الدرس رقـــــــم 3 الجزء الثاني: التحولات الكلية وغير الكلية	التحولات الكيميائية التي تحدث في المنحيين Transformations chimiques s'effectuant dans les deux sens	السنة الثانية بكالوريا الأستاذ: أســـــامة سطيع

I. التفاعلات حمض - قاعدة

1. تعريف الحمض والقاعدة حسب برونشتد

الحمض حسب برونشتد هو كل نوع كيميائي قادر على فقدان بروتون H^+ خلال تفاعل كيميائي

القاعدة حسب برونشتد هي كل نوع كيميائي قادر على اكتساب بروتون H^+ خلال تفاعل كيميائي

2. المزدوجة قاعدة / حمض

مزدوجة $\frac{\text{حمض}}{\text{قاعدة}}$ هي عبارة عن زوج مكون من حمض (BH^+ , AH) وقاعدة (B , A^-) مترافقين، نرمز لها $\frac{AH}{A^-}$ و $\frac{BH^+}{B}$

تعرف مزدوجة $\frac{\text{حمض}}{\text{قاعدة}}$ بنصف معادلة حمض – قاعدة:

$$AH \rightleftharpoons A^- + H^+ \qquad \text{او} \qquad BH^+ \rightleftharpoons B + H^+$$

3. التفاعلات حمض – قاعدة

تفاعل حمض – قاعدة تفاعل يتم خلاله تبادل بروتونات H^+ بين الحمض HA_1 من المزدوجة $\frac{HA_1}{A_1^-}$ والقاعدة A_2^- من المزدوجة $\frac{HA_2}{A_2^-}$ حسب المعادلة التالية:

$$\cancel{A_1H \rightleftarrows A_1^- + H^+}$$

$$A_2^- + H^+ \rightleftarrows A_2H$$

$$A_1H + A_2^- \rightleftarrows A_1^- + A_2H$$

مثال:

اكتب معادلة تفاعل حمض – قاعدة التي يمكن ان تحدث بين:

1. حمض المزدوجة $\frac{CH_3COOH_{(aq)}}{CH_3COO^-_{(aq)}}$ وقاعدة المزدوجة $\frac{NH^+_{4\,(aq)}}{NH_{3\,(aq)}}$
2. حمض المزدوجة $\frac{H_3O^+_{(aq)}}{H_2O_{(aq)}}$ وقاعدة المزدوجة $\frac{NH^+_{4\,(aq)}}{NH_{3\,(aq)}}$

ملحوظة:

نسمي أمفوليت كل نوع كيميائي يلعب دور حمض في مزدوجة ودور قاعدة في مزدوجة أخرى، وذلك حسب الظروف التجريبية.

II. pH محلول مائي

1. المحلول المائي

المحلول المائي خليط سائل متجانس، ناتج عن إذابة نوع كيميائي أو أكثر في الماء.

يسمى الماء الذي يوجد بوفرة المذيب والنوع الذي تمت إذابته المذاب

مثال:

المذاب صلب: كلورور الصوديوم: $NaCl_{(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

المذاب سائل: حمض الكبريتيك: $H_2SO_{4\,(l)} \rightarrow 2H^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4\,(aq)}$

المذاب غازي: كلورور الهيدروجين: $HCl_{(g)} \rightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

ملحوظة

- ✔ **المحلول الإلكتروليتي هو محلول موصل لتيار الكهربائي لأنه يحتوي على الأيونات.**
- ✔ **في محلول مائي يمكن تعويض H^+ ب H_3O^+**

2. تعريف pH محلول مائي

بالنسبة للمحاليل المائية ذات التراكيز الضعيفة $\left[H_3O^+\right] \leq 5.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ يعرف المحلول المائي بالعلاقة pH

