BAC+

حمض الأسكوربيك  $C_6H_8O_6$  (أو فيتامين C) مادة طبيعية توجد في العديد من الفواكه و الخضرا، كما يمكن تصنيعه في المختبر ليباع في الصيدليات على شكل أقراص . و هو مضاد للعدوى و منشط للجسم و يساعد على نمو العظام و الأوتار و الأسنان ... و يعرف بالرمز E300 .

#### ● معطيات:

المزدوجة قاعدة/حمض:  $C_6H_8O_6(aq) / C_6H_7O_6^-(aq)$  .

نعتبر محلولاً مائياً لحمض الأسكوربيك  $C_6H_8O_6(aq)$  حجمه V و تركيزه  $C=10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  و له  $\text{pH}=3,01$  عند  $25^\circ \text{C}$  .

- 1 أكتب معادلة تفاعل حمض الأسكوربيك مع الماء .
- 2 أنشئ الجدول الوصفي لهذا التفاعل.
- 3 بين أن تعبير  $\tau$  نسبة التقدم النهائي هو  $\tau = \frac{10^{-\text{pH}}}{C}$  . أحسب  $\tau$  . هل التحول كلي ؟
- 4 المجموعة الكيميائية في حالة توازن، أوجد قيمة خارج التفاعل  $Q_{r,eq}$  ، استنتج قيمة ثابتة التوازن K .

### التمرين : 6° | 20 min | type BAC+

الإيبوبروفين (Ibuprofène) حمض كربوكسيلي، صيغته الإجمالية  $C_{13}H_{18}O_2$  ، دواء يعتبر من المضادات للالتهابات إضافة إلى كونه مسكناً للألام و مخفضاً للحرارة. تباع مستحضرات الإيبوبروفين في الصيدليات على شكل مسحوق في أكياس تحمل المقدار 200mg قابل للذوبان في الماء.

#### ● معطيات:

- نرمز للإيبوبروفين بـ  $RCOOH$  و لقاعدته بـ  $RCOO^-$  .
- الكتلة المولية للحمض  $RCOOH$  :  $M=206 \text{ g.mol}^{-1}$  .
- تمت جميع القياسات عند  $25^\circ \text{C}$  .

يعتبر الخل التجاري محلولاً مائياً لحمض الإيثانويك  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ، ويتميز بدرجة حمضية  $(X^\circ)$  ، والتي تمثل الكتلة X بالغرام (g) لحمض الإيثانويك الموجودة في 100 g من الخل.

● **معطيات:**

← الكتلة المولية لحمض الإيثانويك:  $M=60 \text{ g.mol}^{-1}$

← الكتلة الحجمية للخل:  $\rho = 1 \text{ g/mL}$ .

الكاشف الملون	أزرق البروموثيمول	الهيليانين	أحمر الكريزول
منطقة الانعطف	6,0 – 7,6	3,1 – 4,4	7,2 – 8,8

(I) نحضر محلولاً مائياً لحمض الإيثانويك  $\text{CH}_3\text{COOH}$  حجمه V وتركيزه  $C=5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  وله  $\text{pH}=3,03$ .

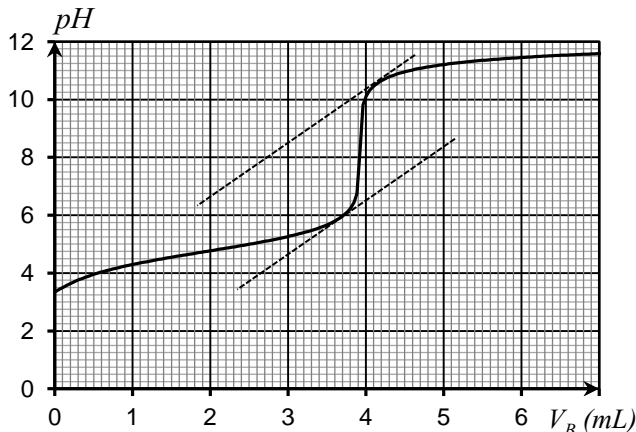
- 1 أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل مبرزا فيه حالة التوازن.
- 2 احسب  $\tau$  نسبة التقدم النهائي للتفاعل. هل التحول كلي؟
- 3 أوجد تعبير  $Q_{r,\text{éq}}$  خارج التفاعل عند التوازن بدلالة C و  $\tau$ .
- 4 تحقق أن قيمة ثابتة الحمضية  $\text{pK}_A$  للمزدوجة (acide/base)  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$  هي  $\text{pK}_A=4,75$ .
- 5 حدد النوع الكيميائي المهيمن في المحلول من بين النوعين  $\text{CH}_3\text{COOH}$  و  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ .

