التحولات غير الكلية لمجموعة كيميائية

- الإطار المرجعي للامتحان الوطني الموحد SP,SM -

الوحدة 3: التحولات الكيميائية التي تحدث في المنحيين:

- ☑ تعريف الحمض والقاعدة حسب برونشتد.
- ☑ كتابة المعادلة المنمذجة للتحول حمض - قاعدة وتعرف المزدوجتين المتدخلتين في التفاعل.
- ☑ تحديد قيمة pH محلول مائي.
- ☑ حساب التقدم النهائي x_f لتفاعل حمض مع الماء انطلاقا من معرفة تركيز و pH محلول هذا الحمض، ومقارنته مع التقدم الأقصى x_{max}.
- ☑ تعريف نسبة التقدم النهائي τ لتفاعل وتحديدها انطلاقا من معطيات تجريبية.
- ☑ تفسير ميكروسكوبي لحالة توازن مجموعة كيميائية.

الوحدة 4: حالة توازن مجموعة كيميائية:

- استغلال العلاقة بين المواصلة G لجزء من محلول والتراكيز 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 $Q_{r,éq}$ خارج التفاعل لمجموعة في حالة توازن يأخذ قيمة لا تتعلق بالتراكيز تسمى ثابتة التوازن K الموافقة لمعادلة التفاعل.
- معرفة أن نسبة التقدم النهائي لتحول معين تتعلق بثابتة التوازن وبالحالة البدئية للمجموعة.

الوحدة 5: التحولات 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 المحلول.
- تحديد، قيمة pH محلول 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 ثابتي 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. و كتابة 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.

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

الجزء 2

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

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 محلولا مائيا لحمض البنزويك بإذابة كتلة m من حمض البنزويك في الماء المقطر للحصول على حجم $V=100mL$ تركيزه $C=0,1mol.L^{-1}$.

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

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

1. أعط تعريف الحمض حسب برونشتد.
2. احسب الكتلة m ؟
3. اكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء.
4. أنشئ الجدول الوصفي لتطور المجموعة الكيميائية.
5. احسب نسبة التقدم النهائي τ للتفاعل . استنتج .
6. أوجد تعبير خارج التفاعل $Q_{r,éq}$ 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 $C=1,0.10^{-3}\ mol.L^{-1}$.
أعطى قياس pH هذا المحلول القيمة $pH=3,46$.

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

التمرين 3° : | 20 min | type BAC+

يعتبر حمض الإيثانويك CH_3COOH المكون الرئيسي للخل.

- **معطيات**:
  - تمت جميع القياسات عند 25°C ؛
  - الكتلة المولية لحمض الإيثانويك: $M=60\ g.mol^{-1}$.
  - الموصليات المولية الأيونية للأيونين H_3O^+ و CH_3COO^-:

$$\lambda_{H_3O^+}=3,49.10^{-2}\ S.m^2.mol^{-1}$$

$$\lambda_{CH_3COO^-}=4,09.10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$$

  - تعبير الموصلية σ بدلالة التراكيز الفعلية للأنواع الأيونية X_i و الموصليات المولية الأيونية هو : $\sigma=\Sigma\ \lambda_i.[X_i]$.

نتوفر على محلولين مائيين (S_1) و (S_2) لحمض الإيثانويك:

- المحلول (S_1) تركيزه المولي $C_1=5.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ و موصليته $\sigma_1=3,5.10^{-2}\ S.m^{-1}$.
- المحلول (S_2) تركيزه المولي $C_2=5.10^{-3}\ mol.L^{-1}$ و موصليته $\sigma_2=1,1.10^{-2}\ S.m^{-1}$.

نعتبر ذوبان حمض الإيثانويك مع الماء تفاعلا محدودا.

1. اكتب معادلة التفاعل المنمذج لذوبان حمض الإيثانويك في الماء.
2. أوجد تعبير التركيز المولي الفعلي $[H_3O^+]_{éq}$ لأيونات الأوكسونيوم عند التوازن بدلالة σ و λ_{H3O^+} و λ_{CH3COO^-} .
3. احسب $[H_3O^+]_{éq}$ في كل من (S_1) و (S_2) .
4. حدد نسبتي التقدم النهائي τ_1 و τ_2 لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء في كل محلول ، و استنتج تأثير التركيز البدئي على نسبة التقدم النهائي.
5. 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 σ .