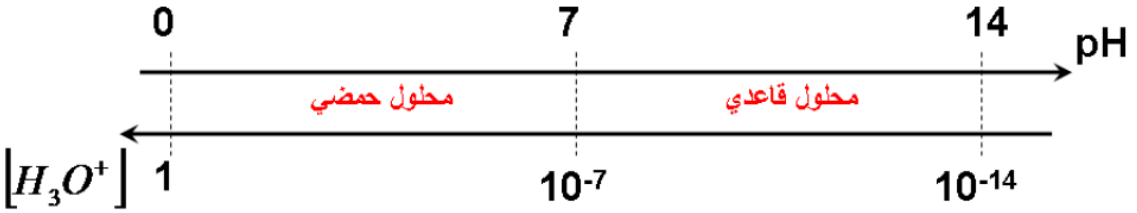
$$pH = -\log\left[H_3O^+\right]$$

حيث يمثل $\left[H_3O^+\right]$ العدد الذي يقيس تركيز أيونات الأوكسونيوم $\left[H_3O^+\right]$ في المحلول وحدته هي $mol.L^{-1}$

ويمكن معرفة تركيز $\left[H_3O^+\right]$ انطلاقا من العلاقة $\left[H_3O^+\right] = 10^{-pH}\ mol.L^{-1}$

ملحوظة:

عندما تزداد قيمة pH ينقص تركيز أيونات H_3O^+ والعكس صحيح



3. قياس pH محلول مائي

1.3 الكواشف الملونة

الكواشف الملونة عبارة عن مزدوجة قاعدة / حمض يتغلق لونها بقيمة pH المحلول المائي المستعمل

مثال	لون الشكل الحمضي و pH المحلول	لون الشكل القاعدي و pH المحلول
أزرق البروموتيمول (BBT)	أصفر ($pH < 6,0$)	أزرق ($pH > 7,6$)
الهيليانتين	أحمر ($pH < 3,1$)	أصفر برتقالي ($pH > 4,4$)
فينول فتالين	عديم اللون ($pH < 8,3$)	أحمر بنفسجي ($pH > 10,0$)

2.3 استعمال ورق pH

ورق pH مشبع بعدة كواشف ملونة يأخذ ألوان مختلفة حسب قيمة pH المحلول المائي المستعمل وتضم علبة ورق pH سلما للألوان تقابل كل لون قيمة pH معينة

3.3 استعمال جهاز pH متر

1. المكونات:

يتكون جهاز ***Hp*** - متر من مجس للقياس مرتبط بفولطمتر إلكتروني مدرج بوحدة pH

يتكون مجس القياس من إلكترودين مركبين: إلكترود زجاجي وإلكترود مرجعي ذات جهد ثابت

2. طريقة الاستعمال

يجب غسل الإلكترود المركب بالماء المقطر قبل أي استعمال.

تعيير جهاز pH – متر بمحلول عيار إذا كان المحلول حمضي نستعمل محلول pH = 4 إذا كان المحلول قاعدي نستعمل محلول عيار pH = 9

بعد انتهاء القياسات نغسل الإلكترود المركب بالماء المقطر ثم نضعها في غمدها الوقائي

3. دقة القياس *Hp* – متر

نعتبر محلول مائيا حيث يعطي قياس pH لمحلول القيمة pH = 3,2 علما أن هذا القياس يصاحبه ارتياب $\Delta pH = 0,005$

1. حدد تركيز الايونات $\left[H_3O^+\right]$
2. حدد الارتياب المطلق $\Delta\left[H_3O^+\right]$
3. حدد الارتياب النسبي $\frac{\Delta\left[H_3O^+\right]}{\left[H_3O^+\right]}$

III. التحولات الكلية والتحولات غير الكلية (المحدودة)

1. التحول الكلي

1.1 نشاط 1

نصب في كأس حجما $V = 100\ mL$ من محلول حمض الكلوريدريك تركيزه $C = 3,5.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ ثم نقيس pH المحلول فنجد القيمة pH=1,45.

