

التحولات المقرونة بالتفاعلات حمض قاعدة

التحولات المقرونة بتفاعلات حمض قاعدة

سلسلة التمارين 1

الثانية بكالوريا علوم فيزيائية

في جميع التمارين نأخذ $K_e = 10^{-14}$ و $pK_e = 14$ عند درجة الحرارة 25°C

التمرين 1

1 - أكتب معادلة التفاعل بين الأمونياك $\text{NH}_3(\text{aq})$ ومحلول حمض الكلوريدريك $(\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}))$

2 - حدد قيمة ثابتة التوازن المقرونة بهذا التفاعل عند 25°C

نعطي : 25°C

$$pK_A(\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}) = pK_{A_1} = 0$$

$$pK_A(\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3) = pK_{A_2} = 9,2$$

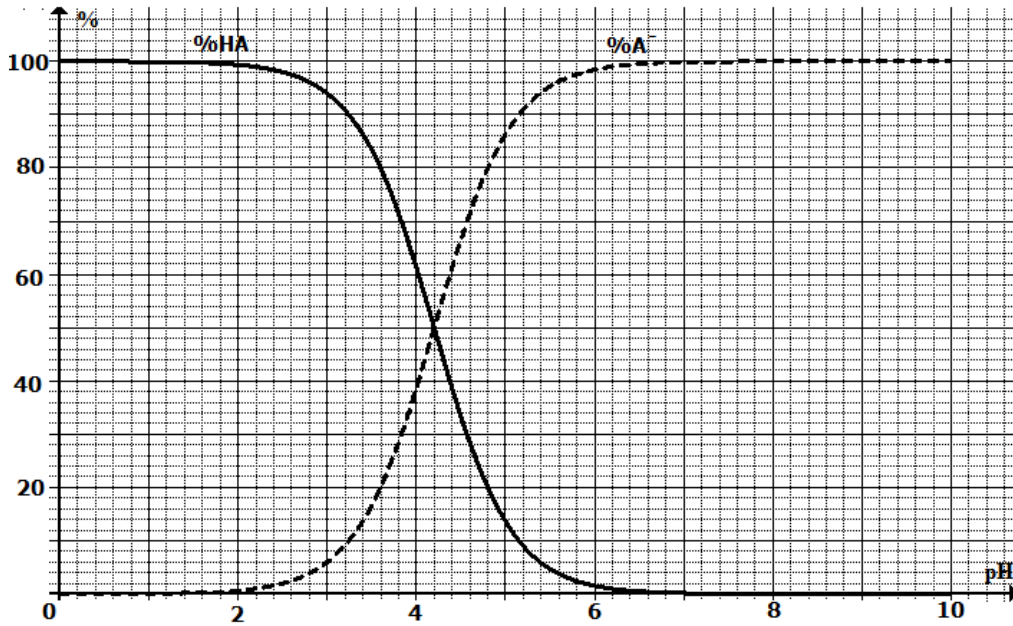
التمرين 2

تمثل الوثيقة جانبه مخطط التوزيع لخليط مكون من حمض البنزويك $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}(\text{aq})$ نرمز له ب HA وأيونات البنزوات $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-(\text{aq})$ نرمز له ب A^- ، عند 25°C حيث يشير إلى نسبة حمض البنزويك وأيونات البنزوات الموجودة في المحلول بدلالة pH حيث التركيز الكلي C لهذا المحلول من المذاب هي $C = 10\text{mmol}$.

من خلال هذه الوثيقة

1 - حدد pK_A للمزدوجة HA / A^-

2 - حدد التراكيز المولية للحمض وقاعدته المرافقة الموجودة في المحلول ذي $\text{pH} = 5,0$.



التمرين 3

من بين الأنواع الكيميائية التي يحتوي عليها الحليب هناك حمض اللاكتيك $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}(\text{aq})$ وأيونات اللاكتات $\text{CH}_3\text{CHOHCOO}^-(\text{aq})$. قيمة pH هذا الحليب 6,5 .

1 - أنشئ مخطط الهيمنة بالنسبة للمزدوجة $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}(\text{aq}) / \text{CH}_3\text{CHOHCOO}^-(\text{aq})$

2 - حدد النوع الكيميائي المهيمن في الحليب

3 - أحسب النسبة $\frac{[\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}]_{\text{eq}}}{[\text{CH}_3\text{CHOHCOO}^-]_{\text{eq}}}$. هل هذه النتيجة تتوافق و السؤال 2

نعطي : $pK_A = 3,9$

التمرين 4

يتكون الكاشف الملون من مزدوجة حمض - قاعدة حيث يختلف لون الصيغة الحمضية عن لون الصيغة القاعدية في محلول مائي ما .

الفينول الفتالين La phénolphthaléine كاشف ملون ، نرّمز للمزدوجة المكونة له HIn / In^- و $\text{pK}_A(\text{HIn} / \text{In}^-) = 8,9$.
الصيغة الحمضية HIn للكاشف عديمة اللون و الصيغة القاعدية In^- تتميز بلون وردي .