نعتبر محلولا مائيا ، حجمه V ، لحمض الميثانويك $HCOOH_{(aq)}$ تركيزه المولي $C=5,00\ mol.m^{-3}$. نقيس موصلية هذا المحلول عند درجة الحرارة 25°C فنجد $\sigma=4,0.10^{-2}\ S.m^{-1}$.
نعطي:

$$\lambda_{H_3O^+}=35,0.10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$$

$$\lambda_{HCOO^-}=5,46.10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$$

نهمل تأثير الأيونات HO^- على موصلية المحلول.

1. أنشئ الجدول الوصفي لتقدم تفاعل حمض الميثانويك مع الماء .
2. أوجد تعبير τ نسبة التقدم النهائي بدلالة σ و C و $\lambda_{H_3O^+}$ و $\lambda_{CH_3COO^-}$. أحسب τ ، ماذا استنتج ؟
3. حدد قيمة pH هذا المحلول المائي .
4. أوجد قمة $Q_{r,éq}$ خارج التفاعل عند حالة التوازن لهذا التفاعل.
5. نخفف المحلول S عشر مرات فنحصل على محلول (S') تركيزه المولي $(C'=C/10)$ أي $C'=5,00.10^{-4}\ mol.L^{-1}$.

أ- أعط ، معللا جوابك، قيمة خارج التفاعل $Q'_{r,éq}$ عند حالة التوازن للمحلول (S') .

ب- اختر، مع التعليل، قيمة نسبة التقدم النهائي τ 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 الخضر، 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 محلولا مائيا لحمض الأسكوربيك $C_6H_8O_{6(aq)}$ حجمه V و تركيزه $C=10^{-2}\ mol.L^{-1}$ و له $pH=3,01$ عند $25°C$.

1. أكتب معادلة تفاعل حمض الأسكوربيك مع الماء .
2. أنشئ الجدول الوصفي لهذا التفاعل.
3. بين أن تعبير τ نسبة التقدم النهائي هو $\tau=\frac{10^{-pH}}{C}$. أحسب τ . هل التحول كلي ؟
4. المجموعة الكيميائية في حالة توازن، أوجد قيمة خارج التفاعل $Q_{r,éq}$ ، 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 مسكنا للآلام و مخفضا 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 : $M=206\ g.mol^{-1}$.
- تمت جميع القياسات عند $25°C$.

نذيب محتوى كيس من الإيبوبروفين و الذي يحتوي على 200 mg من الحمض في كاس 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:

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

حيث τ نسبة التقدم النهائي و x_{max} التقدم الأقصى معبر عنه بالمول.

5. استنتج قيمة ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة التفاعل المدروس.

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 للخل التجاري.

نذيب كتلة m من حمض الإيثانويك CH_3COOH في الماء المقطر ، فنحصل على محلول مائي لحمض الإيثانويك تركيزه المولي $C=0,10 mol.L^{-1}$ و حجمه $V=1,00L$، و له $pH=2,90$ عند $25\ °C$.

معطيات:

- الكتلة المولية لحمض الإيثانويك : $M=60\ g.mol^{-1}$.
- الموصليات المولية الأيونية عند $25\ °C$:

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

$$\lambda_{CH_3COO^-}=4,09\ mS.m^2.mol^{-1}$$

- يعبر عن الموصلية σ لمحلول يحتوي على أيونات X_i بالعلاقة التالية: $\sigma=\Sigma\lambda_i.[X_i]$.

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 τ بدلالة pH و C . أحسب τ و استنتج .

6-أ) بين أن تعبير $Q_{r,éq}$ خارج التفاعل عند حالة التوازن يكتب على الشكل التالي : $Q_{r,éq}=\frac{x_{éq}^2}{V(C.V-x_{éq})}$.

6-ب) استنتج قيمة ثابتة التوازن K لهذا التفاعل.

هل تتعلق K بالحالة البدئية ؟

7. تحقق أن قيمة موصلية المحلول $\sigma_{éq}$ عند التوازن هي: $\sigma_{éq}=49,1\ mS.m^{-1}$.

التمرين 8° : | 20 min | type BAC+

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

معطيات:

- نرمز لحمض السليسليك بـ AH و لقاعدته المرافقة بـ A^- .
- تمت جميع القياسات عند 25°C ؛
- الموصليات المولية الأيونية: $\lambda_{A^-} = 3,62.10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$

$\lambda_{H_3O^+} = 3,49.10^{-2}\ S.m^2.mol^{-1}$

- تعبير الموصلية σ لمحلول مائي مخفف للحمض AH هو:

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

نعتبر محلولا مائيا (S) لحمض السليسليك حجمه $V=100\ mL$ ، و تركيزه المولي $C=5.10^{-3} mol.L^{-1}$.
و أعطي قياس موصلية المحلول القيمة $\sigma = 7,18.10^{-2}\ S.m^{-1}$.