(II) نأخذ حجماً  $V_0=1,00 \text{ mL}$  من خل تجاري درجة حمضية  $(7^\circ)$  وتركيزه المولي  $C_0$  ، ونضيف إليه الماء المقطر لتحضير محلول مائي (S) تركيزه المولي  $C_S$  وحجمه  $V_S=100 \text{ mL}$ .

نعاير الحجم  $V_A=5,00 \text{ mL}$  من المحلول (S) بمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم  $\text{Na}^+(\text{aq})+\text{HO}^-(\text{aq})$  تركيزه المولي  $C_B=1,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

يمثل المنحنى أسفله تغير pH الخليط بدلالة الحجم المضاف  $V_B$ .

- 1 اكتب معادلة تفاعل المعايرة.
- 2 حدد، مبيانياً، كل من  $\text{pH}_E$  و  $V_{B,E}$  إحدائهما نقطة التكافؤ.
- 3 أوجد قيمة التركيز  $C_A$ .
- 4 استنتج قيمة m كتلة حمض الإيثانويك الموجودة في 100 g من حمض الإيثانويك.
- 5 هل تتوافق هذه النتيجة مع القيمة المسجلة على الخل التجاري؟
- 6 حدد الكاشف الملون الملائم لإنجاز هذه المعايرة. علل جوابك.



حمض السليسليك هو حمض كربوكسيلي عطري عديم اللون يستخلص طبيعياً من النباتات كالصفصاف وإكليلية المروج؛ له عدة فوائد حيث يستعمل في علاج بعض الأمراض الجلدية وكداء لتخفيف صداع الرأس وكمخفض لدرجة حرارة الجسم كما يعتبر المركب الرئيسي لتصنيع دواء الأسبيرين.

● **معطيات:**

← نرسم لحمض السليسليك بـ AH ولقاعدته المرافقة بـ  $A^-$ .

← تمت جميع القياسات عند  $25^\circ\text{C}$ ؛

← الموصلية المولية الأيونية:  $\lambda_{A^-} = 3,62 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$

←  $\lambda_{H_3O^+} = 3,49 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$

← تعبير الموصلية  $\sigma$  لمحلول مائي مخفف للحمض AH هو:

$$\sigma = \lambda_{A^-} \cdot [A^-] + \lambda_{H_3O^+} \cdot [H_3O^+]$$

نعتبر محلولاً مائياً (S) لحمض السليسليك حجمه  $V=100 \text{ mL}$  وتركيزه المولي  $C=5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  وأعطى قياس موصلية المحلول القيمة  $\sigma = 7,18 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$ .

1 انقل الجدول الوصفي التالي وأتممه.

المعادلة الكيميائية		$\text{AH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{A}^-_{(\text{aq})}$			
حالة المجموعة	تقدم التفاعل	كميات المادة (mol)			
البدئية	$x = 0$	.....	وفير	.....	.....
خلال التطور	$x$	.....	وفير	.....	.....
عند التوازن	$x_{\text{éq}}$	.....	وفير	.....	.....

2 أوجد تعبير  $x_{\text{éq}}$  تقدم التفاعل عند التوازن بدلالة  $\lambda_{A^-}$  و  $\lambda_{H_3O^+}$  و  $\sigma$  و  $V$  ، ثم احسب قيمة  $x_{\text{éq}}$ .

3 حدد قيمة  $\tau$  نسبة التقدم النهائي للتفاعل ثم استنتج.

4 بين أن القيمة التقريبية لـ pH المحلول هي  $\text{pH} \approx 2,73$ .

5 بين أن تعبير  $Q_{r,\text{éq}}$  خارج التفاعل عند حالة التوازن يكتب على الشكل التالي:  $Q_{r,\text{éq}} = \frac{C \cdot \tau^2}{1 - \tau}$ .

6 احسب خارج التفاعل عند التوازن  $Q_{r,\text{éq}}$  . واستنتج قيمة ثابتة التوازن K المقرونة بهذا التفاعل.

6 نأخذ حجماً من المحلول S ونضيف إليه كمية من الماء المقطر للحصول على محلول S' تركيزه  $C'=2,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$  . احسب في هذه الحالة نسبة التقدم النهائي  $\tau'$  للتفاعل بين حمض السليسليك مع الماء. ماذا تستنتج؟

----- **ملاحظة** -----

إضافة كمية من الماء المقطر لمحلول  $\Leftrightarrow$  تخفيف هذا المحلول

يهدف هذا التمرين إلى دراسة محلول مائي للأمونياك و معايرته بواسطة قياس pH .