يكون المحلول المائي عديم اللون في حالة $\frac{[\text{HIn}]}{[\text{In}^-]} > 8$ ويأخذ لونا ورديا في حالة $\frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]} > 10$.

نتوفر على ثلاث كؤوس تحتوي على حجما V_B من محلول مائي للأمونيّك ذات تراكيز مختلفة :

* الكأس I ، يحتوي على المحلول S_1 للأمونيّك تركيزه $C_1 = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol} / \text{L}$ عند قياس pH هذا المحلول نجد $\text{pH} = 10,6$

* الكأس II ، يحتوي على المحلول S_2 للأمونيّك تركيزه C_2 مجهول ، نضيف إليه بضع قطرات من الفينول الفتالين حيث يأخذ لونا ورديا .

* الكأس III ، يحتوب على المحلول S_3 للأمونيّك تركيزه $C_3 = 0,1 \text{ mol} / \text{L}$ وحجمه 1L حيث نضيف إليه حجما V_A من غاز كلورور الهيدروجين فنحصل على خليط ناتج عن تفاعل كلي بين أيونات الأوكسونيوم $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ والأمونيّك $\text{NH}_3(\text{aq})$. عند إضافة بضع قطرات من الفينول الفتالين يصبح الخليط عديم اللون .

نعطي عند درجة حرارة 25°C : الجداء الأيوني للماء : $\text{pK}_e = 14$ ، الثابتة الحمضية للمزدوجة $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$ عند

$\text{pK}_A(\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3) = 9,2$ ، الحجم المولي للغاز $V_m = 24\text{L} / \text{mol}$

1 - دراسة المزدوجة HIn / In^-

1 - 1 أوجد قيمتي pH التي تحدد منطقة انعطاف الكاشف الملون الفينول الفتالين .

1 - 2 مثل على محور pH مجال هيمنة صيغتي الكاشف الملون (PP)

2 - دراسة المحلول المائي S_1

معادلة التفاعل بين الأمونيّك والماء هي كالتالي : $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$ (1)

2 - 1 من خلال تعبير الثابتة الحمضية K_A ، بين أن $\text{pH} = \text{pK}_A(\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3) + \log\left(\frac{[\text{NH}_3]_{\text{eq}}}{[\text{NH}_4^+]_{\text{eq}}}\right)$

2 - 2 أحسب النسبة $\frac{[\text{NH}_3]_{\text{eq}}}{[\text{NH}_4^+]_{\text{eq}}}$ واستنتج النوع الكيميائي المهيمن في هذا المحلول .

2 - 3 باستعمال مخطط مجال الهيمنة لصيغتي الكاشف الملون ، ما لون المحلول ؟ هل هذه النتيجة تتوافق مع السؤال السابق ؟

3 - دراسة المحلول المائي S_2

3 - 1 أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل بالنسبة للمحلول S_2

3 - 2 نضع $q = \frac{[\text{NH}_3]_{\text{eq}}}{[\text{NH}_4^+]_{\text{eq}}}$ ، من خلال الجدول الوصفي بين أن $C_2 = (q+1) \times 10^{\text{pH}-\text{pK}_e}$

3 - 3 ليكن C_2 التركيز المولي الدنوي للأمونيّك في المحلول S_2 لكي يأخذ لونا ورديا .

أحسب q واستنتج قيمة C_2

4 - دراسة الخليط S_3 (علوم فيزيائية وعلوم رياضية)

4 - 1 أكتب معادلة التفاعل الحاصل في الكأس III ، موضحا المزدوجتين حمض - قاعدة المتدخلتين في هذا التحول

4 - 2 أنشئ الجدول الوصفي لهذا التحول

4 - 3 نعتبر أن الأمونيّك هو المتفاعل المحد ، أحسب الحجم الدنوي V_A المضاف من غاز كلورور الهيدروجين

لكي يأخذ المحلول لونية الصيغة الحمضية لفينول الفتالين .

التحولات المقرونة بالتفاعلات حمض قاعدة

التمرين 5

قيمة pH لمحلول مائي لحمض الميثانويك HCOOH تركيزه المولي $C = 3,0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ هي : $\text{pH} = 2,65$ عند درجة الحرارة 25°C .

- 1 - أكتب المعادلة الكيميائية لتفاعل حمض الميثانويك والماء
- 2 - أحسب تركيز أيونات الأوكسونيوم وتركيز أيونات الميثانوات وتراكيز حمض الميثانويك المتواجدة في المحلول .
- 3 - استنتج قيمة الثابتة الحمضية K_A و pK_A للمزدوجة المدروسة عند درجة الحرارة 25°C .