1. انقل الجدول الوصفي التالي و أتممه.

المعادلة الكيميائية		$AH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows H_3O^+_{(aq)} + A^-_{(aq)}$			
حالة المجموعة	تقدم التفاعل	كميات المادة (mol)			
البدئية	$x = 0$	.....	وفير	.....	.....
خلال التطور	x	.....	وفير	.....	.....
عند التوازن	$x_{éq}$	.....	وفير	.....	.....

2. أوجد تعبير $x_{éq}$ تقدم التفاعل عند التوازن بدلالة λ_{A^-} و λ_{H3O^+} و σ و V ، ثم احسب قيمة $x_{éq}$.
3. حدد قيمة τ نسبة التقدم النهائي للتفاعل ثم استنتج.
4. بين أن القيمة التقريبية لـ pH المحلول هي $pH \approx 2,73$.
5. بين أن تعبير $Q_{r,éq}$ خارج التفاعل عند حالة التوازن يكتب على الشكل التالي : $Q_{r,éq} = \dfrac{C.\tau^2}{1-\tau}$.
6. احسب خارج التفاعل عند التوازن $Q_{r,éq}$. و استنتج قيمة ثابتة التوازن K المقرونة بهذا التفاعل.
6. نأخذ حجما من المحلول S و نظيف إليه كمية من الماء المقطر للحصول على محلول S' تركيزه $C'=2,00.10^{-4}\ mol.L^{-1}$.
احسب في هذه الحالة نسبة التقدم النهائي τ' للتفاعل بين حمض السليسليك مع الماء. ماذا تستنتج ؟

ملاحظة

إضافة كمية من الماء المقطر لمحلول ⟺ تخفيف هذا المحلول

التمرين 9° : | 30 min | type BAC+

يعتبر الخل التجاري محلولا مائي لحمض الإيثانويك CH_3COOH ، و يتميز بدرجة حمضية (X°) ، و التي تمثل الكتلة X بالغرام (g) لحمض الإيثانويك الموجودة في 100 g من الخل.

معطيات:

- الكتلة المولية لحمض الإيثانويك: $M=60\ g.mol^{-1}$
- الكتلة الحجمية للخل: $\rho = 1\ g/mL$.

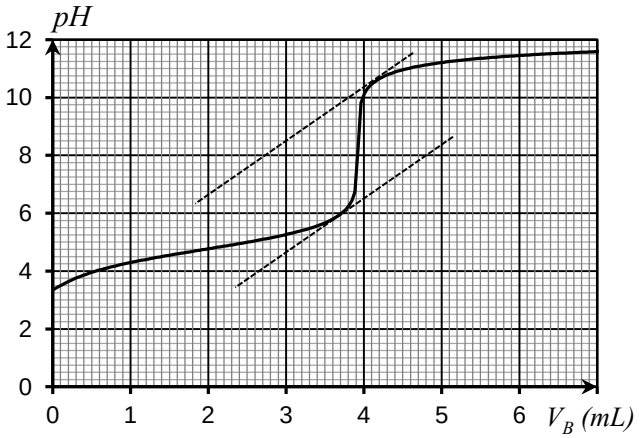
الكاشف الملون	أزرق البروموتيمول	الهيليانتين	أحمر الكريزول
منطقة الانعطاف	6,0 – 7,6	3,1 – 4,4	7,2 – 8,8

I) نحضر محلولا مائيا لحمض الإيثانويك CH_3COOH حجمه V و تركيزه $C=5,0.10^{-2} mol.L^{-1}$ و له $pH=3,03$.

1. أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل مبرزا فيه حالة التوازن.
2. احسب τ نسبة التقدم النهائي للتفاعل. هل التحول كلي؟
3. أوجد تعبير $Q_{r,éq}$ خارج التفاعل عند التوازن بدلالة C و τ .
4. تحقق أن قيمة ثابتة الحمضية pK_A للمزدوجة (acide/base) CH_3COOH/CH_3COO^- هي $pK_A=4,75$.
5. حدد النوع الكيميائي المهيمن في المحلول من بين النوعين CH_3COOH و CH_3COO^- .

II) نأخذ حجما $V_0=1,00mL$ من خل تجاري درجة حمضية (7°) و تركيزه المولي C_0 ، و نضيف إليه الماء المقطر لتحضير محلول مائي (S) تركيزه المولي C_S و حجمه $V_S=100\ mL$.
نعاير الحجم $V_A=5,00\ mL$ من المحلول (S) بمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_B=1,50.10^{-2}\ mol.L^{-1}$.
يمثل المنحنى أسفله تغير pH الخليط بدلالة الحجم المضاف V_B.