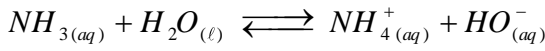
● **معطيات:**

- ← تمت جميع القياسات عند : 25°C ؛
- ← الجداء الأيوني للماء :  $K_e = 10^{-14}$  .
- ← ثابتة الحمضي للمزدوجة  $NH_4^+/NH_3$  :  $pK_A = 9,2$  ؛

الكاشف الملون	أزرق البروموتيمول	الفيول فتالين	الهيديانتين	أحمر الكريزول
منطقة الانعطف	6 - 7,6	8,2 - 10	3,1 - 4,4	7,2 - 8,8

(I) نعتبر محلولاً مائياً للأمونياك  $NH_3(aq)$  حجمه  $V$  وتركيزه  $C_B = 2.10^{-2} mol.L^{-1}$  .

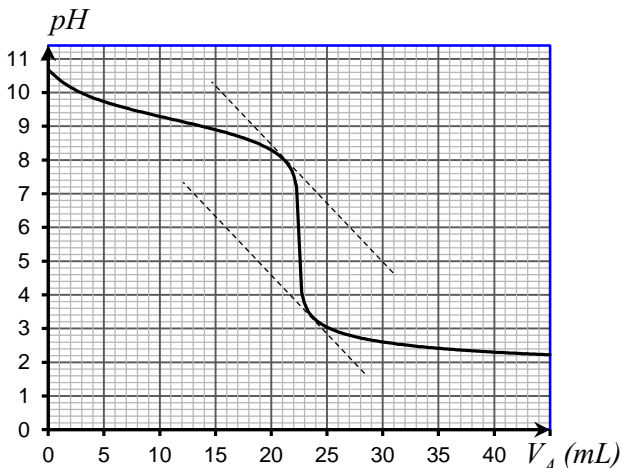
أعطى قياس pH هذا المحلول القيمة  $pH = 10,75$  .  
ننمذج التفاعل الكيميائي بين الأمونياك و الماء بالمعادلة التالية.



- 1 حدد نسبة التقدم النهائي  $\tau$  لهذا التفاعل. ماذا تستنتج ؟
- 2 عبر عن تعبير خارج التفاعل  $Q_{r, \acute{e}q}$  عند توازن المجموعة الكيميائية بدلالة  $C_B$  و  $\tau$  . احسب قيمته .
- 3 تحقق من قيمة  $pK_A$  للمزدوجة  $(NH_4^+(aq)/NH_3(aq))$  .

(II) نعاير الحجم  $V_B = 30 mL$  من محلول مائي للأمونياك  $(S'_B)$  .  
تركيزه  $C'_B$  . بواسطة محلول مائي لحمض الكلوريدريك  $C_A = 2.10^{-2} mol.L^{-1}$  ذي التركيز  $H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$  بقياس pH .

- 1 أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لهذه المعايرة .
- 2 يمثل المنحنى الممثل في الشكل أسفله تغير pH الخليط بدلالة الحجم  $V_A$  للمحلول  $(S_A)$  لحمض الكلوريدريك المضاف .
- أ- حدد الإحداثيتين  $pH_E$  و  $V_{AE}$  لنقطة التكافؤ .
- ب- احسب  $C'_B$  .
- ج- باعتمادك على الجدول أعلاه ، عين ، مغللاً جوابك ، الكاشف الملائم لإنجاز هذه المعايرة في حالة غياب جهاز pH-متر .
- د- حدد الحجم  $V_{A1}$  من محلول حمض الكلوريدريك الذي يجب إضافته لكي تتحقق العلاقة  $[NH_4^+] = 15[NH_3]$  في الخليط .



يعتبر حمض الميثانويك HCOOH من الأدوية الناجعة لمحاربة بعض الطفيليات التي تهاجم النحل المنتج للعسل.  
يهدف هذا التمرين إلى دراسة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء و مع هيدروكسيد الصوديوم.

● **معطيات:**

جدول مناطق انعطف بعض الكواشف الملونة.