التمرين 6

- 1 - أكتب المعادلات الكيميائية للتفاعلات المحدثه بين :
أ - حمض اللاكتيك $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$ و أيون النتريت NO_2^-
ب - حمض الفورميك HCOOH و أيون الهيدروكسيد HO^-
- 2 - أحسب ثابتة التوازن الموافقة لهذه التفاعلات عند 25°C عند 25°C لدينا

$$\text{pK}_A(\text{CH}_3\text{CHOHCOOH} / \text{CH}_3\text{CHCOO}^-) = 3,9, \text{pK}_A(\text{HNO}_2 / \text{NO}_2^-) = 3,3$$

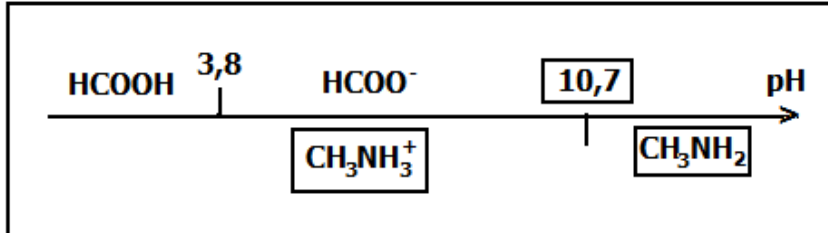
$$\text{pK}_A(\text{HCOOH} / \text{HCOO}^-) = 3,8, \text{pK}_A(\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^-) = 14,0$$

التمرين 7

- حمض أسيتيل ساليسليك أو الأسبرين $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$ ، نرمز له ب HA ، الحمض المرافق لأيون أسيتيل ساليسيلات $\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-$ نرمو لها ب A^- . قيمة pK_A لهذه المزدوجة هي 3,5 عند درجة الحرارة 37°C . عند هذه الدرجة للحرارة تكون قيمة pH تقارب 1,5 في معدة الإنسان و 7,4 في الدم و 6,0 في المعى الإثنا عشري .
- 1 - حدد النوع المهيمن بالنسبة للمزدوجة HA / A^- في المعدة وفي الدم وفي المعى الإثنا عشري .
 - 2 - أوجد تعبير النسبة $[\text{A}^-] / [\text{HA}]$ ة احسب قيمتها في المعدة .

التمرين 8

باستعمال مخطط الهيمنة التالي :



- 1 - حدد قيم pK_A للمزدوجات أيون الميثانوات \ حمض الميثانويك و مثيل أمين \ مثيل أمونيوم
- 2 - نمزج محلول حمض الفورميك ومحلول مثيل أمين . هل من الممكن أن يكونا حمض الوريك ومثيل أمين في نفس الوقت أنواع مهيمنة بالنسبة لمزدوجتهما ؟

التحولات المقرونة بالتفاعلات حمض قاعدة

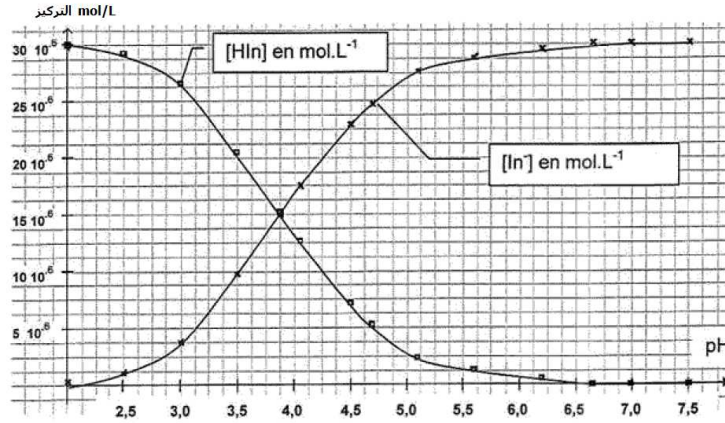
التمرين 9 دراسة سلوك كاشف ملون في محلول مائي .

نأخذ عند درجة الحرارة 25°C ، ثابتة الجداء الأيوني للماء $K_e=10^{-14}$.

نعتبر أن كل التجارب تمت عند درجة الحرارة 25°C .

الكاشف الملون أزرق البروموفينول (BBP) Bleu de bromophénol هو مزدوجة قاعدة / حمض حيث لون النوع الحمضي HIn أصفر ولون النوع القاعدي In^- أزرق .

I - يمثل الشكل أسفله مخطط توزيع النوع الحمضي HIn وقاعدته المرافقة In^- :



1 - حدد مبيانيا الثابتة pK_A للمزدوجة HIn / In^- .

2 - استنتج من المبيان مخطط الهيمنة لكل من النوع الحمضي والنوع القاعدي لأزرق البروموفينول .

3 - أكتب معادلة التفاعل HIn مع الماء .

II - تتوفر على قارورة تحتوي على المحلول S_0 لأزرق البروموفينول تركيزه المولي من المذاب $C_0 = 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol} / \ell$.

1 - نأخذ حجما $V = 100 \text{ ml}$ من المحلول S_0 . عند قياس pH المحلول نجد $\text{pH} = 5,5$.

1 - 1 من خلال مخطط الهيمنة ، ما هو النوع المهيمن للمزدوجة HIn / In^- .