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



التمرين : 10° | 20 min | type BAC+

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 انعطاف بعض الكواشف الملونة.

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

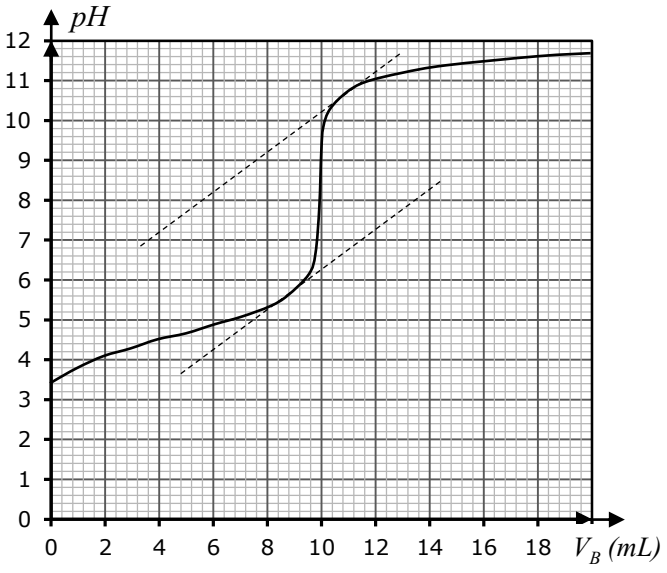
ثابتة الحمضية للمزدوجة $HCOOH/HCOO^-$: $pK_A=3,75$

I) نحضر محلولا مائيا (S) لحمض الميثانويك HCOOH حجمه V و تركيزه المولي C_A وله $pH=3,46$ عند $25°C$.

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

II) للتحقق من التركيز C_A لحمض الميثانويك، نعاير الحجم $V_A=10mL$ 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 $E(pH_E\ ,\ V_{BE})$.
4. استنتج التركيز C_A للمحلول (S_A).
5. باعتمادك على الجدول أعلاه، حدد، معللا 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 .



التمرين : 11° | 30 min | type BAC+

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	الهيليانتين	الفينول فتالين	أزرق البروموتيمول	أحمر الكريزول
منطقة الانعطاف	3,1 – 4,4	8,2 – 10	6 – 7,6	7,2 – 8,8

I) نعتبر محلولا مائيا للأمونياك $NH_{3\,(aq)}$ حجمه V و تركيزه $C_B=2.10^{-2}mol.L^{-1}$.

أعطى قياس pH هذا المحلول القيمة $pH=10,75$.

ننمذج التفاعل الكيميائي بين الأمونياك و الماء بالمعادلة التالية.

$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons NH^+_{4\,(aq)} + HO^-_{(aq)}$$

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

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

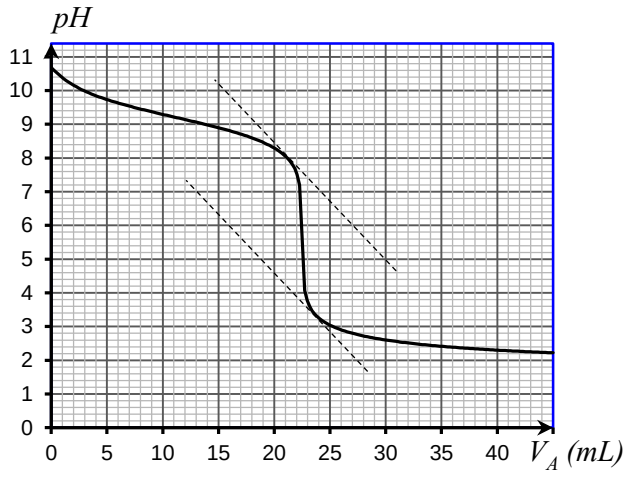
1. أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لهذه المعايرة .
2. يمثل المنحنى الممثل في الشكل أسفله تغير pH الخليط بدلالة الحجم V_A للمحلول (S_A) لحمض الكلوريدريك المضاف.

أ- حدد الإحداثيتين pH_E و V_{AE} لنقطة التكافؤ.

ب- احسب C'_B.

ج- باعتمادك على الجدول أعلاه ، عين ، معللا 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.