الكاشف الملون	أزرق البروموتيمول	الفيول فتالين	أحمر الكريزول
منطقة الانعطف	6,0 - 7,6	10 - 8,2	7,2 - 8,8

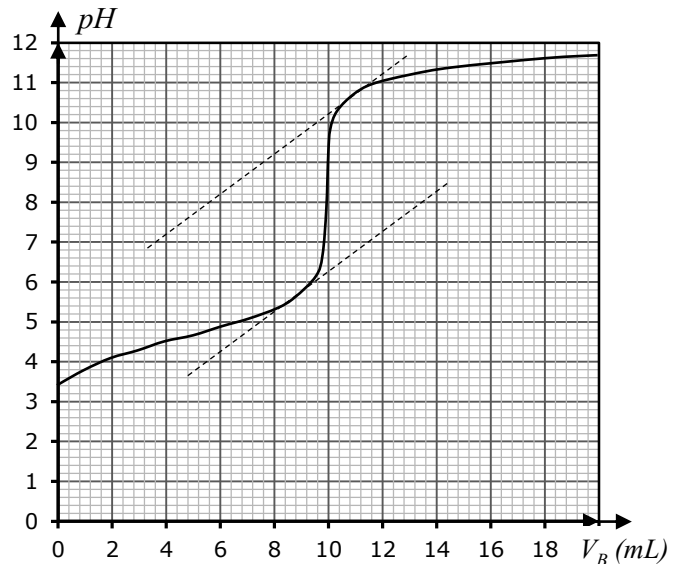
ثابتة الحمضية للمزدوجة  $HCOOH/HCOO^-$  :  $pK_A = 3,75$

(I) نحضر محلولاً مائياً (S) لحمض الميثانويك HCOOH حجمه  $V$  وتركيزه المولي  $C_A$  وله  $pH = 3,46$  عند  $25^\circ C$  .

- 1 أكتب معادلة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء .
- 2 أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل .
- 3 بين أن تعبير أن نسبة التقدم النهائي  $\tau$  هو :  $\tau = \frac{1}{1 + 10^{pK_A - pH}}$  .

(II) للتحقق من التركيز  $C_A$  لحمض الميثانويك، نعاير الحجم  $V_A = 10 mL$  من المحلول السابق  $(S_A)$  بواسطة محلول مائي  $(S_B)$  لهيدروكسيد الصوديوم  $(Na^+(aq) + HO^-(aq))$  ذي التركيز  $C_B = 10^{-2} mol.L^{-1}$  .

- 1 ارسم التركيب التجريبي لإنجاز هذه المعايرة .
- 2 أكتب معادلة تفاعل المعايرة .
- 3 باعتمادك على المنحنى  $pH = f(V_B)$  الممثل أسفله ، حدد إحداثيات نقطة التكافؤ  $(pH_E, V_{BE})$  .
- 4 استنتج التركيز  $C_A$  للمحلول  $(S_A)$  .
- 5 باعتمادك على الجدول أعلاه، حدد، مغللاً جوابك، الكاشف الملون المناسب لهذه المعايرة .
- 6 حدد النوع المهيمن من بين النوعين HCOOH و  $HCOO^-$  عند إضافة الحجم  $V_B = 12 mL$  . علل جوابك .



يستعمل حمض البروبانويك كمادة حافظة للأغذية و يحمل الرمز E280؛ نجده في المشروبات و العلبات و الأجبان، كما يستعمل في تحضير بعض العطور و مستحضرات التجميل و بعض الأدوية.

● **معطيات:**

- ← تمت جميع القياسات عند :  $25^{\circ} \text{C}$  ؛
- ← الجداء الأيوني للماء :  $K_e = 10^{-14}$  ؛
- ← نمرز لحمض البروبانويك  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$  بـ  $\text{AH}$  و لقاعدته المرافقة بـ  $\text{A}^-$  ؛
- ← ثابتة الحمضية للمزدوجة  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}_{(aq)}/\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-_{(aq)}$  هي :  $K_A = 10^{-4,9}$  ؛
- ← منطقة الانعطاف لبعض الكواشف الملونة:

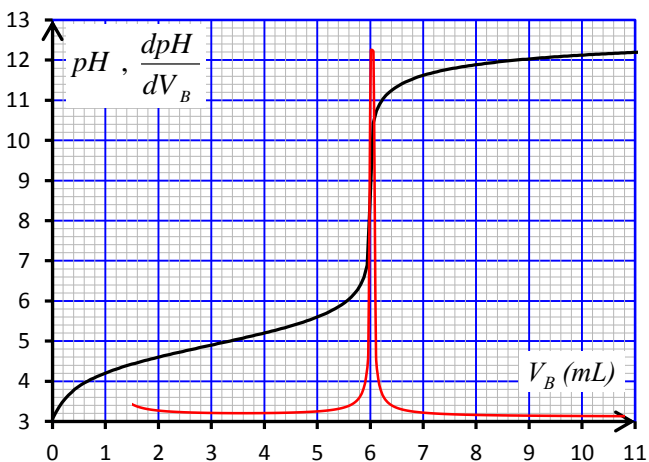
الكاشف الملون	الهيالانتين	أزرق البروموثيمول	أزرق الثيمول
منطقة الانعطاف	3,1 – 4,4	6 – 7,6	8 – 9,6

نعاير بقياس pH ، حجما  $V_A = 5 \text{ mL}$  من محلول مائي  $(S_A)$  لحمض البروبانويك  $\text{AH}$  تركيزه  $C_A$  بواسطة محلول مائي  $(S_B)$  لهيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز  $C_B = 5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

يمثل الشكل أسفله المنحنين  $\text{pH} = f(V_B)$  و  $\frac{dpH}{dV_B} = f(V_B)$  لهذه المعاييرة.