1 - 2 أكتب تعبير K_A للمزدوجة HIn / In^- بدلالة التراكيز المولية الفعلية للأنواع الكيميائية الموجودة في المحلول

1 - 3 استنتج العلاقة التالية : $\text{pH} = pK_A + \log \frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]}$

1 - 4 أحسب النسبة $\frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]}$

1 - 5 أنشئ جدول تطور هذا التفاعل بدلالة n_0 و x و x_f بحيث أن n_0 كمية مادة أزرق البروموفينول الموجودة في الحجم V لهذا المحلول .

1 - 6 أحسب التقدم القصوي x_{\max} والتقدم النهائي x_f

1 - 7 استنتج نسبة التقدم النهائي τ ، هل هذا التفاعل كلي ؟ علل جوابك .

2 - دراسة التفاعل بين الكاشف الملون ومحلول حمض الكلوريدريك .

انطلاقا من المحلول S_0 ، نحضر المحلول S_1 .

نحصل على المحلول S_1 وذلك بأخذ لتر واحد (1ℓ) من المحلول S_0 ونضيف إليه 10 ml من محلول حمض الكلوريدريك تركيزه $C_A = 1 \text{ mol} / \ell$.

نعتبر أن إضافة كلورور الهيدروجين تتم دون تغير في الحجم الكلي للمحلول .

pH هذا المحلول يوافق $\text{pH} = 2,0$ والتركيز المولي لأزرق البروموفينول فيه $C_0 = 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol} / \ell$

2 - 1 ما النوع الكيميائي لمزدوجة الكاشف الملون المهيمن في المحلول S_1 ؟ ما هو لون المحلول ؟

2 - 2 أكتب المعادلة الكيميائية الناتجة عن هذا التفاعل .

2 - 3 أحسب النسبة : $\frac{[\text{HIn}]}{[\text{In}^-]}$

2 - 4 أنشئ جدول الوصفي لتطور التفاعل الكيميائي و حدد التقدم النهائي لهذا التفاعل .

2 - 5 أحسب نسبة التقدم النهائي لهذا التفاعل . ماذا تستنتج ؟

2 - 6 عبر عن ثابتة التوازن K المقرونة بهذا التفاعل . واحسب قيمتها .

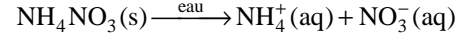
السلسلة 2

التمرين 1

- مراقبة نسبة عنصر كيميائي في منتج صناعي.

تستعمل بعض المنتجات الصناعية الأزوتية بكثرة في المجال الفلاحي لتوفيرها على عنصر الأوت الذي يعد من بين العناصر الضرورية لتخصيب التربة.

يحتوي منتج صناعي على نترات الأمونيوم (S) NH_4NO_3 كثير الذوبان في الماء ، بحيث يعتبر هذا الذوبان تحولا كليا ، نمذجه بالمعادلة التالية :



يشير الصانع على كيس تعبئة المنتج الصناعي الأزوتي إلى النسبة المئوية الكتلية X لعنصر الأوت في هذا المنتج $X=27\%$. يهدف هذا التمرين إلى التحقق من القيمة $X=27\%$. المعطيات :

$$M(H) = 1g.mol^{-1} , M(N) = 14g.mol^{-1} , M(O) = 16g.mol^{-1}$$

جميع قياسات ال pH أنجزت عند درجة الحرارة $25^\circ C$.

الجداء الأيوني للماء عند درجة الحرارة $25^\circ C$ هو $Ke=10^{-14}$.

ثابتة الحمضية للمزدوجة NH_4^+ / NH_3 هي : $pK_A=9.20$.

1- دراسة محلول مائي لنترات الأمونيوم $NH_4^+(aq) + NO_3^-(aq)$

نأخذ حجما Vs من محلول مائي (S) لنترات الأمونيوم تركيزه المولي $C=4,00.10^{-2}mol.L^{-1}$. يعطي قياس pH هذا المحلول : $pH=5.30$.

1-1 اكتب معادلة تفاعل أيون الأمونيوم مع الماء.

2-2 احسب نسبة التقدم النهائي τ للتحويل الحاصل . ماذا تستنتج ؟

3-1 تحقق من أن قيمة ثابتة الحمضية للمزدوجة NH_4^+ / NH_3 هي $pK_A=9.20$.

2-2 تحدد النسبة المئوية الكتلية X لعنصر الأوت في منتج صناعي .

نذيب في الماء الخالص عينة من المنتج الصناعي الأزوتي كتلتها $m=5,70g$ ، فنحصل على محلول مائي (S_A) حجمه $V=250mL$.

نأخذ من المحلول (S_A) حجمه $V_A=20mL$ ، ونعاير أيونات الأمونيوم المتواجدة فيه بواسطة محلول مائي (S_B) لهيدروكسيد

الصوديوم $NH_4^+(aq) + NO_3^-(aq)$ ، تركيزه $C_B=0,200mol.L^{-1}$ فنحصل على التكافؤ عند صب الحجم $V_{BE}=22mL$ من المحلول (S_B) .

1-2 اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل المعايرة.

2-2 أوجد كمية المادة $n(NH_4NO_3)$ لنترات الأمونيوم الموجودة في العينة المدروسة ، وتحقق من القيمة X للنسبة المئوية

الكتلية لعنصر الأوت في المنتج الصناعي المدروس.