1. ما المزدوجتان قاعدة/ حمض المتدخلتان في التفاعل؟
2. اكتب معادلة التفاعل حمض – قاعدة الحاصل بين حمض الكلوريدريك والماء؟
3. احسب كمية المادة البدئية لحمض الكلوريدريك المستعمل في الكأس؟
4. أنشئ الجدول الوصفي؟

5. حدد التقدم الأقصى x_{max}؟
6. احسب التركيز النهائي $\left[H_3O^+\right]_f$ ثم استنتج التقدم النهائي x_f؟
7. قارن التقدم الأقصى x_{max} والتقدم النهائي x_f؟

2.1 تعريف

التحول الكلي تحول يتوقف تطوره باختفاء كلي لأحد المتفاعلات على الأقل من المجموعة الكيميائية بحيث تكون قيمة التقدم النهائي x_f مساوية لقيمة التقدم الأقصى x_{max}

$$x_f = x_{max}$$

2. التحول المحدود

1.2 نشاط 2

نذيب كمية من حمض الايثانويك CH_3COOH في الماء المقطر فنحصل على محلول حمض الايثانويك حجمه $V = 100\ mL$ وتركيزه $C = 3,5.10^{-2}\ mol.L^{-1}$. نقيس pH المحلول فنجد pH=3,1

1. ما المزدوجتان قاعدة/ حمض المتدخلتان في التفاعل؟
2. اكتب معادلة التفاعل حمض – قاعدة الحاصل بين حمض الايثانويك والماء؟
3. احسب كمية المادة البدئية لحمض الايثانويك؟
4. أنشئ الجدول الوصفي؟
5. حدد التقدم الأقصى x_{max}؟
6. احسب التركيز النهائي $\left[H_3O^+\right]_f$ ثم استنتج التقدم النهائي x_f؟
7. قارن التقدم الأقصى x_{max} والتقدم النهائي x_f؟

2.2 تعريف

التحول غير الكلي أو المحدود تحول يتوقف تطوره دون اختفاء كلي لأي متفاعل من المجموعة الكيميائية بحيث تكون قيمة التقدم النهائي x_f أصغر من قيمة التقدم الأقصى

$$x_f < x_{max}$$

3. نسبة التقدم النهائي

نسبة التقدم النهائي τ لتفاعل كيميائي هي خارج قسمة التقدم النهائي x_f على التقدم الأقصى x_{max} لهذا التفاعل

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}}$$

حيث τ مقدار بدون وحدة وهو محصور بين **0** و**1** ويمكن التعبير عنه بنسبة مئوية

ملحوظة:

$\tau = 1$ تحول كلي

$\tau < 1$ تحول محدود

4. منحى تطور مجموعة كيميائية

1.3 نشاط 3

نصب في كأس 1 و2 20 mL من محلول حمض الإيثانويك CH_3COOH ثم نقيس pH=3,4

نضيق في كأس 1 قطرتين من حمض الإيثانويك الخالص فنجد pH=3,16

نذيب في كأس 2 0,5 g إيثانوات الصوديوم اللامائي فنجد pH=3,9

1. ما المزدوجتان قاعدة/ حمض المتدخلتان في التفاعل؟
2. اكتب معادلة التفاعل حمض – قاعدة الحاصل بين حمض الايثانويك والماء؟
3. هل تتزايد ام تتناقص أيونات $\left[H_3O^+\right]$ ثم استنتج منحى تطور المجموعة؟
4. هل تتزايد ام تتناقص أيونات $\left[H_3O^+\right]$ ثم استنتج منحى تطور المجموعة؟
5. حسب نشاط 2 هل تفاعل حمض الايثانويك والماء تفاعل كلي او محدود؟

في كأس 1 نلاحظ تناقص pH أي تزايد أيونات $\left[H_3O^+\right]$ مما يدل على تطور المجموعة في نفس المنحى المباشر

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

في كأس 1 نلاحظ تزايد pH أي تناقص أيونات $\left[H_3O^+\right]$ مما يدل على تطور المجموعة في نفس المنحى المعاكس

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

مما سبق تحول حمض الإيثانويك والماء تحول محدود نستنتج أن التحول يحدث في منحيين

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

2.3 خلاصة

يحدث خلال كل تحول كيميائي غير كلي (محدود) ، تفاعل في المنحيين, نعبر عنه بالمعادلة الكيميائية التالية:

$$A + B \longrightarrow C + D$$

5. حالة توازن مجموعة كيميائية

عندما يكون التحول الكيميائي محدود تكون الحالة النهائية للمجموعة حالة توازن كيميائي وتتميز بتزامن وجود جميع المتفاعلات و النواتج وكمية مادتها ثابتة مع الزمن