- 1 اكتب معادلة تفاعل المعاييرة.
- 2 اذكر خاصيتين لهذا التفاعل.
- 3 عين إحداثيتي نقطة التكافؤ:  $V_{BE}$  و  $\text{pH}_E$ .
- 4 بحساب ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بتفاعل المعاييرة، بين أن هذا التفاعل كلي.
- 5 احسب التركيز  $C_A$  لحمض البروبانويك.
- 6 اختر من بين الكواشف الملونة المقترحة، الكاشف الملون الملائم لمعلمة التكافؤ. علل الجواب.
- 7 حدد النوع المهيمن  $\text{AH}$  أو  $\text{A}^-$  عند إضافة الحجم  $V_B = 7 \text{ mL}$ .
- 8 أوجد، مستعينا بمنحنى المعاييرة، الحجم  $V_B'$  الذي يجب إضافته

لخليط التفاعلي لكي يكون الخارج  $\frac{[\text{AH}]}{[\text{A}^-]} = 1$ .



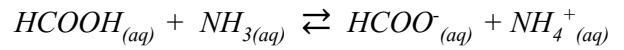
يهدف هذا التمرين إلى دراسة تفاعل حمض الميثانويك  $\text{HCOOH}$  مع الأمونياك  $\text{NH}_3(\text{aq})$  ثم مع محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم  $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$ .

● **معطيات:**

- جميع القياسات تمت عند درجة الحرارة  $25^{\circ} \text{C}$ .
- ثابتة الحمضية للمزدوجة  $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$  :  $\text{pK}_{A1} = 3,75$ .
- ثابتة الحمضية للمزدوجة  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$  :  $\text{pK}_{A2} = 9,20$ .

الكاشف الملون	أزرق البروموثيمول	الفيول فتالين	أحمر الكريزول
منطقة الانعطاف	6,0 – 7,6	10 – 8,2	7,2 – 8,8

(I) نحضر خليطا (S) حجمه  $V$  بمزج  $n_1 = 10^{-3} \text{ mol}$  من حمض الميثانويك و  $n_2 = n_1 = 10^{-3} \text{ mol}$  من الأمونياك في الماء المقطر، فيحصل تحول كيميائي نمذجه بالمعادلة التالية:



- 1 أنشئ الجدول الوصفي لتطور هذا التفاعل.
- 2 أوجد تعبير ثابتة التوازن  $K$  للتفاعل بدلالة  $\text{pK}_{A1}$  و  $\text{pK}_{A2}$  ثم تحقق أن هذا التفاعل كلي.
- 3 بين أن تعبير نسبة التقدم النهائي  $\tau$  يكتب على شكل:  $\tau = \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}}$  احسب  $\tau$ .

4 علما أن  $\text{pH}$  الخليط هو  $\text{pH} = 6,48$ ، حدد الأنواع المهيمنة من بين الأنواع التالية:  $\text{NH}_4^+$ ،  $\text{NH}_3$ ،  $\text{HCOOH}$ ،  $\text{HCOO}^-$ .

(II) لتحديد قيمة  $C_A$  تركيز حمض الميثانويك  $\text{HCOOH}$ ، نأخذ حجما  $V_A = 10 \text{ mL}$  من هذا الحمض ونعايره بواسطة محلول مائي  $S_B$  لهيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز  $C_B = 5,00.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . يمثل المنحنى أسفله تغير  $\text{pH}$  الخليط بدلالة الحجم  $V_B$  للمحلول  $S_B$ .

- 1 اكتب معادلة تفاعل المعاييرة.
- 2 حدد، مبيانيا،  $V_{BE}$  و  $\text{pH}_E$ ، إحداثيتي نقطة التكافؤ.
- 3 استنتج قيمة  $C_A$  تركيز حمض الميثانويك.
- 4 اختر، معلقا جوابك، الكاشف الملون المناسب لإنجاز هذه المعاييرة في غياب جهاز  $\text{pH}$ -متر.

5 أوجد النسبة  $\frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]}$  عند إضافة الحجم  $V_B = 8 \text{ mL}$  من المحلول  $S_B$ .