التمرين 2 : خاصيات حمض كربوكسيلي (بكالوريا الدورة العادية 2008 شعبة العلوم الفيزيائية .

الإيبوبروفين حمض كربوكسيلي ، صيغته الإجمالية $C_{13}H_{18}O_2$ ، دواء يعتبر من المضادات للالتهابات إضافة إلى كونه مسكنا للآلام ومخفضا للحرارة .

تباع مستحضرات الإيبوبروفين في الصيدليات على شكل مسحوق في أكياس تحمل المقدار $200mg$ قابل للذوبان في الماء

تركز للإيبوبروفين ب $RCOOH$: $M(RCOOH)=206g/mol$

تمت جميع العمليات عند درجة الحرارة $25^\circ C$

I – تحديد ثابتة التوازن لتفاعل حمض الإيبوبروفين مع الماء

نذيب محتوى كيس من الإيبوبروفين والذي يحتوي على $200mg$ من الحمض في كأس من الماء الخالص ، فنحصل على محلول مائي S₀ تركيزه C₀ وحجمه $V_0=100ml$.

1 – 1 أحسب C₀

1 – 2 أعطى قياس pH المحلول (S₀) القسمة $pH=3,17$

1 – 2 1 تحقق باستعانتك بالجدول الوصفي ، أن تفاعل الإيبوبروفين مع الماء تفاعل محدود .

1 – 2 2 أكتب تعبير خارج التفاعل Q_r لهذا التفاعل .

1 – 2 3 بين أن تعبير Q_r عند التوازن يكتب على الشكل التالي : $Q_{r,eq} = \frac{x_{max} \tau^2}{V_0(1-\tau)}$

حيث τ : نسبة التقدم النهائي للتفاعل و x_{max} : التقدم الأقصى ويعبر عنه بالمول .

1 – 2 4 استنتج قيمة ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة التفاعل المدروس .

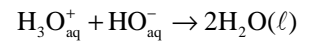
II – التحقق من صحة المقدار المسجل على كيس الإيبوبروفين

التحولات المقرونة بالتفاعلات حمض قاعدة

للتحقق من صحة المقدار المسجل على الكيس ، نأخذ حجما $V_B=60,0\text{ml}$ من محلول مائي (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم ($\text{Na}^+_{\text{aq}} + \text{HO}^-_{\text{aq}}$) تركيزه $C_B=3,0 \cdot 10^{-2} \text{mol/l}$ ، ونذيب فيه كليا محتوى كيس من الإيبوبروفين ، فنحصل على محلول مائي (S) (نعتبر أن حجم المحلول (S) هو V_B)

2 - 1 أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للتفاعل بين الحمض RCOOH والمحلول (S_B) والذي نعتبره كليا .
 2 - 2 بين أن $n_1(\text{HO}^-)$ كمية مادة أيونات HO^- البدئية المتواجدة في المحلول S_B أكبر من $n_1(\text{RCOOH})$ كمية مادة الحمض RCOOH المذابة . (نعتبر أن المقدار المسجل على الكيس صحيح)
 2 - 3 لمعايرة الأيونات HO^- المتبقية في المحلول S ، نأخذ حجما $V=20\text{ml}$ من هذا المحلول ونضيف إليه محلول مائي S_A لحمض الكلوريدريك تركيزه $C_A=1,0 \cdot 10^{-2} \text{mol/l}$.
 نحصل على التكافؤ عند صب $V_{AE}=27,7\text{ml}$ من المحلول S_A .

نعتبر أن الأيونات HO^- المتبقية في المحلول (S) هي الوحيدة التي تتفاعل مع أيونات H_3O^+ الواردة من المحلول (S_A) أثناء المعايرة ، وفق المعادلة التالية :



2 - 3 - 1 أوجد كمية مادة أيونات HO^- التي تفاعلت مع الحمض RCOOH المتواجد في الكيس .

2 - 3 - 2 أحسب الكتلة m لحمض الإيبوبروفين المتواجد في الكيس . استنتج

التمرين 3 : دراسة محلول حمض البنزويك (عن كالكوريا علوم رياضة 2008 الدورة العادية)

يستعمل حمض البنزويك $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ كمادة حافظة في صناعة المواد الغذائية ، وهو جسم صلب أبيض اللون .

يهدف هذا الجزء إلى دراسة تفاعل حمض البنزويك مع الماء ومع محلول هيدروكسيد الصوديوم .

نحضر محلول مائيا لحمض البنزويك بإذابة كتلة m من حمض البنزويك في الماء المقطر للحصول على حجم $V = 100\text{ml}$ تركيزه $C_A = 0,1 \text{mol/l}$.