التمرين : 12° | 20 min | type BAC+

يهدف هذا التمرين إلى دراسة تفاعل حمض الميثانويك HCOOH مع الأمونياك $NH_{3(aq)}$ ثم مع محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $Na^+_{(aq)}+HO^-_{(aq)}$.

● **معطيات:**

- جميع القياسات تمت عند درجة الحرارة 25 °C .
- ثابتة الحمضية للمزدوجة $HCOOH/HCOO^-$: $pK_{A1}=3,75$.
- ثابتة الحمضية للمزدوجة NH_4^+/NH_3 : $pK_{A2}=9,20$.

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

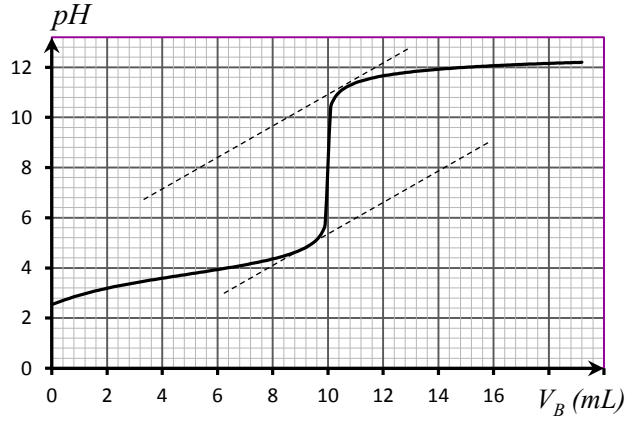
I) نحضر خليطا (S) حجمه V بمزج $n_1=10^{-3}$ mol من حمض الميثانويك و $n_2=n_1=10^{-3}$ mol من الأمونياك في الماء المقطر ، فيحصل تحول كيميائي ننمذجه بالمعادلة التالية:

$$HCOOH_{(aq)} + NH_{3(aq)} \rightleftarrows HCOO^-_{(aq)} + NH_4^+{}_{(aq)}$$

1. أنشئ الجدول الوصفي لتطور هذا التفاعل.
2. أوجد تعبير ثابتة التوازن K للتفاعل بدلالة pK_{A1} و pK_{A2} ثم تحقق أن هذا التفاعل كلي.
3. بين أن تعبير نسبة التقدم النهائي τ يكتب على شكل: $\tau=\frac{\sqrt{K}}{1+\sqrt{K}}$ احسب τ .
4. علما أن pH الخليط هو pH=6,48 ، حدد الأنواع المهيمنة من بين الأنواع التالية: $HCOO^-$ ، $HCOOH$ ، NH_3 ، NH_4^+

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

1. اكتب معادلة تفاعل المعايرة.
2. حدد ، مبيانيا ، V_{BE} و pH_E ، إحداثيتي نقطة التكافؤ .
3. استنتج قيمة C_A تركيز حمض الميثانويك .
4. اختر، معللا جوابك، الكاشف الملون المناسب لإنجاز هذه المعايرة في غياب جهاز pH-متر.
5. أوجد النسبة $\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$ عند إضافة الحجم $V_B=8$ mL من المحلول S_B .



التمرين : 13° | 30 min | type BAC+

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

● **معطيات:**

- تمت جميع القياسات عند : 25° C ؛
- الجداء الأيوني للماء : $K_e=10^{-14}$ ؛
- نرمز لحمض البروبانويك C_2H_5COOH بـ AH و لقاعدته المرافقة بـ A^- ؛
- ثابتة الحمضية للمزدوجة $C_2H_5COOH_{(aq)}/C_2H_5COO^-_{(aq)}$ هي: $K_A=10^{-4,9}$؛
- منطقة الانعطاف لبعض الكواشف الملونة:

الكاشف الملون	الهيليانتين	أزرق البروموتيمول	أزرق الثيمول
منطقة الانعطاف	3,1 – 4,4	6 – 7,6	8 – 9,6

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

يمثل الشكل أسفله المنحنيين $pH=f(V_B)$ و $\frac{dpH}{dV_B}=f(V_B)$ لهذه المعايرة.

1. اكتب معادلة تفاعل المعايرة .
2. اذكر خاصيتين لهذا التفاعل.
2. عين إحداثيتي نقطة التكافؤ: V_{BE} و pH_E .
4. بحساب ثابتة التوازن K المقرونة بتفاعل المعايرة، 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 AH أو A^- عند إضافة الحجم $V_B=7$ mL .
8. أوجد، مستعينا بمنحنى المعايرة، الحجم V_B' الذي يجب إضافته للخليط التفاعلي لكي يكون الخارج $\frac{[AH]}{[A^-]}=1$.