معطيات : الكتلة المولية لحمض البنزويك : $M = 122 \text{g/mol}$

الجداء الأيوني للماء عند درجة الحرارة 25°C : $K_e = 10^{-14}$

1 - تفاعل الحمض البنزويك مع الماء

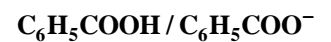
نقيس pH محلول حمض البنزويك عند 25°C فنجد : $\text{pH}_1 = 2,6$

1 - 1 أحسب الكتلة m

1 - 2 أكتب معادلة التفاعل حمض البنزويك مع الماء

1 - 3 أنشئ الجدول الوصفي لتطور المجموعة ، وأحسب نسبة التقدم النهائي τ للتفاعل . استنتج

1 - 4 أعط تعبير خارج التفاعل $Q_{r,\text{éq}}$ عند التوازن بدلالة pH_1 و C_A . واستنتج قيمة الثابتة الحمضية pK_A للمزدوجة



2 - تفاعل حمض البنزويك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم

نصب في كأس حجما $V_A = 20\text{ml}$ من محلول حمض البنزويك ذي التركيز $C_A = 0,1 \text{mol/l}$ ونضيف إليه تدريجيا بواسطة

سحاحة مدرجة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $C_B = 5.10^{-2} \text{mol/l}$:

عند إضافة الحجم $V_B = 10\text{ml}$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم يكون pH المحلول الموجود في الكأس ، عند درجة الحرارة

25°C ، هو $\text{pH}_2 = 3,7$.

2 - 1 أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند مزج المحلولين

2 - 2 أحسب كمية المادة $n(\text{HO}^-)_V$ التي تمت إضافتها وكمية المادة $n(\text{HO}^-)_R$ المتبقية في المحلول عند نهاية التفاعل .

2 - 3 أوجد تعبير نسبة التقدم النهائي τ لهذا التفاعل بدلالة $n(\text{HO}^-)_R$ و $n(\text{HO}^-)_V$. استنتج

التمرين 4 : تفاعل حمض كربوكسيلي مع الماء ثم مع الأمونياك (كالكوريا علوم رياضة 2008 الدورة

الاستدراكية)

تعتبر الأحماض الكربوكسيلية من المركبات العضوية التي تظهر خاصية حمضية في المحاليل المائية . الصيغة العامة للأحماض الكربوكسيلية هي $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$ ، حيث n عدد صحيح .

لتحضير محلول (S_A) لحمض كربوكسيلي ، نذيب في الماء المقطر كتلة $m = 450\text{mg}$ من هذا الحمض الخالص ونضيف إليه الماء المقطر للحصول على $V_0 = 500\text{mL}$ من هذا المحلول .

نأخذ حجما $V_A = 10\text{mL}$ من المحلول (S_A) ونعايره بواسطة محلول مائي (S_A) لهيدروكسيد الصوديوم

تركيزه المولي $C_B = 10^{-2} \text{mol/L}$ ($\text{Na}^+_{\text{aq}} + \text{HO}^-_{\text{aq}}$) .

التحولات المقرونة بالتفاعلات حمض قاعدة

نحصل على التكافؤ حمض - قاعدة عند إضافة الحجم $V_B = 15\text{mL}$ من المحلول (S_B) .
 معطيات : * ثابتة الحمضية للمزدوجة $\text{NH}_4^+(\text{aq})/\text{NH}_3(\text{aq})$ هي : $\text{pK}_{A1} = 9,2$.
 * الكتل المولية الذرية :

$$M(\text{H}) = 1\text{g/mol} \quad M(\text{C}) = 12\text{g/mol} \quad M(\text{O}) = 16\text{g/mol}$$

1 - تحديد الصيغة الإجمالية لحمض كربوكسيلي

1 - 1 أكتب معادلة تفاعل المعايرة

1 - 2 أحسب التركيز المولي C_A للمحلول (S_A) ، ثم بين أن الصيغة الإجمالية للحمض الكربوكسيلي هي CH_3COOH ،

2 - تحديد الثابتة pK_{A2} للمزدوجة $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})/\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$.

نأخذ حجما V من المحلول (S_A) ونقيس الـ pH عند 25°C ، فنجد $\text{pH} = 3,3$.

2 - 1 اعتمادا على الجدول الوصفي لتطور المجموعة ، عبر عن التقدم النهائي x_f لتفاعل الحمض مع الماء

$$\text{بدلالة } V \text{ و } \text{pH} \text{ ، ثم أثبت التعبير } \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]_f}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_f} = -1 + C_A \cdot 10^{\text{pH}}$$

تركيزا النوعين الكيميائيين عند التوازن .

2 - 2 استنتج قيمة الثابتة pK_{A2} .

3 - دراسة تفاعل الحمض CH_3COOH مع القاعدة NH_3

نأخذ من المحلول (S_A) حجما يحتوي على كمية المادة البدئية $n_i(\text{CH}_3\text{COOH}) = n_0 = 3 \cdot 10^{-4} \text{mol}$ ونضيف إليه

حجما من محلول الأمونياك يحتوي على نفس كمية المادة البدئية $n_i(\text{NH}_3) = n_0$.

3 - 1 أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث بين الحمض CH_3COOH والقاعدة NH_3

3 - 2 أحسب ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة هذا التفاعل .

$$3 - 3 \text{ بين أن نسبة التقدم النهائي } \tau \text{ لهذا التفاعل تكتب على الشكل التالي : } \tau = \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}}$$

ماذا تستنتج بخصوص هذا التفاعل ؟

التمرين 5

I - دراسة تفاعل الأمونياك والماء

عند 25°C نقيس pH محلول مائي للأمونياك (S_1) NH_3 تركيزه المولي من المذاب المستعمل $C_B = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{mol/l}$ ، نجد

$$\text{pH}_1 = 10,60$$

1 - أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث بين الأمونياك والماء مجددا المزدوجتين المتدخلتين عي هذا التفاعل .

2 - أكتب الثابتة الحمضية K_{A1} للمزدوجة $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3\text{aq}$

3 - بين أن ثابتة التوازن المقرونة بالتفاعل بين الأمونياك والماء تكتب على الشكل التالي : $K = \frac{K_e}{K_{A1}}$

بحيث أن K_e الجداء الأيوني للماء

4 - أوجد تعبير نسبة التقدم النهائي τ للتفاعل الأمونياك و الماء بدلالة pH والتركيز C_B واحسب قيمته .

$$5 - \text{ بين أن } K = \frac{C\tau^2}{1-\tau} \text{ استنتج قيمة } K_{A1} .$$

II - دراسة تفاعل الأمونياك ومحلول حمض الكلوريدريك

1 - نأخذ حجما $V_B = 20,0\text{ml}$ من المحلول المائي (S_1) للأمونياك ونضيف إليه حجما $V_A = 10,0\text{ml}$ من محلول حمض

الكلوريدريك تركيزه المولي من المذاب المستعمل $C_A = 1,40 \cdot 10^{-2} \text{mol/l}$

1 - 1 أكتب معادلة التفاعل الحاصل خلال مزج هذين المحلولين

1 - 2 أحسب K' ثابتة التوازن للتحويل الحاصل عند مزج المحلولين

1 - 3 أحسب pH_2 هذا الخليط .

2 - نأخذ حجما $V_B = 20,0\text{ml}$ من المحلول المائي (S_1) للأمونياك ونضيف إليه حجما $V_A = 20,0\text{ml}$ من محلول حمض

الكلوريدريك فنحصل على خليط له $\text{pH} = \text{pH}_3$ ، أحسب pH_3 . نهمل في هذه الحالة التفاعل بين أيونات NH_4^+ الناتجة والماء .

التحولات المقرونة بالتفاعلات حمض قاعدة

3 - حدد في كل حالة ، النوع الكيميائي المهيمن للمزدوجة $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$ في كل خليط .

التمرين 6 دراسة حمضية محلولين مائين

يهدف هذا التمرين الى دراسة محلول حمض البنزويك و مقارنة حمضيته مع حمضية محلول حمض الساليسيليك

1- دراسة محلول حمض البنزويك

حمض البنزويك جسم صلب أبيض اللون صيغته $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ يستعمل كحافظ غذائي و يوجد طبيعيا في بعض النباتات. للتبسيط

نرمز لحمض البنزويك ب HA_1 .

معطيات :

الكتلة المولية الجزيئية للحمض HA_1 : $M(\text{HA}_1) = 122\text{g.mol}^{-1}$ ؛

الجداء الأيوني للماء عند 25°C : $K_e = 10^{-14}$

نذيب كتلة $m = 305\text{mg}$ من حمض البنزويك في الماء المقطر للحصول على محلول مائي S_A حجمه $V = 250\text{mL}$

نقيس pH المحلول S_A فنجد : $\text{pH} = 3.10$.

1-1- احسب التركيز المولي C_A للمحلول S_A .

1-2- اكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء.

1-3- عبر عن الثابتة $\text{p}K_A$ للمزدوجة $\text{HA}_1 / \text{A}_1^-$ بدلالة C_A و نسبة التقدم النهائي لتفاعل الحمض HA_1 مع الماء.

1-4- احسب $\text{p}K_A$ ، واستنتج النوع الكيميائي المهيمن في المحلول S_A علما أن $\tau = 7.94\%$.

2- تفاعل محلول حمض البنزويك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم.

نمزج حجما $V_A = 40,0\text{ mL}$ من المحلول S_A لمض البنزويك مع حجم $V_B = 5,00\text{ mL}$ من محلول S_B لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه

$C_B = 2,50 \cdot 10^{-2}\text{ mol.l}^{-1}$.

نقيس pH الخليط فنجد $\text{pH} = 3,80$.

1-2- اكتب معادلة التفاعل الحاصل.

2-2- احسب كمية المادة $n(\text{HO}^-)_f$ الموجودة في الخليط في الحالة النهائية.

2-3- استنتج نسبة التقدم النهائي للتفاعل. نهمل أيونات HO^- الناتجة عن تفكك جزيئات الماء. (يمكن الاستعانة بالجدول

الوصفي لتطور المجموعة)

3- مقارنة حمضية محلولين.

نحضر محلولاً مائياً (S_1) لحمض البنزويك ومحلولاً مائياً (S_2) لحمض الساليسيليك لهما نفس التركيز المولي C ، ونقيس موصلية

كل منهما فنجد :

- بالنسبة للمحلول (S_1) : $\sigma_1 = 2,36 \cdot 10^{-2}\text{ S.m}^{-1}$

- بالنسبة للمحلول (S_2) : $\sigma_2 = 0,86 \cdot 10^{-2}\text{ S.m}^{-1}$

نرمز لحمض الساليسيليك ب HA_2 .

نذكر بتعبير موصلية محلول أيوني : $\sigma = \sum \lambda_i \cdot [X_i]$ حيث λ_i الموصلية المولية الأيونية للأيون X_i و $[X_i]$ تركيزه في المحلول.

$\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35,0 \cdot 10^{-3}\text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$

نعطي : $\lambda(\text{A}_1^-) = 3,20 \cdot 10^{-3}\text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$

$\lambda(\text{A}_2^-) = 3,62 \cdot 10^{-3}\text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$

نهمل مساهمة الأيونات HO^- في موصلية المحلول.

نرمز لنسبة التقدم النهائي لتفاعل حمض البنزويك مع الماء ب τ_1 ونرمز لنسبة التقدم النهائي لتفاعل حمض الساليسيليك مع

الماء ب τ_2 .

احسب النسبة $\frac{\tau_2}{\tau_1}$. ماذا تستنتج بخصوص حمضية المحلولين S_1 و S_2 .

التمرين 7 : مراقبة جودة الحليب

الحليب الطري قليل الحمضية لكونه يحتوي على كمية قليلة من حمض اللاكتيك $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$. و يعتبر اللاكتوز السكر

المميز للحليب إذ تحت تأثير البكتريا يتحول اللاكتوز خلال الزمن إلى حمض اللاكتيك فنزداد حمضية الحليب تلفائيا

ويصبح أقل طراوة .

تعطى حمضية الحليب في الصناعة الغذائية بدرجة دورنيك رمزها ($^\circ\text{D}$) ، بحيث 1°D يوافق وجود $0,10\text{g}$ من

حمض اللاكتيك في 1 l من الحليب .

يعتبر الحليب طريا إذا لم تتجاوز حمضيته 18°D (أي $1,8\text{g}$ من حمض اللاكتيك في 1 l من الحليب) .

التحولات المقرونة بالتفاعلات حمض قاعدة

يهدف هذا التمرين إلى تحديد ما إذا كان الحليب قيد الدراسة طريا أم لا .
معطيات :

المزدوجة (أيون اللاكتات/حمض اللاكتيك) : $C_3H_5O_3^- / C_3H_6O_3$

الكتلة المولية لحمض اللاكتيك : $M(C_3H_6O_3) = 90 \text{ g.mol}^{-1}$

1 - تحديد قيمة pK_A للمزدوجة $C_3H_5O_3^- / C_3H_6O_3$

نعتبر محلولاً مائياً لحمض اللاكتيك حجمه V وتركيزه المولي $C = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$. أعطى قياس pH هذا المحلول القيمة $pH = 2,95$ عند درجة الحرارة $25^\circ C$.

1 - 1 أكتب المعادلة الكيميائية لتفاعل حمض اللاكتيك $C_3H_6O_3$ مع الماء .

1 - 2 انقل الجدول الوصفي أسفله إلى ورقة تحريرك و أتممه .

المعادلة الكيميائية					
حالة المجموعة	تقدم التفاعل (mol)	كميات المادة (mol)			
بدئية	$x = 0$				
وسيطية	x				
نهائية	x_f				

1 - 3 عبر عن τ نسبة التقدم النهائي للتفاعل بدلالة C و pH . احسب قيمة τ ، استنتج .

1 - 4 احسب قيمة $Q_{r,eq}$ خارج التفاعل عند حالة توازن المجموعة الكيميائية .

1 - 5 استنتج قيمة pK_A للمزدوجة $C_3H_5O_3^- / C_3H_6O_3$.

2 - تحديد النوع المهيمن في الحليب الطري

أعطى قياس pH الحليب الطري عند $25^\circ C$ القيمة $pH = 6,7$. حدد من بين النوعين $C_3H_5O_3^-$ و $C_3H_6O_3$ النوع المهيمن في هذا الحليب .

3 - مراقبة جودة الحليب

تمت معايرة حمض اللاكتيك الموجود في عينة من حليب حجمها $V_A = 40 \text{ ml}$ بواسطة محلول مائي (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم $Na^+ + HO^-$ تركيزه المولي $C_B = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$.

3 - 1 أكتب المعادلة الكيميائية للتحويل الحاصل أثناء المعايرة و الذي نعتبره كلياً ، (نفترض أن حمض اللاكتيك هو الحمض الوحيد الموجود في الحليب قيد الدراسة) .

3 - 2 تم الحصول على التكافؤ حمض - قاعدة عند صب الحجم $V_{BE} = 30 \text{ ml}$ من المحلول (S_B) .

أوجد قيمة C_A التركيز المولي لحمض اللاكتيك الموجود في الحليب .

3 - 3 بين ما إذا كان الحليب المدروس طريا أم لا .